

Oplegnotitie Rapport 196

Titel:	Rapport 196 Ontwerp en detaillering bodembeschermende voorzieningen
Onderwerp:	Dit Rapport (handboek) beschrijft voorzieningen voor het beschermen van de bodem die op basis van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) kunnen worden toegepast.
Datum en versie:	2000

1. Inleiding

SIKB heeft in 2021 het beheer overgenomen van Rapport 196, voorheen CUR Rapport 196. In deze oplegnotitie is een overzicht gegeven van de status en een eventueel voornemen tot actualisatie van het document.

2. Status

Vanwege contractuele verplichtingen zijn de logo's en merken van CUR van het document zoveel als mogelijk verwijderd of onherkenbaar gemaakt.

Tekst en inhoud van het document is in 2000 vastgesteld; dat is niet onder verantwoordelijkheid van SIKB gebeurd.

SIKB is dus niet verantwoordelijk of aansprakelijk voor tekst en inhoud van het betreffende document.

3. Voornemen tot actualisatie

SIKB is voornemens om het te zijner tijd het rapport te gaan actualiseren en om te zetten naar een SIKB rapport. Een exacte planning is nog niet bekend. Voor de laatste stand van zaken en nieuws omtrent de actualisatie wordt verwezen naar de website van SIKB.

CUR rapport: C196

Ontwerp en detaillering bodembeschermende voorzieningen



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Dit rapport is onder de volgende trefwoorden opgenomen in het CUR-infobestand:

afdichtingsconstructies	detailering
belastingen	funderingen
bedrijfsrioleringen	milieubelastende stoffen
betonconstructies	milieu(aspecten)
bodembeschermende voorzieningen	ontwerpproces
bitumineuze constructies	verhardingen
keramische tegelsystemen	vloeren
kunstharsgebonden vloersystemen	vloeistofdichtheid
kunststof foliesystemen	voegafdichtingen
minerale afdichtingen	

AUTEURSRECHTEN

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de CUR.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron wordt vermeld als © CUR/PBV-rapport 196 'Ontwerp en detailering bodembeschermende voorzieningen, Stichting CUR, Gouda', juni 2000, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt.

AANSPRAKELIJKHEID

De CUR en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en de CUR sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens de CUR en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

ISBN 90 376 012 2



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

Voorwoord

In veel bedrijfstakken worden activiteiten ontplooid die een potentieel gevaar voor bodemverontreiniging inhouden. Het betreft facilitaire inrichtingen voor onderhoud en herstel van motorvoertuigen, zoals garage-bedrijven en brandstofoverslag en -verkooppunten, de industriële productiebedrijven, waaronder de chemische, petrochemische, grafische en metaalbewerkingsindustrie, de agrarische industrie c.q. de landbouw en de opslagplaatsen voor afval- en reststoffen.

De overheid stelt strenge eisen aan voorzieningen die vervuiling van de bodem door milieubelastende stoffen moeten voorkomen. Het wettelijk kader wordt gevormd door de Wet Milieubeheer (WM) en de Wet Bodembescherming (WBB). Deze wetten zijn globaal van karakter en krijgen 'handen en voeten' via Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB's). Voor bedrijfsmatige activiteiten waarvoor geen specifieke AMvB geldt, wordt door het bevoegd gezag de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) gehanteerd.

Het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV) heeft tot doel de technische grondslagen te ontwikkelen voor een verantwoorde toepassing van bodembeschermende voorzieningen en een juiste toepassing te bevorderen door grondslagen te maken voor gerichte kwaliteitszorg.

Het PBV, een initiatief van het Nederlands Informatiecentrum Bodembeschermende Voorzieningen (NIBV), het Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) en Kiwa Certificatie en Keuringen, sluit nauw aan op de NRB. Dit betekent dat de PBV-documenten door het bevoegd gezag zonder meer kunnen worden voorgeschreven in het verlengde van de NRB.

Het PBV maakt het voor overheid en bedrijfsleven mogelijk te beoordelen of bodembeschermende voorzieningen voldoen aan de eisen volgens de milieuwetgeving. De documenten die het PBV opstelt, geven de vergunningverlener en de vergunningplichtige duidelijkheid over de duurzame vloeistofdichtheid van materialen en constructies. Op deze manier wordt gewaarborgd dat de bodem optimaal wordt beschermd en wordt voorkomen dat bedrijven achteraf met de rekening voor het opruimen van bodemverontreiniging worden geconfronteerd; een rekening die veel hoger uitvalt dan de investeringen voor bodembescherming.

Dit CUR/PBV-handboek is tot stand gekomen in het kader van het PBV en vormt voor de ontwerper een leidraad bij het vloeistofdicht maken van een bodembeschermende voorziening en voor de vergunningverlener en handhavende overheid een basis voor de beoordeling en acceptatie van aanwezige voorzieningen en voorgestelde oplossingen op het aspect vloeistofdichtheid. Bovendien kan met het handboek de gelijkwaardigheid van oplossingen worden vastgesteld. In het handboek staan daarom vooral de aspecten centraal die te maken hebben met de vloeistofdichtheid. Constructieve aspecten, zoals rekenregels, worden in dit handboek niet of nauwelijks beschreven. Hiervoor wordt naar de geldende normen, richtlijnen en CUR-Aanbevelingen verwezen. Bij het ontwerp van een vloeistofdichte voorziening zal, als aanvulling op het constructief ontwerp, met name extra aandacht moeten worden besteed aan (voeg)afdichtingen, aansluitingen en detailleringen. Als zodanig sluit het handboek naadloos aan op de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB).

Het handboek is gestoeld op de laatste stand van techniek zoals deze onder meer is ontwikkeld en vastgelegd in afzonderlijke (deel)projecten binnen en buiten het PBV.



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

Dit CUR/PBV-handboek is opgesteld door CUR/PBV-onderzoekcommissie D 40 “Handboek ontwerp en detaillering bodembeschermende voorzieningen”. Op het moment van verschijnen van dit handboek was de commissie als volgt samengesteld:

DR. IR. DRS. C. R. BRAAM, VOORZITTER TU Delft
 ING. J. S. GROENVELD, secretaris/rapporteur Ingenieursbureau Westenberg B.V.
 IR. G. CHR. BOUQUET ENCI N.V.
 H. P. BURGER Federatie van Afbouw Bedrijfschappen
 IR. J. VAN DER KLOOSTER Oranjewoud Infragroep
 DRS. B. KOK Vereniging van Afvalverwerkers
 IR. H. ROOS VBW-Asfalt
 ING. P. A. RUARDI Ministerie van VROM
 ING. A. STEERENBERG Nederlandse Geotextielorganisatie
 ING. A. C. VELDHIJZEN Kiwa N.V.
 IR. J. M. H. J. SMIT, COÖRDINATOR Stichting CUR
 IR. J. DE NEKKER, MENTOR Stichting CUR

De eindredactie van dit handboek werd verzorgd door ir. C. A. van der Steen (Techno Consult).

De CUR spreekt haar dank uit aan het Ministerie van VROM en het Ministerie van Economische Zaken voor de financiële bijdragen die dit project mede mogelijk hebben gemaakt.

Juni 2000

Het bestuur van de CUR



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Inhoud

	Samenvatting	11
	Summary	12
	DEEL I: Bodembeschermende voorzieningen	13
Hoofdstuk	1 INLEIDING	15
	1.1 Onderwerp	15
	1.2 Toepassingsgebied	15
	1.3 Opbouw	16
	1.4 Relatie NRB – PBV	17
	1.5 Relatie NRB – handboek – NIBV/PBV-tabel	
	‘Constructies en materialen’	17
	1.6 Doelgroep	17
	1.7 Lijst van referentiedocumenten	18
Hoofdstuk	2 TYPEN BODEMBESCHERMENDE VOORZIENINGEN	19
	2.1 Type 1	20
	2.2 Type 2	20
	2.3 Type 3	21
	2.4 Type 4	22
	2.5 Type 5	22
	2.6 Type 6	23
	2.7 Type 7	23
	2.8 Type 8	24
	2.9 Type 9	25
	2.10 Type 10	25
	2.11 Type 11	26
	2.12 Type 12	26
	2.13 Overige typen voorzieningen	26
	2.14 Lijst van referentiedocumenten	27
Hoofdstuk	3 HET ONTWERPPROCES	29
	3.1 Programma van Eisen	31
	3.1.1 Aandachtspuntenchecklist (APC)	31
	3.1.2 Eisenpiramide	32
	3.2 Ontwerpvarianten en keuze	35
	3.3 Toetsing van de gemaakte keuze aan regelgeving en uitgangspunten	36
	3.4 Definitief ontwerp en bestek/werkomschrijving	36
	3.5 Lijst van referentiedocumenten	37



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

Hoofdstuk	4	BELASTINGEN	39
	4.1	Mechanische belastingen	39
	4.1.1	Permanente belastingen	39
	4.1.2	Veranderlijke belastingen	39
	4.2	Chemische belastingen	41
	4.2.1	Productinformatiebladen	42
	4.3	Fysische belastingen	43
	4.4	Lijst van referentiedocumenten	44
Hoofdstuk	5	VLOEISTOFDICHTHEID	45
	5.1	Beproevingsmethode	46
	5.1.1	Capillaire absorptieproef voor vloeistofindringing in beton	46
	5.1.2	ISO-DIS-indringingsproef	46
	5.2	Lijst van referentiedocumenten	47
Hoofdstuk	6	DRAGERS VOOR BODEMBESCHERMENDE VOORZIENINGEN	49
	6.1	Fundering of grondverbetering	49
	6.2	Beproevingsmethoden voor het bepalen van het zettingsgedrag	53
	6.3	Beproevingsmethoden voor het bepalen van de draagkracht van de bodem	53
	6.3.1	Stijfheidsmodulus en poissonverhouding	53
	6.3.2	Beddinggetal	55
	6.4	Lijst van referentiedocumenten	58
Hoofdstuk	7	VOEGAFDICHTINGEN	59
	7.1	Voegafdichtingen	59
	7.2	Voegvulmateriaal	59
	7.2.1	Gietbare voegvullingsmassa	60
	7.2.2	Voorgevormde voegprofielen	61
	7.3	Lijst van referentiedocumenten	62
DEEL II: Constructies en materialen voor bodembeschermende voorzieningen			63
Hoofdstuk	8	CEMENTGEBONDEN CONSTRUCTIES	65
	8.1	Algemeen	65
	8.1.1	Toeslagmateriaal	65
	8.1.2	Cement	65
	8.1.3	Sterkteklasse	65
	8.1.4	Duurzaamheid	66
	8.1.5	Bestellen van betonmortel	67
	8.2	Vloeistofdichtheid	67
	8.3	Vloeistofdichte betonconstructies	69
	8.3.1	Transport van vloeistof door ongescheurd en gescheurd beton	71
	8.3.2	Classificatie van de dichtheid	72

1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

	8.3.3	Criteria voor vloeistofdichtheid	72
	8.4	Ongewapend beton voor vloeren en verhardingen	73
	8.4.1	Materiaalkenmerken	73
	8.4.2	Ontwerpregels	73
	8.4.3	Detailering	74
	8.5	Staalvezelbeton voor vloeren en verhardingen	74
	8.5.1	Materiaalkenmerken	74
	8.5.2	Ontwerpregels	74
	8.5.3	Detailering	74
	8.6	Gewapend beton voor vloeren en verhardingen	74
	8.6.1	Materiaalkenmerken	74
	8.6.2	Rekenregels voor het minimum wapeningspercentage	74
	8.6.3	Rekenregels voor scheurwijdte	76
	8.6.4	Detailering	79
	8.7	Voorgespannen beton voor vloeren en verhardingen	79
	8.7.1	Materiaalkenmerken	79
	8.7.2	Ontwerpregels	79
	8.7.3	Detailering	79
	8.8	Prefab elementen voor verhardingsconstructies	80
	8.8.1	Materiaalkenmerken	80
	8.8.2	Ontwerpregels	80
	8.8.3	Detailering	81
	8.9	Detailoplossingen	81
	8.10	Lijst van referentiedocumenten	90
Hoofdstuk	9	BITUMINEUZE CONSTRUCTIES	93
	9.1	Walsasfalt	95
	9.1.1	Materiaalkenmerken	95
	9.1.2	Ontwerpregels	95
	9.1.3	Detailering	96
	9.2	Gietasfalt	97
	9.2.1	Materiaalkenmerken	97
	9.2.2	Ontwerpregels	98
	9.2.3	Detailering	99
	9.3	Bitumineus membraan	99
	9.3.1	Materiaalkenmerken	99
	9.3.2	Ontwerpregels	100
	9.3.3	Detailering	100
	9.4	Combinatiedeklaag	100
	9.4.1	Materiaalkenmerken	100
	9.5	Tekeningen detailoplossingen	101
	9.6	Lijst van referentiedocumenten	105

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk	10	KUNSTHARSGEBONDEN VLOERSYSTEMEN	107
	10.1	Algemeen	107
	10.1.1	Ontwerpregels	110
	10.2	Coating	114
	10.3	Gietvloer	115
	10.4	Troffelvloer	116
	10.5	WHG-systemen	116
	10.6	Detailoplossingen	117
	10.7	Lijst van referentiedocumenten	120
Hoofdstuk	11	KERAMISCHE TEGELSYSTEMEN	121
	11.1	Algemeen	121
	11.2	Membraansysteem	122
	11.2.1	Materiaalkenmerken	122
	11.2.2	Ontwerpregels	123
	11.2.3	Detailering	123
	11.2.4	Referentiedocumenten en verwijzingen	123
	11.3	Epoxy-systeem	124
	11.3.1	Materiaalkenmerken	124
	11.3.2	Ontwerpregels	124
	11.3.3	Detailering	125
	11.3.4	Referentiedocumenten en verwijzingen	125
	11.4	Cementgebonden systeem	125
	11.4.1	Materiaalkenmerken	125
	11.4.2	Ontwerpregels	125
	11.4.3	Detailering	125
	11.4.4	Referentiedocumenten en verwijzingen	125
	11.5	Bitumengebonden systemen	125
	11.5.1	Materiaalkenmerken	125
	11.5.2	Ontwerpregels	126
	11.5.3	Detailering	126
	11.5.4	Referentiedocumenten en verwijzingen	126
	11.6	Detailoplossingen keramische systemen	126
	11.7	Lijst van referentiedocumenten	129
Hoofdstuk	12	KUNSTSTOF FOLIESYSTEMEN	131
	12.1	Algemeen	131
	12.1.1	Ontwerpregels	133
	12.1.2	Detailering	135
	12.2	HDPE-folie	135
	12.3	Flexibele PE-folie	136
	12.4	Gewapende folie	136
	12.5	Versterkte folie	137

1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

	12.6	Lining (HDPE/PVC-P/PVDF)	137
	12.7	Foliescherp	137
	12.8	Barrièrefolie	138
	12.9	PVC-P	138
	12.10	Rubbers (EPDM)	139
	12.11	Detailoplossingen kunststof foliesystemen	139
	12.12	Lijst van referentiedocumenten	141
Hoofdstuk	13	MINERALE AFDICHTINGEN	145
	13.1	Ontwerpregels	146
	13.1.1	Detailering	146
	13.2	Zand-bentoniet	147
	13.2.1	Eigenschappen	147
	13.2.2	Toepassing	147
	13.2.3	Wijze van verwerken	148
	13.3	Zand-bentoniet-polymeergel	148
	13.3.1	Eigenschappen	148
	13.3.2	Isolerend vermogen	149
	13.3.3	Duurzaamheid	149
	13.3.4	Toepassing	149
	13.3.5	Wijze van verwerken	150
	13.4	Bentonietmatten	150
	13.4.1	Eigenschappen	150
	13.4.2	Isolerend vermogen	150
	13.4.3	Duurzaamheid	150
	13.4.4	Toepassing	151
	13.4.5	Wijze van verwerken	151
	13.5	Combinatieafdichtingen	151
	13.5.1	Isolerend vermogen	152
	13.6	Tekeningen detailoplossingen	152
	13.7	Lijst van referentiedocumenten	155
Hoofdstuk	14	NIET-MATERIAALGEBONDEN PREFAB VOORZIENINGEN	157
	14.1	Integratie van prefab voorzieningen	157
	14.2	Voorbeelden van prefab voorzieningen	158
	14.3	Lijst van referentiedocumenten	159
Hoofdstuk	15	BEDRIJFSRIOLERINGEN	161
	15.1	Soorten bedrijfsrioleringen	161
	15.1.1	Materiaalgebruik/keuze	161
	15.1.2	Materiaalsoorten	162
	15.2	Ontwerpcriteria	163
	15.2.1	Eis aan vloeistofdichtheid	163

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

15.2.2	Samenstelling en kenmerken van het afvalwater	164
15.2.3	Externe leidingomgeving	164
15.2.4	Van buiten optredende belasting	164
15.2.5	Lozingsnorm(en)	164
15.2.6	Lozingshoogte	164
15.3	Aanleg	165
15.4	Beheer	165
15.5	Waterzuiveringsinstallaties	165
15.6	Lijst van referentiedocumenten	166
DEEL III: Keuze van bodembeschermende voorzieningen		167
Hoofdstuk 16	VOORLOPIGE KEUZE UIT MOGELIJKE VOORZIENINGEN	169
16.1	NIBV/PBV-tabel Constructies en materialen	169
16.2	Lijst van referentiedocumenten	171
DEEL IV: Registers		173
Hoofdstuk 17	REGISTERS	175
17.1	Index	175
17.2	Lijst van figuren	177
17.3	Lijst van tabellen	179
Hoofdstuk 18	VERANTWOORDING	181
BIJLAGE 1	Aandachtspuntenchecklist (APC)	183

1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Samenvatting

Bodembeschermende voorzieningen worden op steeds meer plaatsen toegepast waar wordt gewerkt met stoffen die schadelijk zijn voor het milieu. Deze voorzieningen zorgen voor een verantwoorde opvang en/of afvoer van (vloeistof)stoffen die niet in de bodem terecht mogen komen. Het gaat hierbij meestal om constructies als vloeistofdichte vloeren of verhardingen, lekbakken, bedrijfsrioleringen, kunststof foliesystemen, minerale afdichtingslagen en de daarbij behorende installaties.

Bij de ervaringen die met deze voorzieningen zijn opgedaan, is gebleken dat, naast een goede verwerking van de juiste materialen, het ontwerp bepalend is voor een goed eindresultaat. Vanuit deze optiek is dit handboek voor ontwerpers ontstaan. In dit handboek komen alle aspecten aan de orde die van belang zijn voor het maken of het beoordelen van een goed ontwerp van bodembeschermende voorzieningen.

Het handboek beschrijft voorzieningen voor het beschermen van de bodem die op basis van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) kunnen worden toegepast.

Bij het opstellen van deze uitgave is eerst vastgesteld met welke hoofdgroepen van materialen een bodembeschermende voorziening kan worden gerealiseerd. Deze indeling van de materialen beton, asfalt, coatings, keramische tegels, foliesystemen en materialen voor minerale afdichtingen bepaalde de hoofdstukindeling. Vervolgens is een verfijning van deze indeling gemaakt en zijn van daaruit de relevante ontwerpcriteria vastgesteld. Daarbij is geconstateerd dat het ontwerp van een bodembeschermende voorziening in wezen niet afwijkt van een traditioneel ontwerp, dat wil zeggen van een voorziening die een vergelijkbare functie vervult, maar waarbij geen sprake is van potentieel bodemverontreinigende stoffen. Wel ligt bij het ontwerp van bodembeschermende voorzieningen meer de nadruk op een juiste detaillering van aansluitingen, doorvoeringen en overgangsconstructies. Om deze reden worden in dit handboek veel principedetails gepresenteerd. Geïntroduceerd wordt de Aandachtspuntenchecklist (APC) voor het opstellen van het Programma van Eisen (PvE) voor het realiseren van bodembeschermende voorzieningen. Beschreven worden ook de belangrijkste optredende belastingen die bodembeschermende voorzieningen ondergaan, alsmede diverse beproevingsmethoden voor het bepalen van de vloeistofdichtheid.

Omdat in dit handboek veel aspecten aan de orde komen, zowel van constructieve als milieutechnische aard, wordt aan het eind van elk hoofdstuk waarin een groep van materialen wordt beschreven, een lijst van referentiedocumenten met nadere informatie gegeven. Er is ook voorzien in uitgebreide registers en zoekmogelijkheden om de gewenste teksten snel en eenvoudig terug te kunnen vinden.



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Summary

DESIGNING AND DETAILING SOIL PROTECTIVE FACILITIES

Soil protective facilities are increasingly applied at places where compounds are used that are detrimental to the environment. These facilities provide a responsible collection and/or discharge of (fluid) compounds that may not end up in the soil. This usually concerns structures such as fluid impermeable floors or pavements, dripping facilities, company sewers, synthetic foil systems, mineral sealing layers as well as the associated installations.

The experiences gained with this type of facilities have shown that apart from the proper processing of the right materials, also the design is of importance for a good final result. This designers' manual originates from this angle. It describes all aspects that are of importance for the production or the assessment of a good design for soil protective facilities.

The manual describes facilities for soil protection that can be applied on the basis of the Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB - Dutch Guideline Soil Protective Company Activities). In the composition of this publication it was first established which main groups of materials can be used to realise a soil protective facility. The subdivision into the materials concrete, asphalt, coatings, ceramic tiles, foil systems and materials for mineral sealing, determined the arrangement of the chapters. Next this subdivision was further refined and on the basis of those results the relevant design criteria were formulated.

It was established that the design of a soil protective facility does not basically differ from a traditional design, i.e. a facility that has a comparable function but which does not involve potentially soil contaminating compounds. In the design of soil protective facilities more emphasis is put on the correct detailing of connections and all kinds of transition structures. Therefore this manual presents a lot of principal details. The manual introduces a checklist of points of attention on behalf of the formulation of the Programme of Requirements for the realisation of soil protective facilities. Furthermore it describes the most important loads on soil protective facilities as well as various test methods to determine the fluid impermeability.

Since this manual discusses a lot of different aspects, both in a structural and in an environmental sense, each chapter covering the description of a group of materials, ends with a list of reference documents containing additional information.

The manual also includes an extensive index and search possibilities to enable quick and easy recovery of any desired text. This greatly supports practical usability of the manual.



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

DEEL I

Bodembeschermende voorzieningen



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	



Bodembescherming bij een tankstation door prefab elementen.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 1: Inleiding

Dit handboek beschrijft voorzieningen voor het beschermen van de bodem die op basis van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) kunnen worden toegepast. Met name wordt ingegaan op de aspecten die betrekking hebben op het ontwerp en de detaillering, waarbij zoveel mogelijk gevalideerde informatie is opgenomen. Dit handboek is bedoeld om een brugfunctie te vervullen tussen het bevoegd gezag enerzijds en het vergunningsplichtige bedrijfsleven anderzijds.

1.1 ONDERWERP

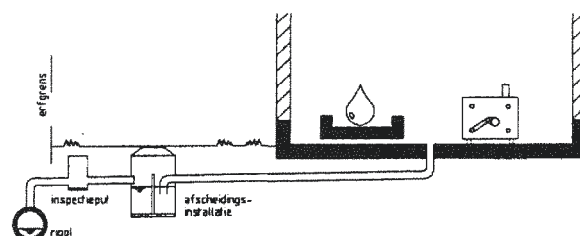
Dit handboek vormt een leidraad voor de ontwerper van een bodembeschermende voorziening. Verder kan het boek de basis vormen voor een beoordeling door de opdrachtgever en het bevoegd gezag van een voorgestelde oplossing.

Het handboek sluit aan op de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) [1] en vormt tevens de basis voor de NIBV/PBV-tabel 'Welke voorzieningen bij bodembescherming, voorzieningen van bewezen kwaliteit', ook wel bekend als de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen' [2].

De informatie in dit boek is gebaseerd op de laatste stand van de techniek, zoals deze onder meer is ontwikkeld en vastgelegd in afzonderlijke (deel)projecten binnen en buiten het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV).

1.2 TOEPASSINGSGBIED

Bodembeschermende voorzieningen zijn constructiedelen die zorgen voor een verantwoorde opvang en/of afvoer van (vloeistof)stoffen die schadelijk zijn voor de bodem. In de praktijk betreft het meestal vloeistofdichte vloeren, lekbakken, bedrijfsrioleringen, kunststof foliesystemen, minerale afdichtingslagen en de daarbij behorende installaties.



Figuur 1.1

Reikwijdte van dit handboek.

Het handboek kan worden toegepast vanaf het moment waarop is vastgesteld, dat een bodembeschermende voorziening noodzakelijk is. De noodzaak tot aanleg van een bodembeschermende voorziening kan worden bepaald met behulp van het Stappenplan NRB.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De nadruk ligt op het ontwerpen van vloeren, verhardingen en afdichtingsconstructies (kunststof folie-systemen, minerale afdichtingslagen en combinaties daarvan). Vloeren worden binnen toegepast en verhardingen buiten. Het handboek geeft met name aanwijzingen hoe vloeren, verhardingen en afdichtingslagen te detailleren. Dimensies zoals lengte, breedte en dikte worden vaak constructief bepaald. Het handboek verwijst hiervoor naar de relevante normen en CUR-Aanbevelingen.

Het ontwerpen van installaties maakt geen deel uit van dit handboek. Het ontwerp van een bodembeschermende voorzieningen wijkt in feite niet af van de traditionele wijze. Ontwerpen worden eerst globaal gepresenteerd en later tot in detail uitgewerkt. Constructieve aspecten wijzigen niet als de voorziening ook vloeistofdicht moet worden uitgevoerd. Het verschil ten opzichte van een constructie die vloeistofdicht moet zijn en een constructie die dat niet hoeft te zijn, uit zich met name in de uitwerking van de details. Om die reden wordt in dit handboek uitvoerig de aandacht gevestigd op de aansluiting, doorvoeringen, afdichtingen etc. Het zijn namelijk meestal die aspecten die bepalen of de vereiste bodembeschermende functie wordt vervuld.

1.3 OPBOUW

Dit handboek bestaat uit vier delen:

Deel I Bodembeschermende voorzieningen

In deel I worden de verschillende bodembeschermende voorzieningen gepresenteerd en worden (schematisch) de randvoorwaarden aangegeven, die voor een bepaalde voorziening van toepassing zijn. Tevens wordt de relatie beschreven met de NRB en de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen'.

Deel I van het handboek bevat algemene informatie die kan worden geraadpleegd om meer inzicht in de materie te verkrijgen.

Deel II Constructies en materialen voor bodembeschermende voorzieningen

In deel II worden voor ieder materiaal genoemd in de NRB en de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen', aspecten op het gebied van ontwerp en detaillering nader uitgewerkt. Aan de orde komen constructieve items en zaken met betrekking tot de vloeistofdichtheid.

In dit deel worden ook relaties gelegd met andere documenten. Is elders specifieke kennis reeds uitgebreid beschreven, dan wordt in dit handboek volstaan met een verwijzing naar het betreffende document.

Deel III Principe details

In deel III worden tal van principedetails getoond. Deze details kunnen een leidraad vormen bij het ontwerp van een bodembeschermende voorziening. Dit deel sluit nauw aan bij de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen' en omschrijft de wijze waarop de tabel gebruikt moet worden vanuit het principe: 'Boek in de hand en tabel aan de wand'.

Deel IV Registers en referentiedocumenten

Deel IV voorziet in uitgebreide registers en zoekmogelijkheden om de gewenste teksten snel en eenvoudig in het handboek te kunnen terugvinden. Het bevat ook een verantwoording met betrekking tot de in dit handboek opgenomen gegevens.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

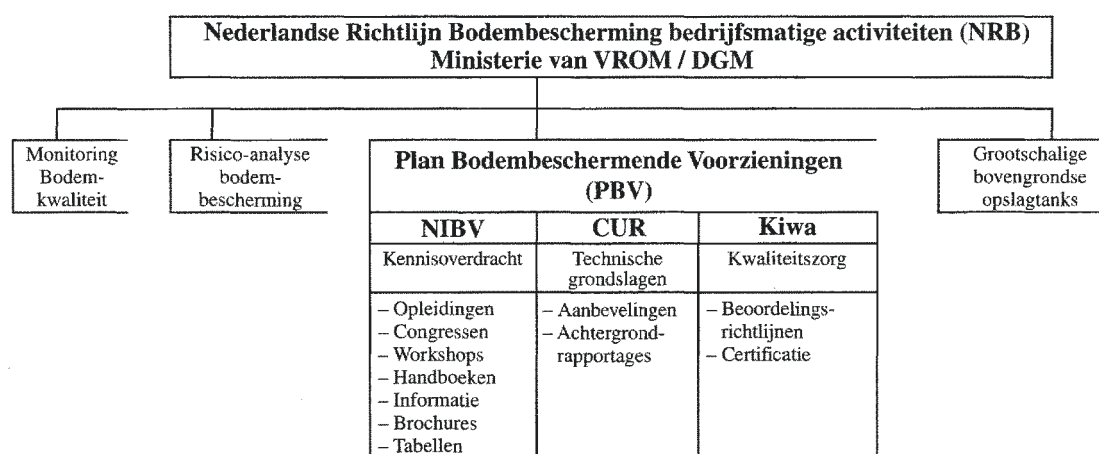
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

1.4 RELATIE NRB – PBV

Het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV) geeft richting aan het op een verantwoorde wijze ontwikkelen van bodembeschermende voorzieningen. De kwaliteit van deze voorzieningen wordt gewaarborgd door integrale technische grondslagen en een adequate controle op de realisatie van de voorzieningen. De resultaten van het PBV worden opgeleverd aan het Ministerie van VROM, die de documenten hanteert als basis voor (toekomstige) regelgeving. Als zodanig vormt het PBV mede de basis voor de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB). Schematisch wordt de relatie als volgt weergegeven:



Figuur 1.2

Relatie NRB - PBV-documenten.

1.5 RELATIE NRB – HANDBOEK – NIBV/PBV-TABEL 'CONSTRUCTIES EN MATERIALEN'

De NRB beschrijft globaal een aantal zaken, die betrekking hebben op bodembeschermende voorzieningen. Verwezen wordt naar dit handboek en de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen'. Deze NIBV/PBV-tabel biedt een schematische weergave van relevante aspecten en koppelt constructies aan toepassingsgebieden. Afstemming tussen de NRB, dit handboek en de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen' werd verkregen door een nauwe samenwerking tussen de direct betrokkenen bij de verschillende documenten.

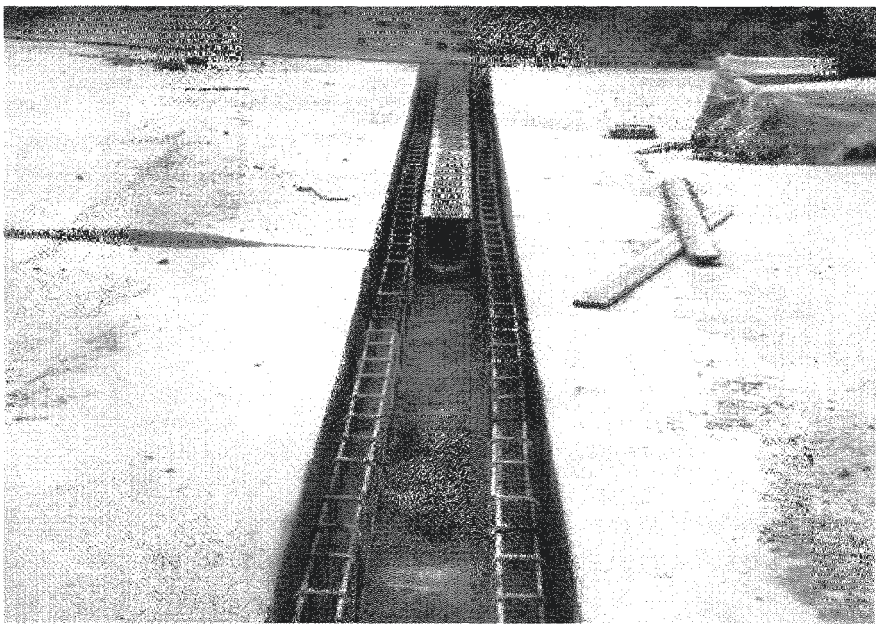
1.6 DOELGROEP

Dit handboek is bestemd voor ontwerpers van voorzieningen en voor diegenen die het ontwerp op hoofdlijnen moeten beoordelen. Voor deze laatste groep biedt het handboek kaders en referenties aan de hand waarvan het ontwerp kan worden beoordeeld. Voor de eerste groep geeft het handboek praktische aanwijzingen en verwijzingen. Materialen die behandeld worden, zijn: beton, asfalt, coatings, keramische tegels, foliesystemen en materialen voor minerale afdichtingen. Aansluitend komen de meest voorkomende geprefabriceerde voorzieningen aan bod.

Voordat dieper wordt ingegaan op de constructies en materialen voor het realiseren van een bodembeschermende voorziening, worden in hoofdstuk 2 verschillende typen bodembeschermende voorzieningen beschreven.

1.7 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten, InfoMil, Den Haag, 1997.
2. NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen', NIBV, Woerden, 1997.



Aanleg geprefabriceerde goot in betonverharding.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

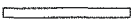
Hoofdstuk 2: Typen bodembeschermende voorzieningen

In dit hoofdstuk worden twaalf typen bodembeschermende voorzieningen beschreven en nader toegelicht.

De functie van een bodembeschermende voorziening is het uitsluiten of het tot een acceptabel niveau terugbrengen van de kans op bodemverontreiniging. Om tegemoet te komen aan de verschillen in aard en intensiteit van de bedrijfsprocessen, zijn diverse bodembeschermende voorzieningen en materialen beschikbaar. Traditioneel werden bodembeschermende voorzieningen onderverdeeld in bovenafdichtingen, onderafdichtingen, combinatieafdichtingen, verticale afdichtingen en geprefabriceerde voorzieningen.

Deze terminologie is ingeburgerd, maar geeft in de praktijk regelmatig aanleiding tot misverstanden en/of interpretatieverschillen. Bovendien doet de indeling geen recht aan het scala van voorzieningen dat tegenwoordig beschikbaar is.

Daarom wordt in dit hoofdstuk een nieuwe indeling gehanteerd, waarin de verschillende bodembeschermende voorzieningen met een nummer (1 t/m 12) zijn aangegeven. Deze indeling is niet uitputtend. Door nieuwe ontwikkelingen of door combinaties van mogelijkheden kan het aantal varianten worden uitgebreid. Elke beschrijving is voorzien van een schematische tekening, ook weergegeven in de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen' [1]. De volgende symbolen worden gebruikt:

	> open balk:	niet-vloeistofdichte voorziening (categorie 2 NRB)
	> geblokte en dichte balk	vloeistofdichte voorziening, verschillende mat. (categorie 1 NRB)
	> dubbele balk:	dubbele vloeistofdichte voorziening (categorie 1 NRB)
	> zwarte balk:	vloeistofdichte voorziening, enkelvoudig (categorie 1 NRB)
	> zwarte druppel:	vloeistofbelastingen (oliën, chemicaliën e.d.)
	> witte druppel:	schone vloeistoffen (leidingwater, regenwater)
	> hamer:	statische mechanische belastingen (bijvoorbeeld vallend gereedschap)
	> wiel:	dynamische mechanische belastingen (verkeer)
	> thermometer:	thermische belastingen

Figuur 2.1

Aanduiding type voorziening en belasting.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

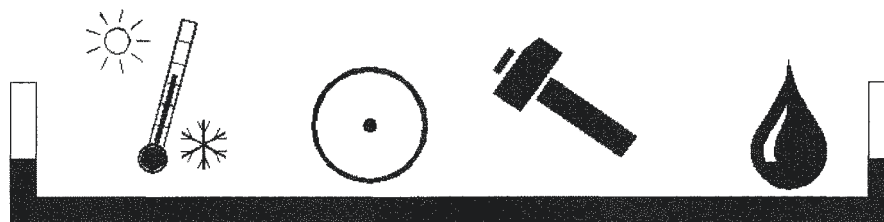
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Een categorie 1-voorziening is in de NRB een voorziening van bewezen en gewaarborgde kwaliteit, afgestemd op de stand van de techniek zoals die binnen het PBV is bepaald. Onder zulke voorzieningen worden de vloeistofdichte verhardingen verstaan die in het Beslismodel Bodembescherming Bedrijfsterreinen (BBB) zijn gekwalificeerd. Een categorie 2-voorziening is in de NRB een vloeistofkerende voorziening van niet-bewezen kwaliteit zoals strak tegen elkaar aangelegde industrieplaten waarvan de voegen niet zijn afgedicht.

2.1 TYPE 1



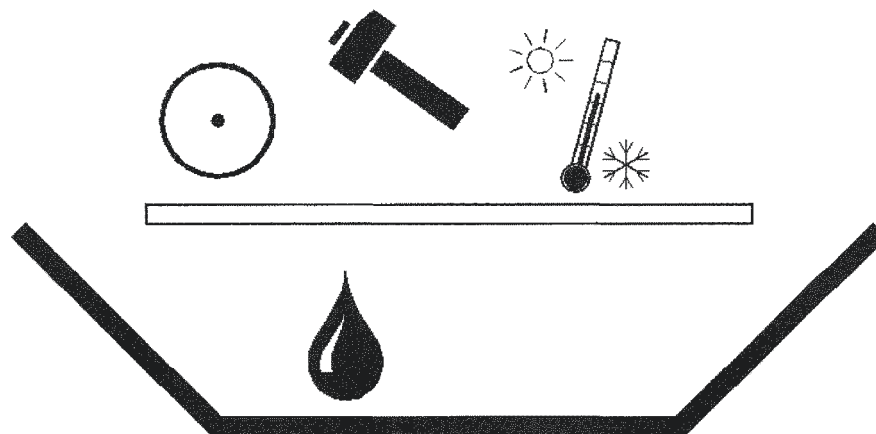
Figuur 2.2 Enkelvoudige afdichting op vloerniveau.

Een type 1-voorziening combineert de functie van werkvloer en afdichting. Vervuiling van de ondergrond treedt bij dit type afdichting niet op. Omdat de bodembedreigende activiteiten op de vloer zelf plaatsvinden, is de kans op beschadigingen relatief groot. Daar staat tegenover, dat visuele inspectie en onderhoud van dit type voorziening relatief eenvoudig is.

Voorbeelden van type 1-voorzieningen zijn vloeistofdichte verhardingen ter plaatse van laad- en losplaatsen, op- en overslagplaatsen en vloeren in productieruimten (was- en werkplaatsen).

Om te voorkomen dat vloeistoffen door wanden naar buiten treden, moet de afdichting verticaal worden doorgezet.

2.2 TYPE 2



Figuur 2.3 Enkelvoudige onderafdichting.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bij een type 2-voorziening zijn de functies van werkvloer en afdichting gescheiden.

De belangrijkste functies van de werkvloer zijn:

- > het spreiden van de mechanische belastingen (statische, dynamische, schok- en stootbelastingen);
- > het opnemen van eventuele thermische belastingen;
- > het afvoeren van de grootste hoeveelheid vloeistoffen.

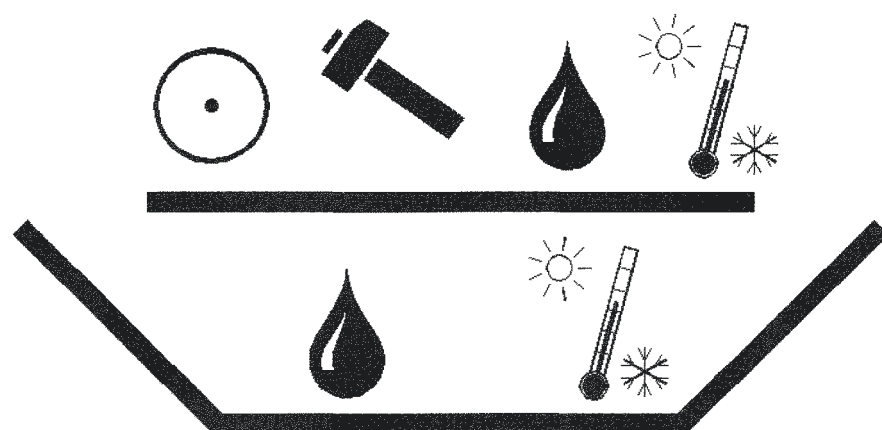
De werkvloer heeft geen afdichtende functie. De vloeistoffen worden tegengehouden door de vloeistofdichte laag die onder de werkvloer op een schoon zandbed is aangebracht. Visuele inspectie van de vloeistofdichte voorziening is niet mogelijk. Daarom moet een monitoringsysteem rondom of een lekdetectiesysteem onder de afdichting worden aangebracht, om de vloeistofdichtheid van de constructie te kunnen beoordelen.

De werkprocessen vinden boven de voorziening, op de werkvloer, plaats. De kans op beschadiging van de afdichting is daardoor nihil. Onderhoud is in het algemeen dan ook niet noodzakelijk. Wel moet bij het ontwerp en de aanleg van een type 2-voorziening terdege rekening worden gehouden met mogelijke zettingen in de ondergrond en afvoer van vloeistoffen boven de afdichting. Daarbij kan eventueel rekening worden gehouden met alternatieve inspectiemogelijkheden, zodat de voorziening, afhankelijk van het monitoringsysteem, door de ondernemer zelf, door de vergunningshandhaver of door een gespecialiseerd bureau kan worden geïnspecteerd.

Type 2-voorzieningen worden toegepast als:

- > het bevoegd gezag dit voorschrijft (Stortbesluit Bodembescherming [5]);
- > door constante belastingen, van welke aard dan ook, een grote kans op bodemverontreiniging is te verwachten;
- > de kans op beschadiging bij een type 1-voorziening onaanvaardbaar groot is.

2.3 TYPE 3

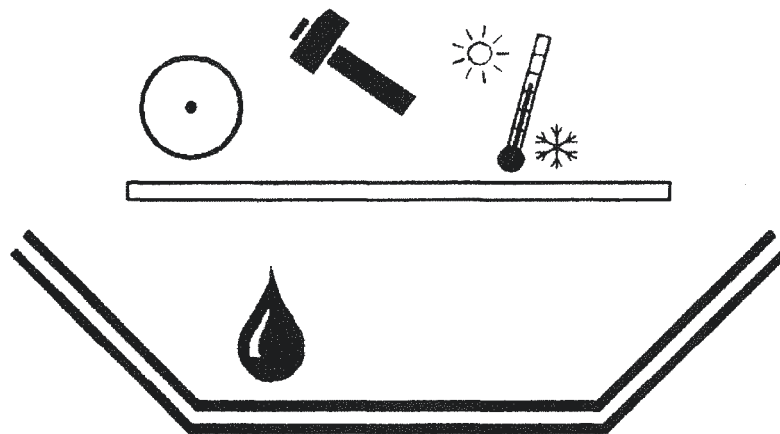


Figuur 2.4

Enkelvoudige afdichting op vloerniveau met een onderafdichting.

Dit type combineert de eigenschappen van een type 1- en een type 2-voorziening. Type 3-voorzieningen worden toegepast als de kans op bodemverontreiniging groot is en het functioneren van een enkelvoudige voorziening op vloerniveau in extreme situaties, bijvoorbeeld bij calamiteiten, niet kan worden gegarandeerd.

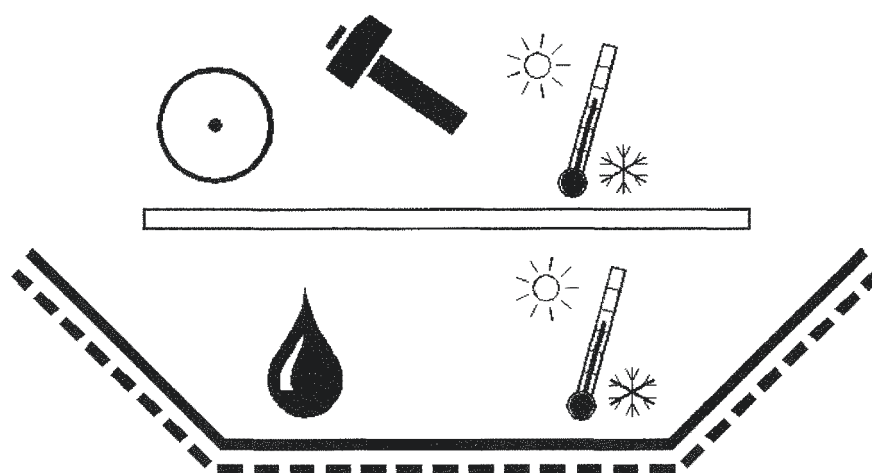
2.4 TYPE 4



Figuur 2.5 Meervoudige onderafdichting (dezelfde materialen).

Een type 4-voorziening is een bijzondere vorm van type 2. In plaats van één afdichtende laag worden twee of meer afdichtende lagen van hetzelfde materiaal aangebracht. Tussen de vloeistofdichte lagen kan een lekdetectiesysteem worden aangebracht. Geavanceerde systemen maken het mogelijk om een eventuele lekkage direct af te voeren. Hiermee wordt voorkomen dat ook de tweede laag wordt aangetast. Type 4-voorzieningen worden toegepast als er behoefte bestaat om het afdichtend vermogen te verhogen.

2.5 TYPE 5

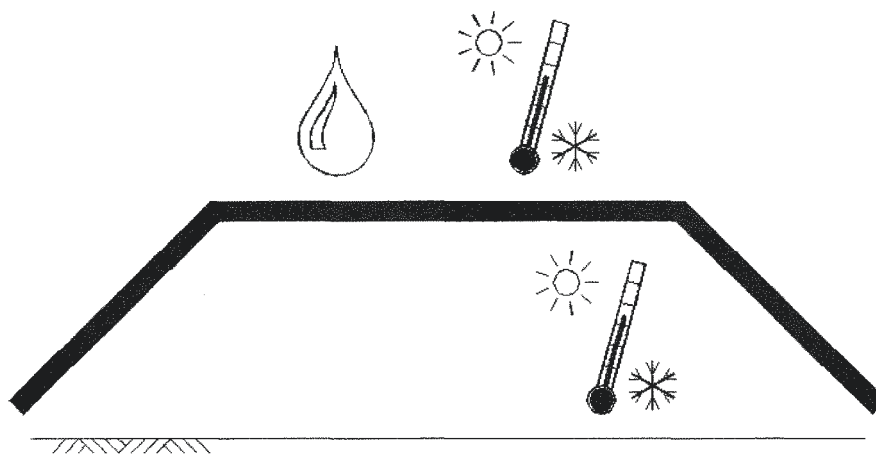


Figuur 2.6 Meervoudige onderafdichting (verschillende materialen).

Een type 5-voorziening is een verbijzondering van type 4. Twee of meer afdichtende lagen van verschillende materialen worden in de constructie verwerkt. Type 5-voorzieningen worden toegepast als verschillende bodemverontreinigende stoffen voorkomen. De specifieke eigenschappen van de verschillende toegepaste

materialen zorgen daarbij voor het weren van de diverse bodemverontreinigende stoffen. De kans op bodemverontreiniging is bij dit type zeer klein tot nihil. De bij type 2 genoemde voordelen gelden ook voor dit type afdichting.

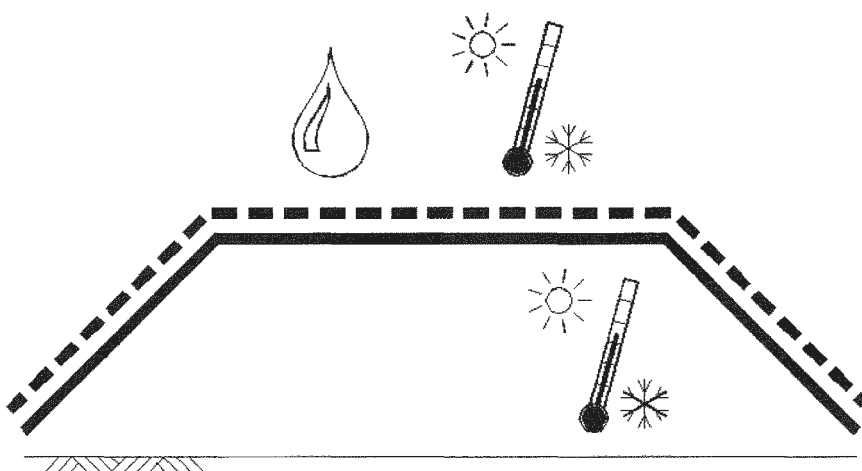
2.6 TYPE 6



Figuur 2.7 Enkelvoudige bovenafdichting.

Een type 6-voorziening wordt gebruikt voor het isoleren van verontreinigde materialen, bijvoorbeeld voor de tijdelijke opslag van verontreinigde grond of voor de opslag van categorie 2-bouwstoffen. Dit type voorziening moet voorkomen dat regenwater deze materialen bereikt en daardoor uitspoeling van bodemverontreinigende stoffen naar de bodem optreedt.

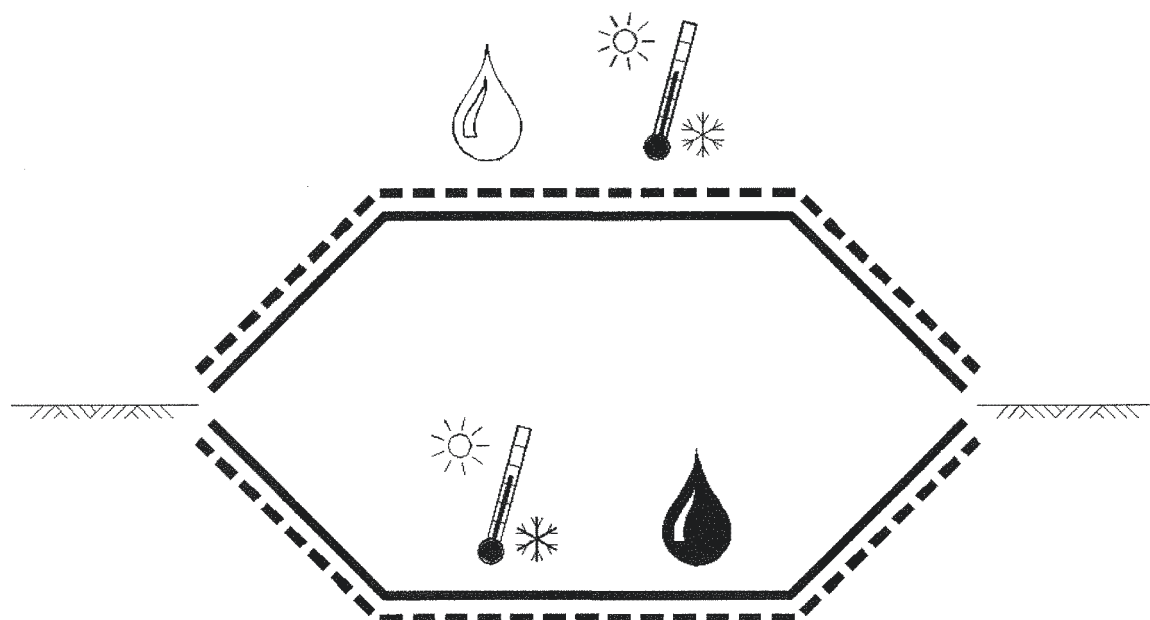
2.7 TYPE 7



Figuur 2.8 Bovenafdichting in het kader van het Stortbesluit Bodembescherming.

Een type 7-voorziening is in wezen een gespiegelde versie van type 5. Type 7-voorzieningen worden veel toegepast voor het afdichten van bestaande reststoffenbergingen. Voorkomen wordt dat regenwater bij het afval komt en, in de vorm van door de afvalstoffen verontreinigd percolaat, in het grondwater dringt. De toepassing is toegestaan als vanuit de rest- of afvalstoffen geen percolaat (meer) te verwachten is. De onderkant van de stortlaag moet ruim boven de grondwaterstand liggen. De afdichting moet ook voorkomen dat stortgassen in de open lucht komen. Daarom moet onder de afdichting een gasdrainagesysteem worden aangelegd. Op de bovenste afdichtingslaag wordt een leeflaag van ongeveer 1 meter teelaarde aangebracht, waarin beplanting kan worden aangebracht.

2.8 TYPE 8



Figuur 2.9

Meervoudige onder- en bovenafdichting in het kader van het Stortbesluit Bodembescherming.

Met een type 8-voorziening worden reststoffenbergingen gerealiseerd, die moeten voldoen aan de IBC-criteria (Isoleren, Beheersen en Controleren). De materialen worden als het ware ingekapseld tussen de verschillende afdichtingslagen. Ook bij het ontwerp van dit type voorziening moet terdege rekening worden gehouden met mogelijke zettingen in de ondergrond, afvoer van vloeistoffen boven de afdichtingen en afvoer van stortgassen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

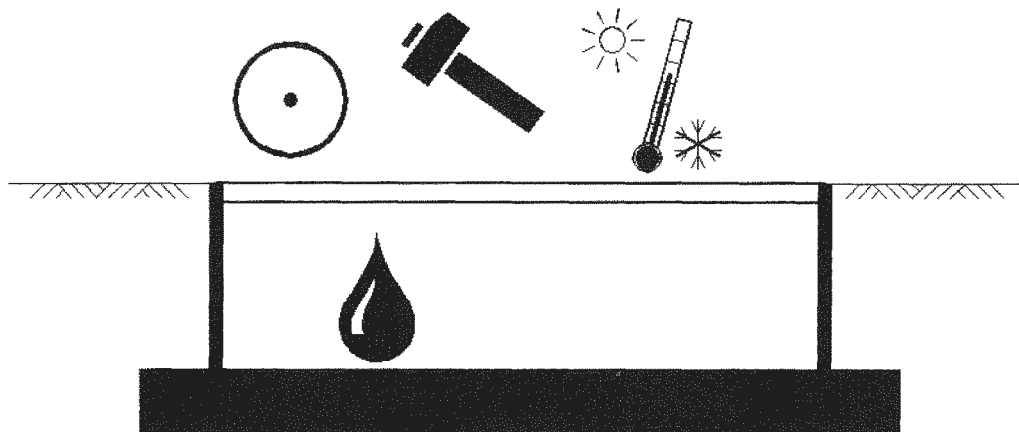
16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

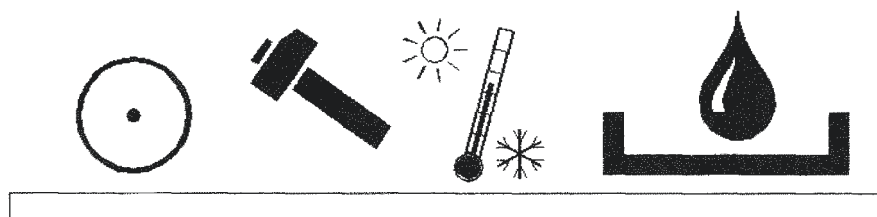
2.9 TYPE 9



Figuur 2.10 Verticale schermen met een ondoordringbare laag.

Verticale schermen worden voornamelijk toegepast voor het isoleren van grote, meestal reeds verontreinigde terreinen. Verontreinigde zones kunnen op deze wijze worden gescheiden van nog niet verontreinigde zones. Als materiaal worden toegepast: cement-bentoniet, stalen damwanden, geomembranen en/of combinaties hiervan. De verticale schermen worden tot in de diep gelegen ondoordringbare (klei)laag doorgezet. Daarbij moet worden voorkomen dat het verticale scherm de sterk ondoorlatende laag perforiert, doordat het scherm te ver wordt doorgezet.

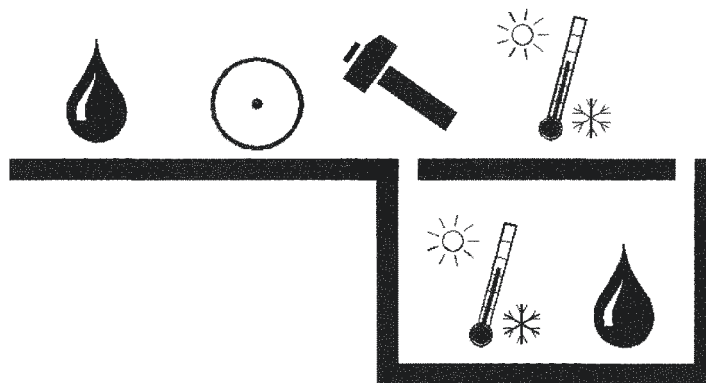
2.10 TYPE 10



Figuur 2.11 Prefab voorzieningen.

Onder een type 10-voorziening vallen lekbakken, verzamelcontainers en opslagkasten. Deze zijn onder meer beschreven in CPR-richtlijnen [6] en [7]. Thans is een groot aantal voorzieningen voor uiteenlopende toepassingen beschikbaar.

2.11 TYPE 11

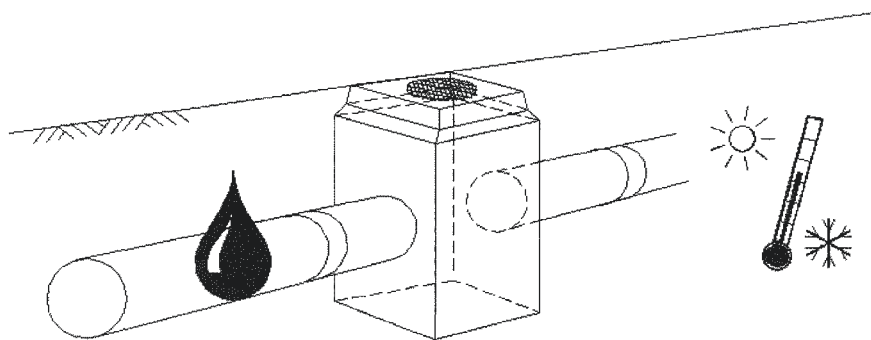


Figuur 2.12

Opvang/opslag- en calamiteitenbassin.

Onder type 11-voorzieningen vallen ondergrondse opslagtanks en bassins voor de opslag van vloeibare stoffen. Deze voorzieningen kunnen ook dienen voor de tijdelijke berging van bodembedreigende vloeistoffen, bijvoorbeeld bij calamiteiten.

2.12 TYPE 12



Figuur 2.13

Bedrijfsrioleringen.

Onder type 12-voorzieningen vallen bedrijfsrioleringen die, behalve voor afvoer van proceswater, ook kunnen dienen voor tijdelijke berging van bodemverontreinigende stoffen, bijvoorbeeld bij calamiteiten.

2.13 OVERIGE TYPEN VOORZIENINGEN

De bovenstaande indeling in 12 typen voorzieningen is niet volledig. Zo kunnen bijvoorbeeld ook groot-schalige bovengrondse opslagtanks en/of ondergrondse tanks een bodembeschermende functie vervullen.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragere voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharcegebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

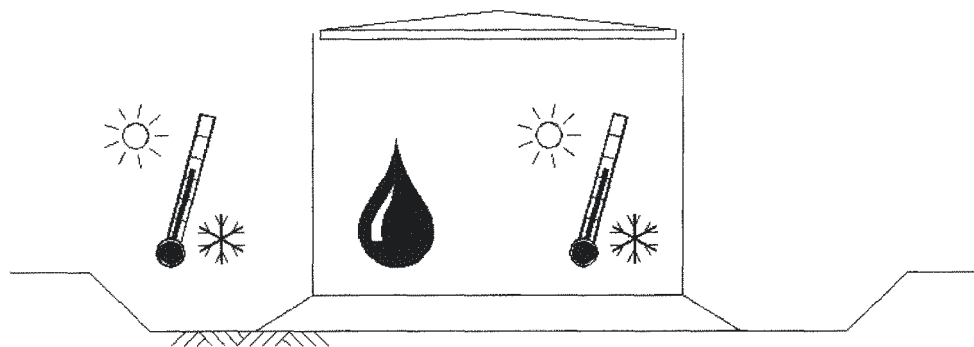
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

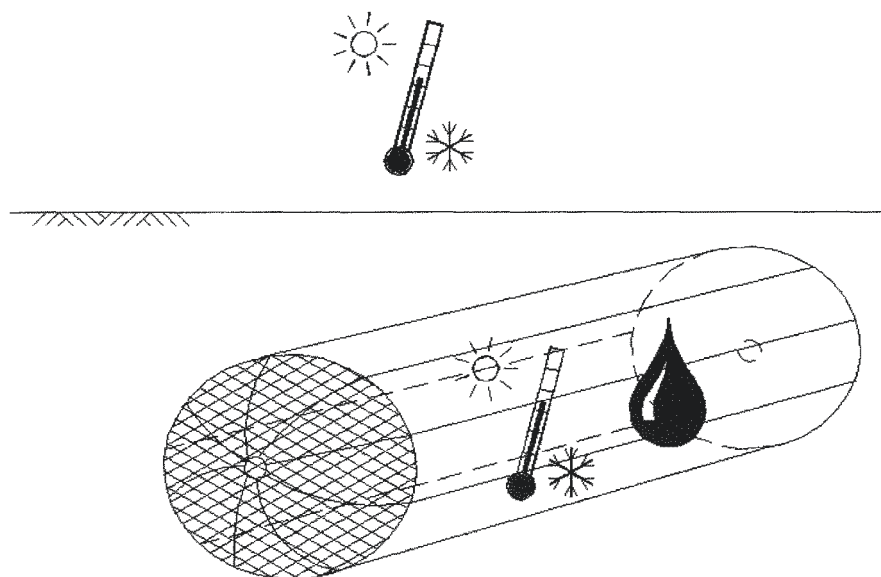
Voor regels en eisen voor het opslaan van vloeistoffen in ondergrondse tanks wordt verwezen naar de algemene maatregel van bestuur (amvb) BOOT [2] en voor bovengrondse opslagtanks naar de specifieke regels in [4], die als onderdeel van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten [3] zijn opgesteld.

Dergelijke voorzieningen kunnen ook worden toegepast voor de opvang van bodembedreigende stoffen tijdens of na een calamiteit. Voor calamiteitenvoorzieningen is specifieke regelgeving opgesteld. De desbetreffende documenten zijn onder andere vermeld in de NRB en in de NIBV/PBV-tabel 'Welke regelgeving bij bodembescherming' [8].



Figuur 2.14

Bovengrondse opslagtanks.



Figuur 2.15

Ondergrondse opslagtanks.

Voorts zijn door het combineren van verschillende typen voorzieningen nog talloze varianten te bedenken. Deze vallen buiten het kader van dit handboek, evenals lekdetectiesystemen en vormen van monitoring. Voor monitoring van de bodemkwaliteit, dat in bepaalde gevallen ook wordt gezien als een vorm van bodembescherming, wordt verwezen naar de betreffende hoofdstukken in de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten.

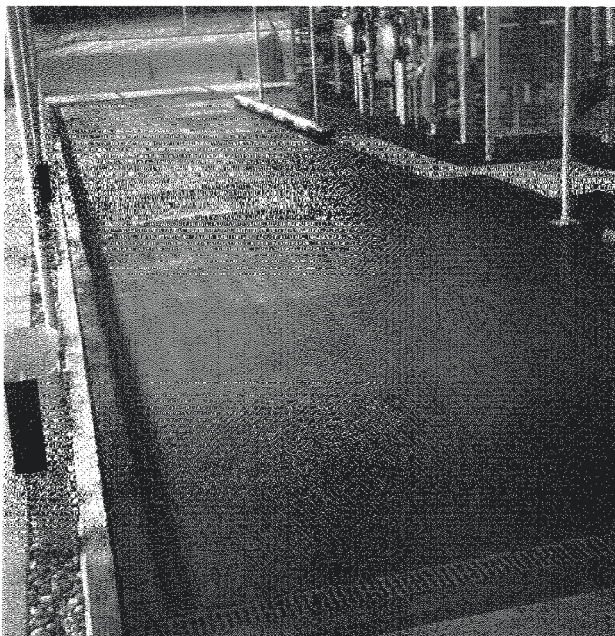
Op basis van het toe te passen materiaal worden in deel II van dit handboek de volgende categorieën bodembeschermende voorzieningen onderscheiden:

- cementgebonden constructies (hoofdstuk 8);
- bitumengebonden constructies (hoofdstuk 9);
- kunstharsgebonden vloersystemen (hoofdstuk 10);
- keramische tegelsystemen (hoofdstuk 11);
- kunststof foliesystemen (hoofdstuk 12);
- minerale afdichtingen (hoofdstuk 13);
- niet-materiaalgebonden prefab voorzieningen (hoofdstuk 14).

Voordat de verschillende constructies worden toegelicht, wordt eerst het ontwerpproces uiteengezet.

2.14 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen', NIBV, Woerden, 1997.
2. BOOT Besluit opslaan in ondergrondse tank, Stb 46, 1993.
3. Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten, InfoMil, Den Haag, 1997.
4. Richtlijnen bodembeheersmaatregelen voor atmosferische bovengrondse opslag, Stichting Europoort/Botlekbelangen, Rozenburg, 1999.
5. Stortbesluit en Bodembescherming, Stb.55, 1993.
6. CPR-richtlijnen CPR 15-1, Opslag gevaarlijke stoffen in emballage, opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0-10 ton), Tweede druk, SDU Uitgeverij, Den Haag, 1994.
7. CPR-richtlijnen CPR 15-3, Opslag bestrijdingsmiddelen in distributiebedrijven en aanverwante bedrijven. Opslag in hoeveelheden vanaf 400 kg, SDU Uitgeverij, Den Haag, 1990.
8. NIBV/PBV- tabel 'Wet- en regelgeving', NIBV, Woerden, 1997/01.



De keuze voor een materiaal wordt gemaakt in het ontwerpproces.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 3: Het ontwerpproces

In dit hoofdstuk worden de stappen beschreven die moeten worden doorlopen om te komen tot een adequate bodembeschermende voorziening. Eerst wordt de plaats van het ontwerpproces ten opzichte van het Stappenplan NRB [1] bepaald. Vervolgens wordt het ontwerpproces nader toegelicht aan de hand van het Programma van Eisen. Aan de orde komen constructieve aspecten en criteria die in het kader van vloeistofdichtheid worden gesteld.

Om te komen tot een keuze voor een adequate bodembeschermende voorziening wordt in de NRB het Stappenplan NRB geïntroduceerd. Via het Stappenplan NRB kan worden vastgesteld:

- a. of er sprake is van een bodembedreigende activiteit (stap 1);
- b. welke wet- en regelgeving bij een bodembedreigende activiteit van toepassing is (stap 2 t/m 6);
- c. in welke bodemrisicocategorie van de NRB de activiteit valt (stap 7);
- d. welke oplossingen mogelijk zijn, bijvoorbeeld brongerichte of effectgerichte maatregelen en/of voorzieningen, eventueel aangevuld met monitoring van de bodemkwaliteit (stap 8 t/m 10).

Het bodemrisico wordt in vier categorieën ingedeeld (A, A*, B, en C). Gestreefd moet worden naar een verwaarloosbaar risico op bodemverontreiniging (categorie A). Om dit te bereiken, kan gekozen worden uit voorzieningen en maatregelen. Dit handboek geeft voor het realiseren van de voorzieningen de nodige handreikingen.

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de in de NRB gehanteerde bodemrisicocategorieën en de bijbehorende strategieën om de bodem te beschermen.

Tabel 3.1 Bodemrisicocategorie volgens de NRB.

Bodemrisicocategorie		Strategie
A	Verwaarloosbaar risico op bodemverontreiniging van enige relevantie	Er zijn geen extra bodembeschermende voorzieningen en maatregelen noodzakelijk, anders dan: -het binnen andere kaders reeds voorgeschreven nul- en eindsituatieonderzoek naar de bodemkwaliteit.
A*	Aanvaardbaar risico op bodemverontreiniging van enige relevantie	Er zijn geen extra bodembeschermende voorzieningen en maatregelen noodzakelijk, anders dan: -de monitoring van de bodemkwaliteit, zo nodig gevolgd door zorgplichtsanering; -het binnen andere kaders reeds voorgeschreven nul- en eindsituatieonderzoek naar de bodemkwaliteit.
B	Verhoogd risico op bodemverontreiniging met een relevante omvang	Er zijn extra bodembeschermende voorzieningen en maatregelen noodzakelijk in de vorm van brongerichte voorzieningen en maatregelen. Indien deze mogelijkheid niet aanwezig is of niet voldoet, wordt keuzevrijheid geboden tussen effectgerichte voorzieningen/maatregelen (reductie tot A) en monitoring van de bodemkwaliteit (reductie tot A*).
C	Hoog risico op bodemverontreiniging met een grote omvang	Er zijn extra bodembeschermende voorzieningen en maatregelen noodzakelijk in de vorm van brongerichte voorzieningen en maatregelen. Indien deze mogelijkheid niet aanwezig is of niet voldoet, bestaat de verplichting tot (extra) effectgerichte voorzieningen/maatregelen.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerpproces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Het Stappenplan NRB eindigt bij het genereren van mogelijke oplossingen. Dit handboek gaat in op het vervolgtraject voor wat betreft het ontwerp van een vloeistofdichte voorziening. Voor maatregelen wordt verwezen naar de NRB.

Het ontwerpproces van een bodembeschermende voorziening wijkt in feite niet af van een traditioneel ontwerpproces. Wel gelden enkele belangrijke aanvullende criteria, zoals vloeistofdichtheid en bestandheid tegen de te weren stoffen. Bij het detailleren moet aan deze criteria extra aandacht worden besteed.

In grote lijnen leidt dit tot het volgende schema:

1 OPSTELLEN PROGRAMMA VAN EISEN	
Stel aan de hand van de Aandachtspuntenchecklist (APC) een Programma van Eisen (PvE) op. Maak hierbij (op hoofdlijnen) onderscheid in: a. eisen gesteld door het bevoegd gezag; b. eisen ten aanzien van bodembescherming; c. eisen met betrekking tot de te verwachten mechanische belastingen; d. eisen met betrekking tot de te verwachten chemische belastingen; e. eisen met betrekking tot de te verwachten thermische belastingen; f. overige door de gebruiker gedefinieerde eisen. Controleer of bij het invullen van het PvE naar de juiste normen, richtlijnen en/of CUR-Aanbevelingen wordt verwezen. Stel het PvE, zo nodig in overleg, bij.	Eisen bevoegd gezag Eisen bodembescherming Eisen t.g.v. de mechanische belastingen Eisen t.g.v. de chemische belastingen Eisen t.g.v. thermische belastingen Overige eisen (zie APC)
2 MAKEN VAN EEN ONTWERP EN VARIANTEN	
Ontwerp de constructie. Neem hierbij alle punten van het Programma van Eisen in overweging. Indien een oplossing niet voldoet aan, of in strijd is met, een of meer bepalingen uit het PvE, kies dan in overleg een andere oplossing of stel criteria uit het PvE bij. Maak ook varianten om uit de verschillende oplossingen een weloverwogen keuze te kunnen maken. Werk het ontwerp op de gebruikelijke wijze uit: van grof naar fijn. Eerst worden hoofdlijnen uitgewerkt, later de details	Normen/ Richtlijnen/ CUR-Aanbevelingen (Standaard) bepalingen/ Protocolen/ Reglementen/ Verordeningen
3 SELECTEER EEN OPLOSSING	
Toets of daadwerkelijk aan alle criteria uit het PvE is voldaan. Toets in het kader van bodembescherming of de voorziening als vloeistofdicht wordt aangemerkt.	Checklists CUR/PBV-Aanbeveling 44
4 BESCHRIJF DE VOORZIENINGEN	
Omschrijf het gewenste resultaat (geen procesbeschrijving) op een wijze dat de kwaliteit van de voorziening wordt gewaarborgd.	Bestek/werkomschrijving (Detail)tekeningen

Figuur 3.1

Het ontwerpproces.

Na het ontwerp volgt de realisatie en het in gebruik nemen van de voorziening. Aansluitend hierop volgt de fase van het beheer en onderhoud gedurende de levensduur.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerpproces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

3.1 PROGRAMMA VAN EISEN

Het Programma van Eisen (PvE) is gebaseerd op een inventarisatie van:

- > de bedrijfsactiviteiten;
- > de bodemgesteldheid;
- > de infrastructuur ter plaatse:
 - bovengronds (bebouwing, wegen, watergangen, afrasteringen en begroeiing);
 - ondergronds (riolering, kabels en leidingen);
- > de belastingen (chemisch, mechanisch, thermisch);
- > de vergunningsvoorwaarden;
- > de toekomstplannen van het bedrijf;
- > overige specifieke wensen.

Op basis van deze inventarisatie worden in het PvE eisen vastgelegd, die aan de voorziening worden gesteld. Deze eisen kunnen betrekking hebben op bijvoorbeeld multifunctionaliteit, levensduur, onderhoud, onderhoudskosten, resistentie, de mogelijkheden om in aanmerking te komen voor een lagere verzekeringspremie en de tijd waarin de noodzakelijke investeringen zich moeten terugverdienen.

3.1.1 AANDACHTSPUNTENCHECKLIST (APC)

Alle punten die van belang zijn voor het opstellen van het PvE zijn opgenomen in een handige afvinklijst: de Aandachtspuntenchecklist (APC) voor het opstellen van een Programma van Eisen voor bodembeschermende voorzieningen [2]. Deze aandachtspuntenlijst is als bijlage in dit handboek opgenomen. Aspecten die aan de orde komen, zijn onder meer:

- > de algemene aspecten, waarbij als uitgangspunt de gestelde eisen worden geïnventariseerd;
- > de optredende belastingen;
- > de mechanische belastingen die de constructie moet kunnen weerstaan;
- > de thermische belastingen die de constructie moet kunnen weerstaan;
- > de mate van vloeistofdichtheid/doorlatendheid;
- > de specifieke eigenschappen en overige aspecten;
- > de tijds- en financiële aspecten.

Met behulp van de APC kunnen alle relevante items worden doorlopen. Aangegeven kan worden in welke mate de items van toepassing zijn. De APC biedt in de vierde kolom de mogelijkheid om te verwijzen naar andere documenten, of een specificatie op te nemen waarin het aspect nader wordt toegelicht. Een voorbeeld van zo'n specificatie is een rapportage, waarin de resultaten van een grondmechanisch onderzoek nader worden uiteengezet.

Om tot een deugdelijke bodembeschermende voorziening te komen, moeten de eisen waaraan de voorziening moet voldoen, vooraf nauwkeurig worden omschreven. Deze eisen zijn gebaseerd op onder meer:

- > de bestaande situatie;
- > de eigenschappen van de stoffen die worden opgeslagen of gebruikt;
- > de constructieve eisen;

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

- > de frequentie en tijdsduur van de chemische belasting;
- > de functionele eisen;
- > de bodembeschermingseisen;
- > de geldende normen, richtlijnen en voorschriften;
- > de voorkeur van de ondernemer;
- > de levensduur en onderhoudsgevoeligheid;
- > de kosten;
- > de benodigde tijd voor aanleg van de voorziening.

De APC bestaat uit 2 tabellen:

- > Tabel 1: 'Stappenplan NRB'.
Via deze tabel wordt getoetst of het Stappenplan NRB geheel is doorlopen.
- > Tabel 2: 'Aandachtspuntenchecklist voor het opstellen van het Programma van Eisen voor realisatie van bodembeschermende voorzieningen'. Deze tabel bevat een reeks aandachtspunten ten aanzien van:
 - het (recent) bodemonderzoek;
 - de optredende belastingen, zowel chemisch, mechanisch als thermisch;
 - de gewenste eigenschappen van de voorziening;
 - de wijze van beheer en onderhoud.

Bij ieder aandachtspunt kunnen de volgende gegevens worden opgenomen:

- > In de kolom 'Van toepassing' wordt aangekruist of het aandachtspunt van toepassing is.
- > In de kolom 'Specificatie' worden nadere specificaties vermeld. Het kan daarbij gaan om:
 - een directe specificatie (bijvoorbeeld: 'eigen gewicht niet groter dan x kg');
 - een verwijzing naar rapportages van derden, waarin de gewenste specificaties zijn opgenomen (bijvoorbeeld uitkomsten van een grondmechanisch onderzoek).
- > In de kolom 'Akkoord' kan diegene die de lijst beoordeelt, afvinken of het gewenste aandachtspunt correct en volledig is ingevuld.

3.1.2 EISENPIRAMIDE

Met bodembeschermende voorzieningen moet indringing van schadelijke stoffen in de bodem worden voorkomen om het milieu en de volksgezondheid te beschermen. Bij het toepassen van bodembeschermende voorzieningen is het echter relevant te weten welke eisen moeten worden gesteld en hoe het eindresultaat te controleren/beoordelen.

Historisch gezien is er al van alles gebeurd, onderzocht en beschreven op het gebied van de eisen die aan bodembeschermende voorzieningen worden gesteld. Er zijn veel regels op vele niveaus en voor verschillende toepassingen. Soms zijn deze regels zelfs strijdig met elkaar. Dan wordt het moeilijk om te bepalen op grond waarvan een nieuw materiaal, of een nieuwe toepassing objectief kan worden getoetst. Voor het bedrijfsleven is een eenduidige beoordelingsmethode van belang, omdat zij dan technieken kan ontwikkelen of optimaliseren. Voor het bevoegd gezag is dit belangrijk, omdat zij hiermee beter vergunningsvoorschriften kan formuleren en handhaven.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

CUR/PBV-commissie D41 'Eisenpiramide bodembeschermende voorzieningen' is begonnen met het aanbrengen van structuur in de gestelde eisen. Zij heeft daartoe onderscheid gemaakt tussen de verschillende eisen die de relevante partijen stellen en de samenhang daartussen weergegeven in de zogenoemde eisenpiramide, die opgebouwd is uit schijven. Iedere schijf staat voor één van de volgende eisen:

- > gebruikerseisen te stellen aan een bouwwerk;
- > functionele (kwalitatieve) eisen aan een constructie, als onderdeel van het bouwwerk;
- > functionele eisen aan een constructieonderdeel;
- > prestatie-eisen, (gekwantificeerde, meetbare eisen) aan constructies of constructieonderdelen;
- > prestatie-eisen aan materialen;
- > prestatie-eisen aan grondstoffen waaruit de materialen zijn opgebouwd.



Figuur 3.2 Eisenpiramide.

Idealiter verloopt in de eisenpiramide het abstractieniveau hiërarchisch van hoog (gebruikerseisen aan het bouwwerk) naar laag (meetbare prestatie-eisen aan materialen en grondstoffen) en zijn er interacties tussen alle niveaus. In de huidige praktijk blijkt echter dikwijls dat:

- > de eisen per toepassingsgebied of per materiaal verschillen;
- > bij veel eisen een onderbouwde kwantificering ontbreekt;
- > de eisen zijn geformuleerd op grond van de mogelijkheden die de diverse materialen bieden.

Daarom werd besloten om de overeenkomsten en verschillen in kaart te brengen en verschillende eisenpiramides in te gaan vullen.

Een andere benadering is die van onderaf, dus vanuit de materialenkant. CUR/PBV-commissie D 41 heeft de gangbare prestatie-eisen voor materialen voor de eerder genoemde toepassingsgebieden geïnventariseerd en daarmee de onderste schijf van de piramide ingevuld. Uitgangspunt daarbij was dat tijdens de levensduur van een project de constructie anders belast wordt en dus aan andere eisen moet voldoen. Zo zal bijvoorbeeld tijdens de aanleg de weerstand tegen scheurvorming een belangrijke eis zijn om de vloeistofdichtheid te kunnen borgen, terwijl tijdens het uiteindelijk gebruik van de constructie de duurzaamheid van de voorziening een belangrijke rol speelt.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Maar ook het toepassingsgebied zorgt voor verschillende belastingen. Bij stortplaatsen bijvoorbeeld is de weerstand tegen onregelmatige zettingen belangrijk, bij benzinestations de bestandheid tegen mechanische, chemische en fysische belastingen.

Uit de inventarisatie bleek dat het wel mogelijk is om aan te geven op welke wijze een materiaal wordt belast, maar dat het bijna nergens mogelijk is om dit te kwantificeren. Vaak zijn prestatie-eisen geformuleerd zonder de grootte van de optredende belastingen te kennen. Voor het formuleren van de eisen werd dan uitgegaan van de eigenschappen en kwaliteit van het op dat moment gangbare materiaal. Dat zal soms leiden tot overdimensionering, maar kan ook leiden tot grotere risico's bij het beschermen van de bodem. Het is ook onduidelijk op welke wijze nieuwe materialen of nieuwe toepassingen moeten worden getoetst. D41 kwam tot de conclusie dat, voor een objectieve beoordeling van materialen in een bepaalde toepassing, kennis nodig is van de grootte van de optredende belastingen.

	Minerale afdichtingen	Geomembranen	Bitumen gebonden afdichtingen	Cement gebonden afdichtingen	Kunsthars gebonden afdichtingen
Isolerend vermogen					
(vloeistof)doorlatendheid	+	-	+	+	+
(gas)doorlatendheid	-	-	-	-	-
diffusie	-	-	-	-	-
adsorptie	-	-	-	-	-
transmissiviteit	+	-	-	-	-
effectiviteit overlap	+	-	-	-	-
Mechanische belasting					
veranderlijke statische belastingen	-	0	0	+	-
dynamische belastingen	-	0	0	+	-
permanente statische belastingen	-	0	0	+	-
belastingen voortvloeiende uit de constructie	0	0	0	-	0
Chemische belastingen					
percolaat	0	+	-	-	-
chemicaliën	-	+	-	+	0
stortgas	-	-	-	-	-
strooizout	-	-	-	-	-
biologische belasting	-	-	-	-	-
Fysische belasting					
temperatuur	-	0	-	-	0
hydraulische belasting	-	-	-	-	0
UV-straling	-	+	-	-	-

- + prestatie-eis geformuleerd op basis van in de praktijk optredende belastingen;
- 0 prestatie-eis geformuleerd zonder directe relatie met in de praktijk optredende belastingen;
- geen prestatie-eis geformuleerd, relevantie moet nog getoetst worden, prestatie-eis niet van toepassing.

Figuur 3.3 Prestatie-eisen voor verschillende materialen [9].

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

CUR/PBV-commissie D 41 heeft nu een overzicht van de diverse eisen uit verschillende invalshoeken, maar heeft als taak om een geordend, objectief en eenduidig systeem te ontwikkelen voor de eisen, waaraan bodembeschermende voorzieningen moeten voldoen. Daarvoor moet nog een aantal activiteiten worden uitgevoerd:

- > aangeven van de relevantie van de geconstateerde verschillen en leemtes in kennis;
- > kwantificeren van de relevante optredende belastingen;
- > formuleren van voorstellen tot harmonisatie.

Pas als er duidelijkheid is over de grootte van de optredende belastingen voor de diverse toepassingsgebieden en de relevantie van de geconstateerde verschillen en leemtes in kennis, kan de volgende stap worden gezet. Op deze wijze kan harmonisatie van de eisen aan bodembeschermende voorzieningen tot stand komen.

3.2 ONTWERPVARIANTEN EN KEUZE

Het ontwerpproces is, vanwege het creatieve karakter, moeilijk te beschrijven. Veelal wordt op basis van kennis en ervaring een voorontwerp opgesteld. Dit ontwerp wordt getoetst aan het Programma van Eisen en net zo lang bijgesteld, totdat het voldoet aan de vraag van de opdrachtgever.

De verschillende mogelijkheden worden eerst globaal uitgewerkt en vervolgens meer gedetailleerd, steeds rekening houdend met het PvE. Op basis van deze ontwerpvarianten kan vervolgens een afweging worden gemaakt. De uiteindelijke keuze wordt vaak niet alleen door rationele feiten bepaald. Beleids-, filosofische- en emotionele beweegredenen kunnen een belangrijke rol spelen. Verder zijn de plaatselijke omstandigheden van belang. Dit leidt ertoe dat standaardoplossingen vaak niet mogelijk zijn. Dikwijls leidt een combinatie van op elkaar afgestemde standaardcomponenten tot het gewenste maatwerk.

Het ontwerp moet uiteindelijk voorzien in:

- > de specificaties van de toe te passen materialen;
- > de opbouw van de voorziening;
- > de hoogtematen ten opzichte van het bouwpeil;
- > de maatvoering (laagdikte, lengte- en breedtematen);
- > het gewenste afschot in richting en grootte;
- > de plaats en doorsnede van eventuele voegen en/of (las)verbindingen;
- > de plaats, het type, het aantal en de doorsnede van eventuele koppelstaven, deuvels en/of wapening;
- > een omschrijving van de maatregelen, nodig om te voorkomen dat bij de aansluitingen met vaste bouwdelen door ongelijkmatige zetting schade ontstaat, waardoor de vloeistofdichtheid van de voorziening in gevaar komt;
- > de doorsneden van aansluitingen op andere bouwdelen, zoals schrobputten, kolken, lijnafwatering, putten en bouwmuren;
- > de gewenste vloeistofdichtheidsklasse bij een bedrijfsriolering;
- > de vereiste *k*-waarde bij een minerale afdichtingslaag.

Al deze aspecten moeten worden meegenomen in het bestek of de werkomschrijving, (detail)tekeningen en berekeningen. Berekeningen moeten zijn gebaseerd op de geldende normen, CUR-Aanbevelingen,



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerpproces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

bepalingen en richtlijnen. Uitgangspunt bij dit alles is, dat de vloeistofdichtheid gedurende de levensduur moet zijn gewaarborgd. Het ontwerp moet hierin voorzien. Verder moet in het ontwerp de inspectie-frequentie zijn aangegeven.

Het materiaal waaraan de voorziening zijn vloeistofdichtheid ontleent, moet gedurende een bepaalde tijd bestand zijn tegen de te weren vloeistoffen. De tijd kan daarbij van geval tot geval verschillend zijn. De bestandheid van het materiaal moet door een beproeving zijn aangetoond. Beschikbaar hiervoor zijn beproevingsmethoden die binnen het kader van het Plan Bodembeschermende Voorzieningen zijn omschreven.

3.3 TOETSING VAN DE GEMAAKTE KEUZE AAN REGELGEVING EN UITGANGSPUNTEN

Voordat wordt besloten tot het uitwerken van de gemaakte keuze in het definitieve ontwerp, is het verstandig om alles nog eens na te lopen en te beoordelen of:

- > aan alle regelgeving, waaronder de door het bevoegd gezag gehanteerde vergunningsvoorschriften, wordt voldaan;
- > aan de gestelde uitgangspunten in het Programma van Eisen wordt voldaan;
- > het risico van bodemverontreiniging daadwerkelijk tot het gewenste niveau wordt teruggebracht;
- > de overige betrokken partijen, zoals verzekeraar, brandweer, financier en gebruiker, akkoord gaan met de voorwaarden.

3.4 DEFINITIEF ONTWERP EN BESTEK/WERKOMSCHRIJVING

Aan de hand van de gemaakte keuze kan een definitief ontwerp van de voorziening worden gemaakt. Dit handboek biedt daarvoor de nodige handreikingen. Alvorens het ontwerp en bestek definitief te maken, is het belangrijk om na te gaan of het ontwerp nog wel aansluit aan de oorspronkelijke uitgangspunten en aan eventuele aanpassingen of wijzigingen die gaandeweg het proces zijn ontstaan. Vervolgens is het van belang om de afspraken tussen opdrachtgever en aannemer helder en duidelijk vast te leggen. Het gaat daarbij niet alleen om afspraken op het technische vlak, maar ook om afspraken van administratieve, financiële en juridische aard. De mate van complexiteit bepaalt hoe gedetailleerd de werkzaamheden moeten worden omschreven. Een bestek biedt hiervoor de noodzakelijke handreikingen.

De Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken [6] beschrijft het bestek als: 'de beschrijving van het werk, de daarbij behorende tekeningen, de voor het werk geldende voorwaarden, de nota van inlichtingen en het procesverbaal van aanwijzingen'.

Het bestek vervult in de communicatie tussen opdrachtgever en (potentiële) aannemer een rol als:

- > een informatiebron voor de potentiële aannemer om een aanbiedingsprijs te kunnen bepalen;
- > het referentiekader voor de uitvoering door de aannemer aan wie het werk is gegund.

Behalve communicatiedocument is het bestek ook een contractdocument. Het vormt immers de basis van de aannemingsovereenkomst tussen de opdrachtgever en de aannemer, zoals is geregeld in het Burgerlijk



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Wetboek. Bij de oplevering wordt aan de hand van het bestek gecontroleerd of de aannemer aan zijn contractueel vastgelegde resultaatsverplichtingen heeft voldaan.

De belangrijkste eisen die aan een bestek moeten worden gesteld, zijn:

- > een uniforme structuur, zodat verantwoord een aanbiedingsprijs kan worden bepaald;
- > een min of meer vast pakket van voorwaarden, waardoor de aan het werk verbonden risico's snel kunnen worden bepaald;
- > een volledige vastlegging van het te realiseren werk en de gewenste eindkwaliteit, zodanig dat de aannemer de wijze van uitvoering zo veel mogelijk zelf kan bepalen (resultaatsverplichting);
- > garantiebepalingen en –voorwaarden.

Het verdient aanbeveling het bestek uit te werken volgens de RAW- [7] of STABU-systematiek [8].

De omvang van de uit te voeren werkzaamheden kan zodanig zijn dat een bestek of tekeningen niet noodzakelijk is. Ook voor relatief eenvoudige werkzaamheden kan worden volstaan met het opstellen van een gedegen werkomschrijving. Kennis van de materie blijft echter altijd noodzakelijk. Om problemen achteraf te voorkomen, is het noodzakelijk alle aspecten helder en ondubbelzinnig te formuleren en geen essentiële punten te vergeten.

In dit hoofdstuk is het ontwerpproces nader beschreven. Het ontwerpproces van een bodembeschermende voorziening wijkt in feite nauwelijks af van een traditioneel ontwerpproces. Duidelijk is dat het Programma van Eisen het hart van dit proces vormt.

De volgende hoofdstukken gaan in op de aspecten ten aanzien van bodembescherming, die extra aandacht vergen. Om te beginnen wordt uiteengezet tegen welke typen belastingen bodembeschermende voorzieningen bestand moeten zijn.

3.5 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB), InfoMil, Den Haag, 1997.
2. Aandachtspuntenchecklist voor het opstellen van het Programma van Eisen voor realisatie van bodembeschermende voorzieningen, Stichting CUR, Gouda, 1999.
3. Wet milieubeheer, 1992, Stb.551, SdU, 's-Gravenhage.
4. Wet bodembescherming, 1992, Stb.633, SdU, 's-Gravenhage.
5. Stortbesluit Bodembescherming, Ministerie van VROM, 's-Gravenhage, 1993, Stb.606, 1998, Stb.22, SdU, 's-Gravenhage.
6. U.A.V. 1989, Uniforme administratieve voorwaarden voor het uitvoeren van werken, CROW, Ede, 1989.
7. RAW- systematiek (Standaard 1995), CROW, Ede, 1995.
8. STABU- systematiek, STABU, Ede, 1995.
9. CUR/PBV-Aanbeveling, Eisenpiramide bodembeschermende voorzieningen, CUR, Gouda, in voorbereiding.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

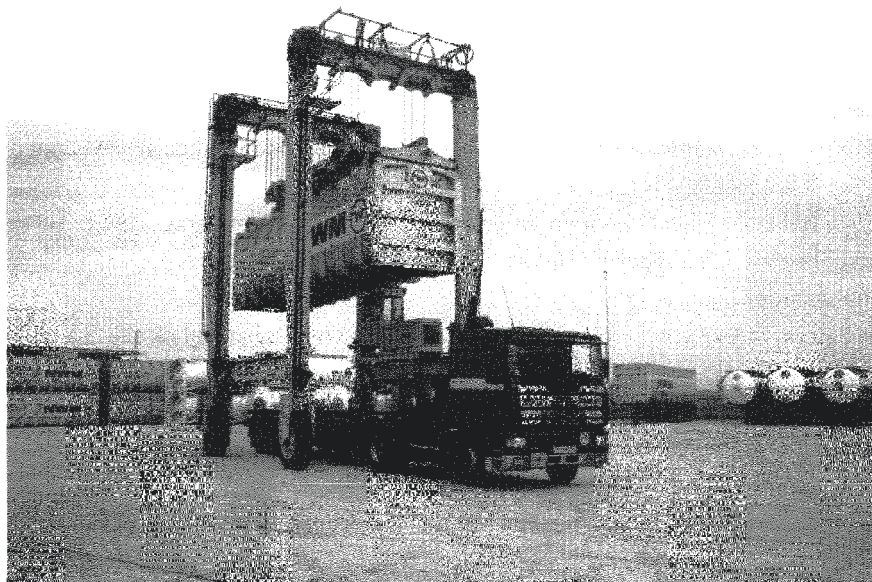
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Optredende mechanische belastingen bepalen mede het ontwerp.



1 Inleiding

**2 Typen bodem-
beschermende
voorzieningen**

**3 Het ontwerp-
proces**

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

**6 Dragers voor bo-
dembeschermende
voorzieningen**

7 Voegafdichtingen

**8 Cementgebonden
constructies**

**9 Bitumineuze
constructies**

**10 Kunstharsgebonden
vloersystemen**

**11 Keramische
tegelsystemen**

**12 Kunststof
foliesystemen**

**13 Minerale
afdichtingen**

**14 Niet materiaal-
gebonden prefab
voorzieningen**

15 Bedrijfsrioleringen

**16 Voorlopige keuze
uit mogelijke
voorzieningen**

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

Hoofdstuk 4: Belastingen

De belangrijkste optredende belastingen die bodembeschermende voorzieningen ondergaan, zijn:

- a. mechanische belastingen;
- b. chemische belastingen;
- c. fysische belastingen.

De, met name verticale, belastingen worden in dit hoofdstuk nader beschreven.

4.1 MECHANISCHE BELASTINGEN

Mechanische belastingen worden in NEN 6702 [1] onderverdeeld in:

- > permanente belastingen, zie 4.1.1;
- > veranderlijke belastingen, zie 4.1.2;
- > bijzondere belastingen.

4.1.1 PERMANENTE BELASTINGEN

Permanente belastingen kunnen verder worden onderverdeeld in:

- > eigen gewicht van het bouwwerk;
- > belastingen door grond en grondwater;
- > belastingen door voorspanning;
- > belasting door oppervlaktewater;
- > opslag van vloeistoffen in tanks, reservoirs e.d.;
- > belastingen ten gevolge van opgelegde vervormingen. Als opgelegde vervorming kan worden beschouwd:
 - vervormingen die opgelegd worden of ontstaan tijdens de montage;
 - kruip van materialen;
 - krimp en uitzetting van materialen voor zover dit blijvend is;
 - zetting en uitzettingsverschillen van de fundering.

4.1.2 VERANDERLIJKE BELASTINGEN

Deze belastingen kunnen worden onderscheiden in:

- > belastingen door personen, meubilair en aankleding;
- > belastingen door opslag van goederen en materialen;
- > belastingen door machines;
- > belastingen door voertuigen;
- > windbelasting;
- > belastingen door regenwater en sneeuw;
- > belastingen ten gevolge van temperatuurverschillen.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

De belastingen door personen, meubilair, aankleding en belastingen door opslag van goederen en materialen kunnen worden onderverdeeld in:

- gelijkmatig verdeelde belastingen;
- geconcentreerde belastingen.

> Gelijkmatig verdeelde belastingen

In NEN 6702 worden richtwaarden gegeven voor de verschillende gelijkmatige belastingen die op bedrijfsvloeren kunnen optreden. Het betreft hier extreme waarden, die in rekening moeten worden gebracht voor toetsing in de uiterste grenstoestand. Voor gelijkmatig verdeelde belastingen op stroken of vakken geeft onderstaande tabel per toepassing de rekenbelasting.

Tabel 4.1 Minimale waarden van gelijkmatig verdeelde belastingen op vloeren.

	Toepassing	Belasting p_e [kN/m ²]
I	Koelhuis/vriescel	5,0 per m opslaghoogte
II	Magazijn voor boeken/papier	4,5 per m opslaghoogte
III	Magazijn voor kantoor/boekhandel	4,0 per m opslaghoogte
IV	Magazijn voor distributie	2,5 per m opslaghoogte
V	Technische ruimten	5,0
VI	Drukkerij	12,5
VII	IJzergieterij	20,0

> Geconcentreerde lasten

De staanders van bijvoorbeeld magazijnstellingen kunnen zeer hoge geconcentreerde puntlasten op de vloer veroorzaken. Veel voorkomende belastingen van magazijnstellingen zijn:

- > een belasting van 35 tot 135 kN;
- > een contactoppervlak van 100 × 100 mm² of 100 × 150 mm²;
- > een hart-op-hartafstand van 200 tot 300 mm.

> Belastingen door machines

De belasting die door machines wordt veroorzaakt, moet in verband met trillingen worden vermenigvuldigd met een vergrotingsfactor. De grootte van deze factor is afhankelijk van de aan de versnelling onderhevige massa en is beschreven in NEN 6702 [1]. Met de vergrotingsfactor wordt het dynamische karakter van de belasting omgezet in een statisch equivalent.

> Belastingen door voertuigen

Belastingen door voertuigen zijn vaak maatgevend voor de afmetingen van een constructie. In tabel 4.2 is voor bedrijfsverhardingen een indeling naar belastingsklassen weergegeven, gebaseerd op het aantal belastingwisselingen en de grootte van de wiellast. De tabel is ontleend aan de VNC-publicatie 'Betonnen bedrijfsvloeren en verhardingen' [2].

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 4.2 Mobiele belastingen versus belastingklasse.

	Belastingklasse	Frequentie (aantal/etmaal)	Max. wiellast F_{max} (kN)
1	licht	< 20	< 260
2	matig	< 50	60 – 75
3	gemiddeld	100 – 500	75 – 90
4	zwaar	> 1000	90 – 100

Een veel gebruikt transportmiddel om lasten horizontaal en verticaal te verplaatsen, is de vorkheftruck. Het hefvermogen van vier- of meerwielige heftrucks varieert van circa 0,5 tot 50 ton (5-500 kN). Tabel 4.3 geeft een overzicht van de wiellast bij verschillende hefvermogens.

Tabel 4.3 Wiellasten van heftrucks bij verschillende hefvermogens.

Soort belasting	Twee wielen per as				Vier wielen per as			
hefvermogen (kN)	5	10	20	30	50	70	90-300 à 400	500
eigen gewicht (kN)	10	25	40	50	75	90	130-400 à 500	600
truck+lading (kN)	15	35	60	80	125	160	220-700 à 900	1100
max voor-aslast (kN)	13	31	54	72	113	144	198-630 à 810	990
max.wiellast (kN)	6	15	27	36	28	36	50-158 à 202	248

Bij het berekenen van de benodigde vloerdikte is, behalve de maximale wielbelasting, ook de grootte van het contactoppervlak van de wielen van belang. Omdat het contactoppervlak in werkelijkheid verschillende vormen kan hebben, bijvoorbeeld rechthoekig of elliptisch, is het gebruikelijk om te rekenen met een equivalente straal (a) van een cirkelvormig contactoppervlak. In de VNC-publicatie over betonnen bedrijfsverhardingen is voor een aantal veel voorkomende bandtypen de bijbehorende equivalente straal gegeven.

4.2 CHEMISCHE BELASTINGEN

Chemische belastingen kunnen een constructie aantasten, waardoor de weerstand tegen mechanische belastingen kan afnemen. De ernst van de aantasting wordt bepaald door de mate waarin het materiaal, waaruit de constructie is opgebouwd, bestand is tegen deze chemische belastingen. Deze bestandheid is afhankelijk van met name de concentratie, hoeveelheid en aard van de betreffende stof, de temperatuur en de tijdsduur van blootstelling aan de betreffende chemische vloeistof.

De volgende voorbeelden geven aan dat een stof/constructie aangetast wordt door een bepaalde vloeistof, maar waarbij de bestandheid tegen chemische belastingen niet wordt aangetast. De aantasting is slechts tijdelijk van aard.

- > Het morsen van een kleine hoeveelheid benzine op een asfaltconstructie veroorzaakt tijdelijk een weke plek. Nadat de benzine is verdampt, neemt het asfalt zijn oorspronkelijke structuur weer aan. De aantasting is derhalve tijdelijk.
- > Het morsen van een kleine hoeveelheid zoutzuur tast een betonconstructie in geringe mate aan. Het zoutzuur reageert met de cementsteen. Het proces stopt na verloop van tijd, waarna een blijvende aantasting resteert. Omdat de aantasting oppervlakkig is, zal dit de bestandheid tegen mechanische belastingen niet wezenlijk beïnvloeden.

Voor de bestandheid van beton in agrarisch milieu, wordt verwezen naar CUR-rapport 167 [3].

Voor de bestandheid van kunstharsgebonden vloeren tegen chemische belastingen wordt verwezen naar CUR/PBV-Aanbeveling 64 [4].

4.2.1 PRODUCTINFORMATIEBLADEN

In bepaalde gevallen is het noodzakelijk om voor specifieke materiaaleigenschappen contact op te nemen met leveranciers. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als voor een bepaalde toepassing geen eenduidige beproevingsmethoden of beproevingsresultaten beschikbaar zijn. De leverancier zal de gewenste informatie meestal graag verstrekken. Meestal gebeurt deze informatieverstrekking in de vorm van productinformatiebladen. Productinformatiebladen geven veelal een indicatie van de bestandheid van het materiaal tegen verschillende chemische belastingen. Voor een eerste selectie bieden dergelijke overzichten goede handvatten. In de praktijk zal echter vaak blijken dat:

- > de betreffende stof niet op de lijst voorkomt;
- > de condities niet overeenkomen;
- > er sprake is van een combinatie van verschillende stoffen.

In alle gevallen moet daarom met de leverancier worden overlegd of het materiaal geschikt is voor de gewenste toepassing. De leverancier of applicateur moet de bestandheid garanderen.

Naast een indicatie van de chemische resistentie vermeldt het productinformatieblad veelal technische eigenschappen. In tabel 4.4 is een voorbeeld opgenomen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 4.4

Voorbeeld productinformatieblad.

Technische eigenschappen:		
Basis		Twee-componenten voegmateriaal op epoxybasis, bestaande uit een hars-component en een vloeibare harder.
Kleur		Grijs en zilvergrijs. Overige kleuren op aanvraag.
Soortelijk gewicht		1,25 kg/l.
Verbruik		600–2500 g/m', afhankelijk van tegelformaat, voegbreedte en -diepte. Met de volgende verbruiksformule berekent u de benodigde hoeveelheid voegmateriaal per vierkante meter: voegbreedte (mm) x voegdiepte (mm) x voeglengte per m ² (m) x soortelijk gewicht (1,25) x extra verbruiksfactor (1,2) = g/m ² .
Mengverhouding		Voeg de hars- en hardercomponenten geheel samen.
Verwerkingstemperatuur		Vanaf 10° tot 30° C (temperatuur van zowel de omgeving als de ondergrond).
Wachttijd		Geen wachttijd aanhouden. 703 Spuit-Epoxy dient direct na het mengen te worden aangebracht.
Verwerkingstijd		Bij een temperatuur van ca. 20°C, de aangemaakte voegmortel binnen 45 minuten na het aanmaken verwerken. Hogere temperaturen verkorten de verwerkingstijd; lagere temperaturen verlengen deze.
Consistentie		Pasteus na menging van hars- en hardercomponent.
Afbindingstijd		De afbinding tot een spanningsarme voeg vindt in 8–12 uur door een chemische reactie plaats. Na 7 dagen is het materiaal volledig chemicaliënbestendig.
Vuilgevoeligheid		Door het gladde en gesloten oppervlak zal vuil zich onder normale omstandigheden niet of nauwelijks aan de voeg hechten.
Reinigingsbestendigheid		703 Spuit-Epoxy is bestand tegen alle huishoudelijke schoonmaakmiddelen en hogedrukreiniging.
Veroudering		703 Spuit-Epoxy vertoont na afbinding geen verouderingsverschijnselen. Veroudering heeft betrekking op het epoxysysteem en niet op de kleur en/of de glans.

4.3 FYSISCH BELASTINGEN

Fysische belastingen worden ingedeeld in:

- > thermische belastingen;
- > UV- belastingen.

Thermische belastingen veroorzaken het uitzetten en krimpen van constructies. Onder invloed hiervan treden buig- en/of trekspanningen op. Thermische belastingen spelen ook een rol bij vorst-dooiwisselingen. Daarbij kan worden gedacht aan de grote temperatuursverandering die optreedt bij gladheidsbestrijding door het opstrooien van zout. Het zout onttrekt warmte aan de onderlaag, waardoor de onderlaag nog sterker afkoelt. Het vermenigvuldigen van de lineaire uitzettingscoëfficiënt met de elasticiteitsmodulus geeft een indicatie van de kracht die bij stijging of daling van de temperatuur vrijkomt als het materiaal niet vrij kan bewegen.

Een belasting door ultraviolette straling kan bij bepaalde materialen leiden tot een reductie van de bestandheid van het materiaal tegen bijvoorbeeld chemische of mechanische belastingen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

In dit hoofdstuk zijn de diverse belastingen beschreven, waartegen de bodembeschermende voorziening bestand moet zijn. In de hoofdstukken waarin per materiaalgroep ontwerpaspecten worden uitgewerkt, wordt aan dit hoofdstuk gerefereerd.

Bij de keuze voor een adequate bodembeschermende voorziening is de ondergrond van groot belang. In het volgende hoofdstuk wordt hierop nader ingegaan.

4.4 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. NEN 6702, TBG 1990 Belastingen en vervormingen, NNI, Delft, 1991.
2. Bouquet, G.Chr., J.W. Frénay, Betonnen bedrijfsvloeren en bedrijfsverhardingen, VNC, 's-Hertogenbosch, 1998.
3. Frénay, J.W., H. Zilverberg, Duurzaamheid van beton in agrarische milieus, IMAG-DLO rapport 93-17/ CUR rapport 167, Wageningen/Gouda, 1993.
4. CUR/PBV-Aanbeveling 64, Vloeistofdichte Kunstharsgebonden vloersystemen, CUR, Gouda, 1998.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

Hoofdstuk 5: Vloeistofdichtheid

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op het begrip vloeistofdichtheid en de wijze waarop deze vloeistofdichtheid wordt bepaald.

In de verschillende PBV-documenten is ten aanzien van de vloeistofdichtheid en de noodzaak hiertoe, het volgende opgenomen:

- > Vloeren en verhardingen worden als vloeistofdicht beschouwd, indien gedurende de gebruiksduur de vloeistof aan de niet-belaste zijde niet uittreedt. Om een zekere veiligheidsmarge te bereiken, moet bij het ontwerp worden uitgegaan van een bepaalde indringdiepte, op basis waarvan de afmetingen van de constructie worden vastgelegd. De bodemverontreinigende vloeistof mag dus wel indringen, maar aan de mate van indringing worden eisen gesteld.
- > Voor minerale afdichtingslagen, onder andere toegepast bij reststoffenbergingen, mag in bepaalde gevallen een zekere, onvermijdbare doorlatendheid worden geaccepteerd. Landelijk is in principe uitgangspunt van beleid dat, bij minerale afdichtingslagen ter plaatse van bedrijfsterreinen, geen doorlatendheid wordt geaccepteerd.
- > Bij bedrijfsrioleringen wordt in de CUR/PBV-Aanbeveling 51 [1] een bepaalde doorlatendheid toegestaan. De toelaatbare doorlatendheid is afhankelijk van de geldende 'vloeistofdichtheidsklasse'.

Voordat een ontwerper aan de slag kan, zal de mate van vloeistofdichtheid voor de betreffende constructie dan ook helder omschreven moeten zijn. Er zullen kwantificeerbare criteria als uitgangspunt moeten zijn vastgelegd.

De uiteindelijke vloeistofdichtheid van een constructie wordt bepaald door:

- > de keuze van het materiaal;
- > het ontwerp en de keuze van de constructie;
- > de toegepaste detaillering en aansluitingen;
- > de manier van uitvoeren en aanleggen.

Bij het aantonen van de vloeistofdichtheid van een constructie moet onderscheid worden gemaakt tussen gescheurde en ongescheurde constructiedelen. Scheuren bevorderen de doorgang van vloeistof door het materiaal namelijk aanzienlijk. Bij een gescheurde constructie wordt verder onderscheid gemaakt tussen scheuren die ontstaan door buigtrekspanningen en scheuren die ontstaan door trekspanningen. Buigtrekspanningen leiden doorgaans tot scheuren, die slechts tot een bepaalde diepte optreden, terwijl zuivere trekspanningen leiden tot doorgaande scheuren. In verband met de vloeistofdichtheid zijn doorgaande scheuren dan ook veelal onacceptabel.

CUR/PBV-Aanbeveling 65 [2] omschrijft als ontwerpcriterium, dat de indringing bij dunne lagen (minder dan 5 mm dik) nul moet zijn. Bij dikkere lagen mag de indringing niet meer bedragen dan de helft van de dikte van de laag die de vloeistofdichtheid moet garanderen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

5.1 BEPROEVINGSMETHODE

Vanuit het Plan Bodembeschermende Voorzieningen wordt gesteld, dat de vloeistofdichtheid of de toegestane doorlatendheid moet worden aangetoond door proeven. Helaas zijn niet voor alle materialen eenduidige en algemeen geaccepteerde beproevingsmethoden beschikbaar. Als er al beproevingsmethoden zijn, betekent dit nog niet dat er voldoende resultaten beschikbaar zijn voor een juiste beoordeling. De proeven kunnen door en in opdracht van verschillende partijen zijn uitgevoerd, waarbij de resultaten niet centraal worden geregistreerd. Het is dus mogelijk dat bepaalde proeven meer dan één keer worden uitgevoerd, omdat niet bekend is dat een bepaalde constructie al eens eerder is onderzocht. Het gevolg is ook dat er onduidelijkheid kan bestaan of het materiaal nu wel of niet bestand is tegen de te weren vloeistof.

Toelichting

De te hanteren proeven worden vaak voorgeschreven in CUR-Aanbevelingen, richtlijnen, protocollen en dergelijke. De bepalingen, eisen en criteria in deze documenten zijn echter pas van toepassing als dit, liefst schriftelijk, tussen partijen is overeengekomen. Het is dus niet vanzelfsprekend dat een bepaalde beproevingsmethode ook van toepassing is.

5.1.1 CAPILLAIRE ABSORPTIEPROEF VOOR VLOEISTOFINDRINGING IN BETON

Een omvangrijk Duits onderzoek heeft aangetoond, dat de vloeistofindringing in beton nagenoeg volledig capillair plaatsvindt. Op basis van deze conclusie is een capillaire absorptieproef ontwikkeld.

De capillaire absorptieproef wijst uit dat de vloeistofindringing in beton een lineair verband vertoont met de wortel uit de expositieduur. Een uitzondering op deze regel vormt water. Water vertoont na verloop van enkele uren al een minder snelle indringing. Nader onderzoek heeft aangetoond dat dit wordt veroorzaakt door het oplossen van kalkkristallen in de poriën van het beton. De hierdoor ontstane concentratie wekt een diffusieproces op dat de verdere capillaire indringing afremt.

De vloeistofopnamecoëfficiënt is evenredig met de wortel uit de verhouding tussen oppervlaktespanning en dynamische viscositeit van de vloeistof. Ook hier vormt water een uitzondering. De indringdiepte van de verschillende vloeistoffen in beton is evenredig met de hoeveelheid ingedrongen vloeistof. Door dit verband kan de vloeistofindringing in beton op niet-destructieve wijze worden vastgesteld. Het genoemde verband (indringdiepte - soort vloeistof) is onafhankelijk van de betonsamenstelling en de aard van de vloeistof.

Voor meer informatie over de Duitse systematiek wordt verwezen naar [3, 4 en 5].

5.1.2 ISO-DIS-INDRINGINGSPROEF

De ISO/DIS 7031 [6] beproevingsmethode is oorspronkelijk bedoeld om de waterindringing in beton vast te stellen. De beproevingsmethode wordt op dit moment ook gebruikt voor het beproeven van betonnen kernen met dieselolie. De ISO/DIS-proef wordt verder, zij het in een iets aangepaste vorm, ook gebruikt voor het beproeven van bitumineuze kernen. Op een vlakke zijde van een betonnen cilinder wordt op een oppervlak met een diameter van 75 mm gedurende 4 dagen een waterdruk uitgeoefend van ten hoogste 0,7 MPa (7 bar). Vervolgens wordt de indringdiepte van de vloeistof bepaald aan de hand van een gespleten proefstuk. In hoofdstuk 9 en in [7] wordt hierop verder ingegaan.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Dat voor het vaststellen van de vloeistofdichtheid van de verschillende materialen andere beproevingsmethoden worden gebruikt, heeft zijn redenen. Uit praktische overwegingen is voor het bepalen van de vloeistofdichtheid van betonnen elementenverhardingen bij tankstations destijds gekozen voor de ISO/DIS-methode. Deze keuze wordt onderbouwd door de stelling, dat de druk hoog kan oplopen door de belasting van een zwaar beladen vrachtwagen op een vloeistof die over een gering oppervlak is verdeeld. Verder geeft de beproevingsmethode snel resultaat. Direct na het splijten van de kern kan namelijk de indringing worden vastgesteld. De capillaire beproevingsmethode lijkt geschikt voor het bepalen van de indringing van milieubelastende vloeistoffen in beton, omdat uit Duits onderzoek bleek dat deze indringing voornamelijk capillair van aard is.

Omdat het niet wenselijk is om elke vloeistof en constructie steeds opnieuw te beproeven, moet worden nagedacht over een systematiek, waarbij het mogelijk is om over resultaten te beschikken van eerder uitgevoerd onderzoek.

Al met al blijkt dat er met betrekking tot de te hanteren beproevingsmethoden nog afstemming moet plaatsvinden om te komen tot uniforme, goed bruikbare en algemeen geaccepteerde beproevingsmethoden. In het kader van het PBV wordt hieraan gewerkt. Geadviseerd wordt dan ook steeds naar de meest actuele stand van zaken te informeren.

5.2 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. CUR/PBV-Aanbeveling 51, Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen, CUR/PBV, Gouda, 1997.
2. CUR/PBV-Aanbeveling 65, Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen. Uitvoering door middel van een vloeistofdichte betonvloer of -verhardingen of het aanbrengen van een beschermlaag op een draagvloer van beton, CUR/PBV, Gouda, 1998.
3. Beton als Schutz gegen wassergefährdende Stoffe, Deutscher Beton-Verein E.V., 1997.
4. Deutscher Ausschluß für Stahlbeton: Richtlinie für Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, DAfStb, Berlin, 1992.
5. Technische Regel wassergefährdende Stoffe (TRWS) Ausführung von Dichtflächen.
6. ISO/DIS 7031, Concrete hardened determination of the depth of penetration of water under pressure, 1983.
7. CUR/PBV-Aanbeveling 52, Bepaling van de vloeistofdichtheid van bitumineuze materialen, CUR/PBV, Gouda, 1998.
8. CROW/PBV-Rapport 98-1, Vloeistofdichtheid van bitumineuze constructies en materialen, CROW, Ede, 1998.
9. CUR/CROW/PBV-Rapport 98-2, Vloeistofindringing in beton, Achtergrondrapport bij CUR/PBV-Aanbeveling 63, CUR, Gouda, 1998.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Het aanbrengen van een zandbed.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 6: Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

Het functioneren van een bodembeschermende voorziening wordt mede bepaald door de drager waarop de voorziening wordt aangebracht. De aan de drager te stellen eisen maken deel uit van het Programma van Eisen. Dit hoofdstuk behandelt de belangrijkste ontwerpaspecten van elastisch ondersteunde vloeren (binnen gebouwen) en verhardingen (buiten gebouwen), dit zijn vloeren en verhardingen die rechtstreeks op de ondergrond rusten zonder toepassing van palen, waaraan tevens eisen worden gesteld ten aanzien van vloeistofdichtheid.

Als ondergrond voor elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen komen in aanmerking:

- > alleen een zandbed;
- > een zandbed met daarop een fundering.

Als fundering komt in aanmerking:

- > ongebonden fundering:
 - korrelvormige mengsels (steenmengsels en granulaten);
- > licht gebonden fundering:
 - mengsels bestaande uit fosforslak, hoogovenslak en betonpuingranulaat;
- > gebonden fundering:
 - zandcement;
 - asfaltgranulaat;
 - schraal beton;
 - schuimbeton.

Bovenstaande opsomming moet niet worden verward met de opsomming van materialen waaruit een bodembeschermende voorziening kan worden samengesteld.

Spanningen, ontstaan door het eigen gewicht en de belastingen op de constructie, mogen geen ongewenste vervorming van de ondergrond veroorzaken. Het is dan ook van groot belang gegevens te verkrijgen over de structuur en het draagvermogen van de ondergrond waarop de voorziening wordt aangebracht.

Het draagvermogen van de natuurlijke ondergrond wordt bepaald door onder meer de bodemopbouw en de fluctuaties in de grondwaterstand.

In de volgende paragraaf worden voor het dimensioneren van verhardingen enkele parameters met betrekking tot de natuurlijke ondergrond behandeld. Aan de orde komen beproevingsmethoden voor het bepalen van de waarde van de draagkracht van de bodem.

6.1 FUNDERING OF GRONDVERBETERING

Als een bodembeschermende voorziening, zoals een vloer, verharding, kunststof folie of minerale afdichtingslaag, niet direct op de natuurlijke grondslag kan worden aangebracht, moet worden gekozen voor de aanleg van een fundering of voor grondverbetering. Factoren die bij deze keuze een rol spelen, zijn:

- > de benodigde draagkracht;
- > de gewenste hoogteligging;



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

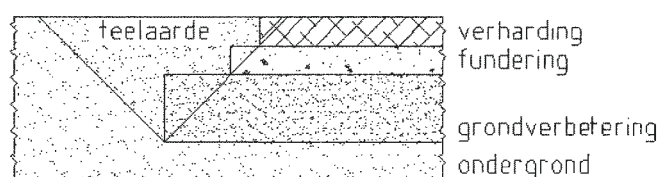
18 Verantwoording

Bijlage 1

- > de grondwaterstand en variaties daarvan;
- > de te verwachten zettingen.

Bij de aanleg van een fundering wordt de niet-draagkrachtige laag verwijderd. In het ontstane cunet wordt een laag ophoog- of funderingsmateriaal aangebracht. De onderliggende lagen, de fundering en het zandbed moeten breder worden aangelegd dan de bovenliggende lagen. Deze trapsgewijze opbouw garandeert een optimale lastoverdracht naar de ondergrond.

De dikte van de diverse lagen is afhankelijk van het draagvermogen van de ondergrond, van de optredende belastingen en de hoek van inwendige wrijving.



Figuur 6.1

Opbouw constructie.

Aan een fundering worden veelal de volgende eisen gesteld:

- > Om opvriezen of stukvriezen van de fundering te voorkomen, moet deze in hoge mate ongevoelig zijn voor vorst. Oorzaak van het stukvriezen is de aanwezigheid van water. Om schade te voorkomen, moet de fundering derhalve een goed waterafvoerend vermogen te hebben.
- > Om bezwijken door mechanische belastingen te voorkomen, moet de fundering voldoende draagvermogen bezitten. Tijdens de aanleg van de voorziening wordt veelal met zwaar materieel over de fundering gereden. De fundering moet bestand zijn tegen deze belastingen.
- > Bij de aansluiting van de fundering op de bovenliggende laag vindt op het contactvlak wrijving plaats. De uitvoering van de aan te brengen laag, zoals vloer, verharding of afdichting, bepaalt de toegestane mate van wrijving. Bij het toepassen van verhardingslagen die vrij moeten kunnen uitzetten en/of krimpen, is veelal slechts een beperkte mate van wrijving toegestaan. De wrijving kan worden beperkt door een enkele of dubbele laag folie tussen de fundering en de verharding toe te passen.

De fundering kan zowel in een flexibele als in een stijve vorm worden aangelegd.

Flexibele funderingen kunnen bestaan uit ongebonden steenmengsels of bitumineus gebonden materialen. Dergelijke flexibele funderingen kunnen enige zetting in de ondergrond volgen zonder te scheuren. De vlakheid van de voorziening neemt hierdoor wel af, maar scheurvorming in de voorziening wordt erdoor beperkt of zelfs voorkomen. Een flexibele fundering van ongebonden steenmengsels wordt aangelegd in een laagdikte van 0,15 tot 0,40 m. Flexibele funderingen van bitumineus gebonden materialen worden naar behoefte opgebouwd in laagdikten van 0,05 tot 0,09 m. Meer informatie over bitumineus gebonden materiaal is te lezen in [1].

Stijve funderingen bestaan uit gebonden materialen, zoals hydraulisch menggranulaat, zandcement, asfaltgranulaten, cementgebonden immobilisaat, schuimbeton of schraalbeton, en worden toegepast op plaatsen



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

waar weinig ongelijke zettingen te verwachten zijn. De meest toegepaste stijve fundering is de zandcement-stabilisatie in laagdikten van 0,12 tot 0,25 m. Cement wordt in een hoeveelheid van 140 tot 200 kg per m³ zand, onder toevoeging van water, intensief gemengd met het zand. Een veel toegepaste wijze van aanleg is de 'mixed-in-place' methode. Menging vindt hierbij plaats met mengmachines op het werk. Door krimp zullen in een verharde zandcementlaag scheuren kunnen ontstaan. De bovenliggende lagen moeten deze scheurvorming kunnen opvangen. Door middel van inkerven kan eventuele wilde scheurvorming worden beperkt of voorkomen. Voor nadere informatie over het ontwerp en de berekening van funderingen van zandcement wordt verwezen naar [2, 3]. Voor nadere informatie over breekasfaltcement wordt verwezen naar [4].

Voor de dimensionering van een fundering op gebruiks- en beheerseisen zijn vele methoden beschikbaar. Voor vloeren en verhardingsconstructies op bedrijfsterreinen wordt verwezen naar [5].

Bij de dimensionering kan worden uitgegaan van de volgende eisen:

- > Voorkomen van ongelijkmatige zettingen.
De constructie moet zodanig worden ontworpen en gedimensioneerd, dat in de gebruiksfase geen zettingen optreden die scheurvorming in de verharding veroorzaken of die ertoe leiden, dat de verharding niet blijvend aan de vlakheidseisen kan voldoen.
- > Sterkte.
De constructie moet zodanig worden ontworpen en gedimensioneerd, dat geen scheuren ontstaan door de optredende belastingen. Op bedrijfsterreinen is sprake van:
 - dynamische lasten, vooral op de aan- en afvoerroutes;
 - statische lasten, vooral op de opslagterreinen.

Bij het dimensioneren van asfaltverhardingen wordt uitgegaan van twee mogelijk maatgevende vervormingen:

- > horizontale rek onder in de asfaltlaag (E_r);
- > verticale vervorming (stuik) boven in de fundering (E_v).



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

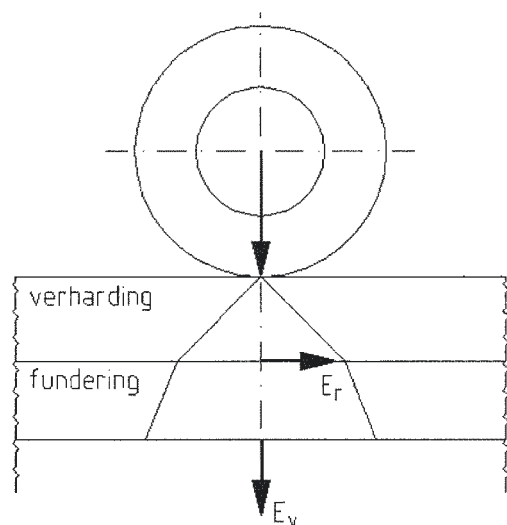
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 6.2 Maatgevende vervormingen.

Herhaald optreden van rek onder wiellastovergangen leidt tot vermoeiing. Vermoeiing houdt in dat de mechanische eigenschappen van het materiaal in de loop van de tijd veranderen. Dit kan ertoe leiden dat uit eenzelfde belasting later in de tijd tot meer schade leidt dan in de beginperiode.

Bij asfaltlagen ontstaat veelal eerst scheurvorming onder in de laag. Deze scheuren zetten zich vervolgens door tot in het oppervlak. Door het herhalingseffect van de wiellasten treedt in de ondergrond ook vervorming op. Bovenliggende lagen volgen deze vervorming.

De mate van beschadiging door scheurvorming is afhankelijk van zowel de grootte van de wiellasten als het aantal wiellasten. Bij verhardingen (beton/asfalt) wordt het ontwerp (de dikte) gebaseerd op het bereiken van volledige vermoeiing aan het einde van de ontwerplevensduur. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de beschadigingshypothese van Palmgren-Miner:

$$M = \sum(n/N) \leq 1 \quad (1)$$

waarin:

M is de Minersom

n is het aantal lastwisselingen van een bepaalde aslastklasse gedurende de levensduur, bij een bepaalde temperatuurbelasting;

N is het toelaatbare aantal lastwisselingen bij dezelfde aslastklasse en dezelfde temperatuurgradiënt.

Voor de berekening van betonnen vloeren en verhardingen wordt verwezen naar [17, 18, 19].

Voor nadere informatie over de berekening van verhardingen in beton en asfalt en voor de dimensioneren van bedrijfsverhardingen van asfaltbeton wordt verwezen naar [6].



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Toelichting

Het zettingsgedrag van de ondergrond kan grote invloed hebben op de vloeistofdichte voorziening. Het ontwerp moet dan ook zijn gebaseerd op een gedateerd en voor de betreffende situatie geldend grondmechanisch onderzoek, uitgevoerd door een deskundig bedrijf (zie 4.4 van [7] en 4.3 van [8]).

Met betrekking tot statische lasten wordt verwezen naar [5, 9, 10].

6.2 BEPROEVINGSMETHODEN VOOR HET BEPALEN VAN HET ZETTINGSGEDRAG

Voor het bepalen van het zettingsgedrag zijn onder meer de volgende beproevingsmethoden beschikbaar:

> Het verrichten van grondboringen

Door grondmonsters te nemen via boringen kan de samenstelling en opbouw van de ondergrond worden vastgesteld. Tevens kan per meetplaats de verdichtingsgraad worden bepaald door in het laboratorium een proctorproef uit te voeren.

> Het uitvoeren van sonderingen

Door sonderingen uit te voeren, is het draagvermogen van de grondlagen op grote diepten vast te stellen. Bij het bepalen van de sondeerwaarde wordt de druk per mm^2 , nodig om een conus van bepaalde afmetingen met een bepaalde snelheid in de grond te drijven, doorlopend gemeten. Hieruit ontstaat dan een zogenoemd draagkrachtprofiel.

6.3 BEPROEVINGSMETHODEN VOOR HET BEPALEN VAN DE DRAAGKRACHT VAN DE BODEM

Voor het beproeven van de draagkracht zijn de volgende beproevingsmethoden beschikbaar:

6.3.1 STIJFHEIDSMODULUS EN POISSONVERHOUDING

De stijfheidsmodulus E (ook wel elasticiteitsmodulus genoemd) van de ondergrond kan op één van de volgende wijzen worden bepaald:

1. Door het uitvoeren van dynamische plaatbelastingproeven [11].

Met deze proef vindt een betrouwbare en relatief nauwkeurige bepaling plaats van de in situ stijfheidsmodulus van de ondergrond. Met de plaatbelastingproef wordt tot op zekere diepte de stijfheid van het totale pakket aan ondersteunende lagen bepaald. Er moet echter rekening mee worden gehouden, dat de meetlocatie voor de uitvoering van deze proef toegankelijk moet zijn voor de (mobiele) proefopstellingen.

Vanwege de mogelijke praktische beperkingen (mobiliteit proefopstelling) en de relatief hoge kosten, wordt deze meetmethoden alleen aanbevolen voor vloeren en verhardingen waaraan hoge eisen in de gebruiksfase worden gesteld.

2. Door middel van (cor)relaties tussen de stijfheidsmodulus en resultaten van eenvoudige beproevingsmethoden, zoals sonderingen, CBR-proeven en zeefanalyses [12].

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Voor een betrouwbare schatting van de stijfheidsmodulus is het noodzakelijk dat de geldigheidsgebieden en randvoorwaarden voor de correlaties in acht worden genomen. Desondanks moet er rekening mee worden gehouden, dat de schattingen van de stijfheidsmodulus op basis van de correlaties in specifieke gevallen aanzienlijk van de werkelijke waarden kunnen afwijken.

a. Relatie tussen de stijfheidsmodulus E_{stat} en q_c :

$$E_{stat} = q_c \cdot a \quad (2)$$

waarin:

E_{stat} is de statische elasticiteitsmodulus, in N/mm^2 ;

q_c is de conusweerstand, in N/mm^2 ;

a is een grondsoortafhankelijke coëfficiënt, waarvoor de in tabel 6.1 gegeven waarden mogen worden aangehouden.

Voor de dynamische elasticiteitsmodulus E_{dyn} geldt als vuistregel:

$$E_{dyn} = b \cdot E_{stat} \quad (3)$$

waarin

b is een factor die kan worden ontleend aan de in tabel 6.1 gegeven waarden.

b. Relatie tussen de stijfheidsmodulus E_{dyn} en de gemeten CBR-waarde [13]:

$$E_{dyn} = 17,6 \cdot (CBR)^{0,64}; \quad 2 \% < CBR < 12 \% \quad (4)$$

of

$$E_{dyn} = 10 \cdot CBR \quad (5)$$

waarin:

CBR is de CBR-waarde in %, bepaald volgens NEN 5108. De CBR-waarde geeft de verhouding weer tussen de benodigde druk om een indringing van 2,54 mm (1 inch) in het proefmonster te verkrijgen en de benodigde druk om dezelfde indringing in een staalmonster van gebroken steen te verkrijgen. De CBR-waarde wordt bepaald bij een relatief grote vervorming en een relatief korte belastingtijd. Er is dan ook geen sprake van elastische vervorming.

c. Wordt afgezien van een experimentele bepaling van de elasticiteitsmodulus, dan mogen de in tabel 6.1 gegeven richtwaarden voor E_{dyn} worden aangehouden.

Voor de Poissonverhouding van grond kan worden aangehouden $\nu = 0,3$. Dit betekent dat voor de glijdingsmodulus van grond, zowel voor de statische als voor de dynamische waarde, geldt dat $G = 0,385 \cdot E$, in N/mm^2 .

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 6.1 Enkele richtwaarden voor verschillende grondeigenschappen [17].

Soort ondergrond	Conuswst. q_c [N/mm ²]	Beddinggetal ¹ k [N/mm ³]	Elast.mod. E_{dyn} [N/mm ²]	CBR-waarde ² [%]	$\frac{E_{stat}}{q_c \cdot a}$	$\frac{E_{dyn}}{q_c \cdot b \cdot a}$
Veen	0,1-0,3	0,01-0,02	10-35	1-2	0,5	10,0
Klei	0,2-2,5	0,02-0,04	15-60	3-8	1-2	7,5
Leem	1,0-3,0	0,03-0,06	50-100	5-10	—	5,0
Zand	3,0-25,0	0,04-0,10	70-200	8-18	4-7	2,5
grind/zand	10,0-30,0	0,08-0,13	120-300	15-40	—	1,5

¹ In geval van gelijkmatig verdeelde belastingen is de k -waarde ten minste een factor 3 kleiner ($k/3$); zie ook de verhouding E_{stat}/E_{dyn} .

² CBR = California Bearing Ratio

6.3.2 BEDDINGGETAL

Het beddinggetal k is gedefinieerd als:

$$k = q/z \quad (6)$$

waarin:

k is het beddinggetal, in N/mm³

q is de druk onder de plaat, in N/mm²

z is de zakking van de plaat, in mm.

Het beddinggetal van de ondergrond mag op één van de volgende wijzen worden bepaald:

- Door middel van het uitvoeren van een statische plaatbelastingproef volgens DIN 18134 [14] met een diameter van 300 mm of ASTM D-1196 [15] met een diameter van 760 mm.
Voor de berekening moeten de waarden verkregen met een plaat met een diameter van 300 mm, worden omgerekend naar een belastingproef met een plaatdiameter van 760 mm [16,11]. Aanbevolen wordt [17] bij toepassing van de plaatbelastingproef voor het ontwerp van een cementbetonverharding te kiezen voor de grote belastingplaat (diameter 760 mm).
Met de meting vindt een betrouwbare en relatief nauwkeurige bepaling plaats van het beddinggetal van de ondergrond. Met de plaatbelastingproef wordt tot op zekere diepte de stijfheid van het totale pakket aan ondersteunende lagen bepaald. Er moet echter rekening mee worden gehouden, dat de meetlocatie voor de uitvoering van deze proef toegankelijk moet zijn voor de (mobiele) proefopstelling.
Het beddinggetal kan met de plaatbelastingproef worden bepaald tijdens het belasten of tijdens het ontlasten van de plaat. Het beddinggetal voor de ontlaste fase (k_{ontl}) reflecteert met name de elastische eigenschappen van de ondergrond, terwijl het beddinggetal voor de belaste fase (k_{bel}) ook een plastische component bevat. Voor cementbetonverhardingen wordt geadviseerd het beddinggetal voor de ontlaste fase te hanteren.
Vanwege de mogelijke praktische beperkingen (mobiliteit proefopstelling) en de relatief hoge kosten wordt deze meetmethode alleen aanbevolen voor vloeren en verhardingen waaraan hoge eisen in de gebruiksfase worden gesteld, bijvoorbeeld bij intensief bereden verhardingen voor de op- en overslag van containers.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

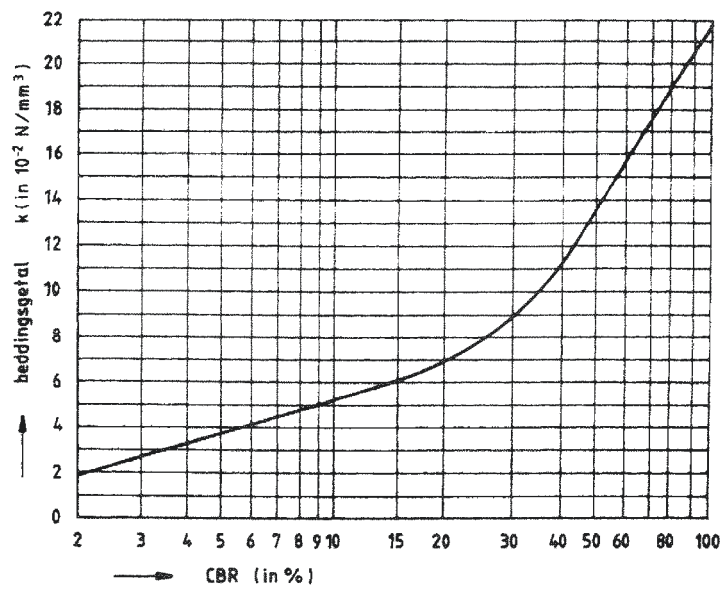
16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

2. Door middel van (cor)relaties tussen het beddinggetal en resultaten van CBR-proeven [23].
In figuur 6.3 is het verband weergegeven tussen het beddinggetal en de CBR-waarde volgens Middlebrooks en Bertram.



Figuur 6.3 Verband tussen de k -waarde (plaatdiameter 760 mm) en de CBR-waarde volgens Middlebrooks en Bertram [11].

Toelichting

Voor een betrouwbare schatting van het beddinggetal moeten de geldigheidsgebieden en randvoorwaarden voor het gebruik van deze correlaties in acht worden genomen. Desondanks moet er rekening mee worden gehouden dat de schattingen op basis van de correlaties, in specifieke gevallen aanzienlijk van de werkelijke waarden kunnen afwijken.

3. Wordt afgezien van een experimentele bepaling van het beddinggetal of het gebruik van correlaties, dan mogen de in tabel 6.1 gegeven richtwaarden voor de beddingsconstante k worden aangehouden.
Bij aanwezigheid van een meerlaagse opbouw van de ondergrond, kan het samengesteld beddinggetal worden berekend zoals omschreven in paragraaf 4.3 van [18].
In tabel 6.2 is voor bepaalde funderingsmaterialen ter indicatie de elasticiteitsmodulus opgenomen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 6.2

Elasticiteitsmodulus $E_{dyn,f}$ van verschillende funderingsmaterialen [18].

Funderingsmateriaal	$E_{dyn,f}$ [MPa]
Ongebonden	
lava	50 - 150
silex (tau-gehalte 5%)	50 - 400
rode mijnsteen ⁶	200 - 300
metsewerkgranaat ⁶	100 - 200
LD-staalslakken	150 - 250
steenmengsels ⁷	300 - 400
Lichtgebonden	
menggranaat	150 - 400
betongranaat	250 - 600
LD-mengsel (Duomix)	300 - 600
fosfor- en hoogovenslakkenmengsel	400 - 1000 ¹
Gebonden	
schuimgranaat	50 - 400
hydraulisch menggranaat	400 - 800
(Teerhoudend) asfaltgranaatcement (T)AGRAC:	
– koude recycling in situ	1500 - 2000 ²
– mix-in-place of mix-in-plant	1500 - 4000 ²
(Teerhoudend) asfaltgranaatemulsie- ment (T)AGREC:	
– koude recycling in situ	1000 - 1500 ²
– mix-in-place of mix-in-plant	1000 - 3500 ²
(Teerhoudend) asfaltgranaatemulsie (T)AGREM	1000 - 1800
cementgebonden immobilisaat ⁵	1000 - 3000 ²
zandcement (gekerfd)	4000 - 6000 ⁴
schraalbeton (gekerfd)	6000 - 8000 ⁴
schuimbeton ($r = 500 - 900 \text{ kg/m}^3$)	650 - 2900 ³
schuimbeton ($r = 900 - 1600 \text{ kg/m}^3$)	2900 - 10000 ³

1 Hoogste waarde na binding.
2 Gescheurd: lage waarde; gekerfd: hoge waarde.
3 Waarden in ongescheurde toestand.
4 Gescheurd of gebeukt: circa 2000 N/mm².
5 Van gebonden grond en/of minerale reststoffen.
6 Beperkt erosiebestendig.
7 Natuurlijk gesteente, bv. kalksteen, porfier.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzienigen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

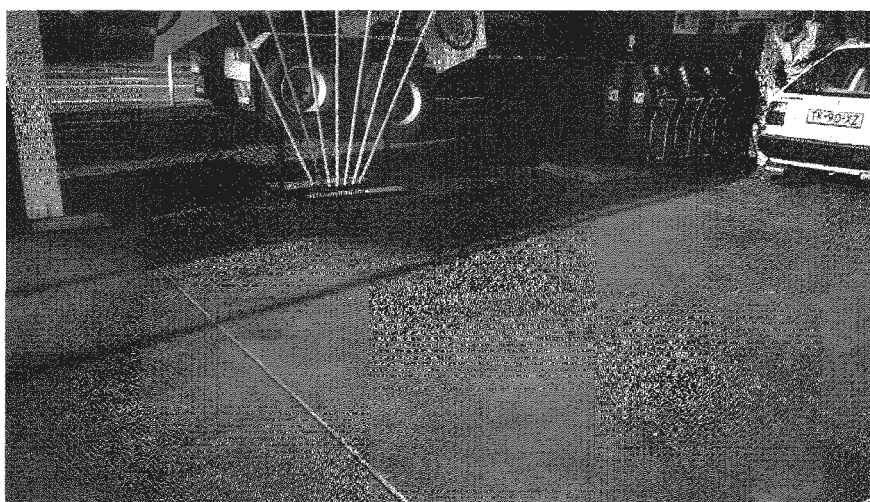
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

6.4 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. VBW-publicatie 1, Asphalt in wegen- en waterbouw, VBW-Asfalt, Breukelen, 1991.
2. Funderen met zandcement, SAG/VNC, Arnhem/'s-Hertogenbosch, 1988.
3. Dimensioneren met zandcement, SAG/VNC, Arnhem/'s-Hertogenbosch, 1996.
4. Leur, L.C. de, Cementgebonden funderingen, SAG/VNC, Arnhem/'s-Hertogenbosch, 1991.
5. CROW-publicatie 41, Bijzondere verhardingen om gebouwen, Stichting CROW, Ede, 1990.
6. Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen, Rijkswaterstaat – Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1994.
7. BRL 2362, Aanleg vloeistofdichte voorzieningen in ter plaatse gestort beton, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
8. BRL 2319, Aanleg verhardingselementen van beton die vloeistofdicht zijn voor motorbrandstoffen en smeermiddelen, Kiwa N.V., Rijswijk, 1994.
9. VBW-publicatie 17, Bedrijfsverhardingen, VBW-Asfalt, Breukelen, 1991.
10. Elteren, E.A. van, Bitumineuze vloeren en magazijnstellingen, TNO-rapport BI-92-032, Delft, 1987.
11. Sluer, B.W., Bepaling en controle van het draagvermogen van ondergrond en ongebonden granulaire verhardingslagen, Delft, 2000.
12. Standaard RAW-Bepalingen, Stichting CROW, Ede, 1995.
13. NEN 5108, Geotechniek, bepaling in het terrein van de CBR-waarde, NNI, Delft, 1990.
14. DIN 18134, Plattendruckversuch, Deutsches Institut für Normen e.V., Berlin, 1990.
15. ASTM B-1196, Non repetitive static plate load test of spils and flexible pavement components for use in evaluating and design of airport and highway pavements, Philadelphia, 1977.
16. CROW-publicatie 33a, Betonwegen deel A: Ondergrond, aardebaan en fundering, Stichting CROW, Ede, 1991.
17. Bouquet, G.Chr., J.W. Frénay, Betonnen bedrijfsvloeren en bedrijfsverhardingen, VNC, 's-Hertogenbosch, 1998.
18. CUR-Aanbeveling 36 (tweede, herziene druk), Ontwerpen van elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen van constructief beton, CUR, Gouda, 2000.
19. FLOOR®, software voor elastisch ondersteunde betonvloeren en verhardingen, Stichting CUR, Gouda, 1998 (versie 2.0 in 2000).



Vloeistofdichte verharding bij tankstation.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 7: Voegafdichtingen

Voor de in dit handboek genoemde materialen waarmee vloeren en/of verhardingen worden gerealiseerd, geldt dat ze worden toegepast in constructies waarin voegafdichtingen vrijwel onvermijdelijk zijn. Voegafdichtingen vormen in een vloeistofdichte constructie daarom een essentiële schakel. Het is van groot belang dat ook de voegafdichtingen voldoen aan de eisen, die met betrekking tot de vloeistofdichtheid zijn gesteld aan de vloer of verharding.

7.1 VOEGAFDICHTINGEN

Voegafdichtingen komen voor bij aansluitingen van de vloer of verharding aan andere bouwdeelen en tussen segmenten van de vloer of verharding onderling. Het hoofddoel van een voegafdichting is het beschermen van de achterliggende bouwdeelen tegen invloeden van buitenaf.

De laatste jaren is het gebruik van voegafdichtingen sterk toegenomen. Momenteel zijn, na langdurig onderzoek en beproevingen, goede voegafdichtingen in de handel voor verschillende toepassingen. De detaillering van de voeg, aard van de belasting en de verdraagzaamheid met andere bouwmaterialen, spelen een belangrijke rol bij het ontwerp van een voegconstructie. Een aandachtspunt bij het ontwerp van een voegafdichting is er voor te zorgen dat vloeistoffen direct van de voegafdichtingen kunnen wegstromen. Voorkomen moet worden dat voegafdichtingen langdurig in contact blijven met de bodemverontreinigende stof(fen).

7.2 VOEGVULMATERIAAL

Het voegvulmateriaal moet in verband met de vloeistofdichtheid van een constructie:

- > de vervormingen van de voeg kunnen volgen, zodat deze gesloten blijft;
- > geen vloeistof doorlaten of opnemen;
- > bestand zijn tegen de inwerking van:
 - de te weren bodemverontreinigende stoffen, zoals olie, benzine, zouten en andere chemicaliën;
 - ultraviolette straling en andere weersinvloeden;
- > blijvend hechten aan de constructiematerialen aan weerszijde van de voeg;
- > de constructie niet beschadigen of aantasten.

Voorwaarden voor een goede, vloeistofdichte voegafdichting zijn:

- > een juiste detaillering;
- > de keuze van het juiste product;
- > een tweezijdige hechting;
- > verdraagzaamheid van de voegmassa met de ondergronden;
- > een kwalitatief goede ondergrond;
- > een juiste applicatie.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De voegafmetingen hangen af van de grootte van de velden naast de voeg en van het materiaal waarmee de voeg wordt gevuld. Om schade te voorkomen zijn van belang de uitzettingscoëfficiënt en de duurzaam toelaatbare vervorming (DTV) van de voegvullingsmassa. Aan de bovenzijde van de opgezaagde voeg (gezaagde voeg na aanbrengen zaagsnede) moet een vellingkant (schuine kant ter voorkoming van afbrokelen) aanwezig zijn.

Om te voorkomen dat, tijdens het opzagen van betonnen constructies, cementslijpsel in de daaronder gelegen scheur dringt, kan bij krimpvoegen voor het opzagen een voegkoord worden aangebracht in de circa 3 mm brede zaagsneden. Vindt het opzagen niet direct na het aanbrengen van de zaagsnede plaats, dan kan een voegkoord bovendien voorkomen dat de voeg voortijdig vervuult. Na het opzagen kan het voegkoord eventueel worden verwijderd.

Er bestaan giet- en spuitbare voegvullingsmassa's en voorgevormde voegprofielen. Onder in de opgezaagde voeg moet, bij gebruik van gietbare voegvulmaterialen, een rugvulling worden aangebracht om uitzakken van de voegmassa en een driezijdige hechting te voorkomen. Bij voorgevormde profielen is een rugvulling niet nodig.

7.2.1 GIETBARE VOEGVULLINGSMASSA

Gietbare voegvullingsmassa's worden onderscheiden in:

- > warm gietbare producten;
- > koud gietbare producten.

Warm gietbare producten worden bij een temperatuur van 160 tot 180°C in de voegen gegoten en krijgen hun uiteindelijke eigenschappen en vorm tijdens afkoeling. Voor een goede aanhechting moeten de voegwanden eerst van een hechtlaag (primer) worden voorzien. Het meest gebruikt warm gietbaar materiaal is samengesteld op basis van polymeergemodificeerd bitumen. Afhankelijk van de bestandheid worden ook andere typen toegepast.

De voegvullingsmassa moet voldoen aan de eisen omschreven in 31.36.06 van de Standaard 1995 [1]. Warm gietbare voegvullingsmassa's op basis van bitumen zijn niet of beperkt bestand tegen motorbrandstoffen en oliën. In vloestofdichte verhardingen worden ze derhalve niet toegepast als sprake is van een chemische belasting door deze stoffen. Voor meer achtergrondinformatie met betrekking tot warme voegvullingsmassa's wordt verwezen naar [2].

Koud gietbare voegvullingsmassa's worden, eventueel met geringe verwarming, in de voeg gegoten. Deze materialen bestaan meestal uit twee componenten die vlak voor het gieten worden gemengd. Door verandering van de chemische samenstelling verhardt het materiaal snel.

Bij koud gietbare materialen is de voegbreedte b 12 tot 20 mm. Grotere voegbreedtes zijn wel toegestaan, maar dan moeten wel maatregelen worden getroffen om de voegmassa te beschermen tegen mechanische beschadigingen. Volgens BRL 2362 [3] is de hoogte van het kitlichaam $6 + b/3$ mm en de zaagdiepte in mm is ten minste:

Zaagdiepte = $10 + \text{hoogte rugvulling } (\pm \text{ voegbreedte}) + \text{dikte kitmassa} + \text{vellingkant (circa 5 mm)}$.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De details en berekeningen van de afmetingen van dwars- en langsvoegen van verhardingsconstructies in ter plaatse gestort beton zijn opgenomen in BRL 2362.

7.2.2 VOORGEVORMDE VOEGPROFIELEN

Voorgevormde voegprofielen moeten voldoen aan NEN 7030 [4], voor zover het gaat om een vloeistofbestanding door water en olie. Moet een vloeistofdichtheid worden bereikt tegen andere stoffen dan water en olie, dan moet de geschiktheid worden aangetoond. Ook moet in dat geval het gebruik en de wijze van verwerken onderling worden overeen gekomen.

Het principe van een voorgevormd voegprofiel is dat het profiel permanent tegen de voegrand wordt gedrukt (compressie). Voor het goed kunnen functioneren van deze voorgevormde profielen is het dan ook van essentieel belang dat de voegbreedte constant is en de voegwanden een zeer vlak en gelijkmatig oppervlak hebben. Voor een voldoende compressie moet het profiel circa 1,5 maal breder zijn dan de voeg waarin het wordt aangebracht. Het profiel zal dan ook met enige kracht in de voeg moeten worden aangebracht om een blijvende afdichting te garanderen. De diepte van de op te zagen voeg hangt af van de voegbreedte en het soort profiel.

De breedte van de voeg moet worden afgestemd op de te verwachten voegbewegingen. Omdat het gedrag van de voeg meestal moeilijk voorspelbaar is, wordt wel geadviseerd om eerst een bitumineuze voegvullingsmassa toe te passen. Wanneer de voegbewegingen voldoende bekend zijn, kan bij een onderhoudsbeurt de voegvulmassa worden vervangen door een voegprofiel.

In ongewapende betonnen constructies zijn voegen noodzakelijk om bij een gebruikelijke dikte scheurvorming door temperatuurverschillen onder controle te kunnen houden. Er zijn hiervoor twee soorten voegprofielen in de handel:

- > voegprofielen van EPDM (een etheen-propyleen rubbersoort).
Deze profielen worden gebruikt bij scherpe en strakke voegen en worden zowel met de hand als machinaal aangebracht. Om het aanbrengen van de profielen te vergemakkelijken, kan een glijmiddel met een hechtende werking worden gebruikt.
- > kunststof voegprofielen met een gesloten celstructuur.
Deze profielen hebben in niet-samengedrukte toestand een ronde doorsnede. Ze worden zowel met de hand als machinaal aangebracht, zonder hechtprimer. Veelal wordt dit soort voegprofielen toegepast als de voegen alleen grond dicht moeten zijn.

Bij voorgevormde voegprofielen hoeven de zijanten van de voeg niet te worden aangestroken met een hechtmiddel. Het beton hoeft dan ook niet droog te zijn. Wel is, zoals al eerder is aangegeven, de vlakheid van de randen van belang om een juiste afdichting te kunnen bereiken.

Op kruispunten van dwars- en langsvoegen wordt eerst een profiel in dwarsrichting en daarna in langsrichting aangebracht. In het eerste profiel wordt een U-vormige inkassing gemaakt, waarin het voegprofiel in langsrichting wordt doorgezet. De kruising wordt verlijmd. Hierbij is het van belang dat de te gebruiken lijmsort bestand is tegen de te weren vloeistoffen.

Voor meer informatie wordt verwezen naar [5, 6]. In [5] worden de voegen en de verschillende voegvulmaterialen in cementbetonwegen uitvoerig en goed gedocumenteerd behandeld.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

CUR/PBV-commissie D 47 'vloeistofdichte voegovergangen' is bezig met het uitwerken van een CUR/PBV-Aanbeveling voor voegconstructies. Deze wordt binnenkort verwacht.

7.3 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. Standaard RAW-bepalingen, CROW, Ede, 1995.
2. Richtlijn voor toepassing van asfalt op bedrijfsterreinen met een bodembeschermende functie, Publicatiereeks bodembescherming nr.1995/12, Ministerie van VROM, 1995.
3. BRL 2362, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-Procescertificaat voor aanleg vloeistofdichte voorzieningen in ter plaatse gestort beton, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
4. NEN 7030, Waterkerende dilatatievoegstroken en al dan niet waterkerende oplegstroken van rubber, NNI, 1975.
5. CROW publicatie 120, Handleiding cementbetonwegen, CROW, Ede, 1997.
6. SBR 392.H.99, Dilatatatie voegconstructies in dek- en afwerkvloeren, SBR, 1999.

Met dit hoofdstuk wordt deel I van het handboek afgesloten. In deel I zijn diverse randvoorwaarden beschreven die voor een goed ontwerp van essentieel belang zijn.

In deel II zal per materiaalgroep het ontwerpproces nader worden beschreven.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

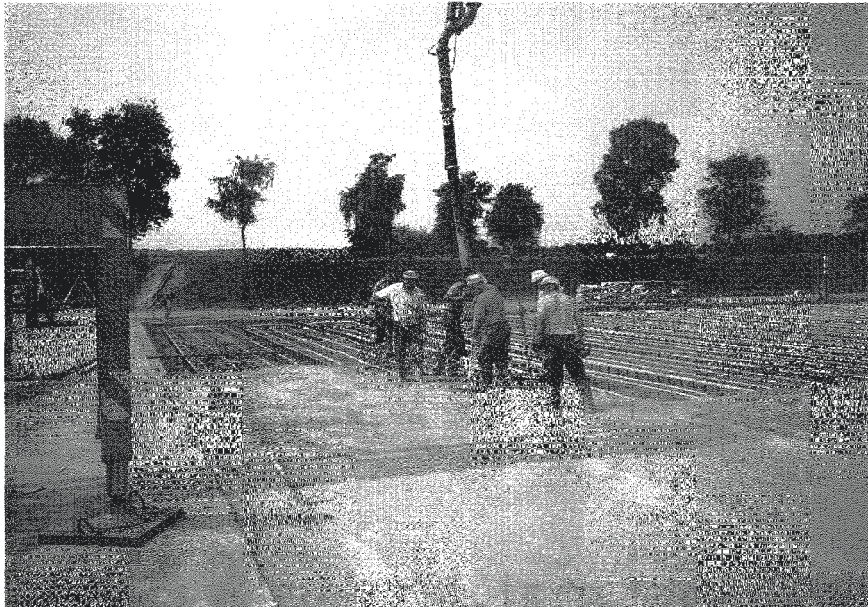
Bijlage 1

DEEL II

Constructies en materialen voor bodembeschermende voorzieningen



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1



Storten vloeistofdichte betonvloer.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

Hoofdstuk 8: Cementgebonden constructies

8.1 ALGEMEEN

Beton is een kunstmatig gesteente dat bestaat uit een mengsel van toeslagmateriaal, bijvoorbeeld zand en grind, waarvan alle korrels aan elkaar zijn gelijmd door cementlijm. Cementlijm is het verharde mengsel van cement en water. Betonspecie wordt gemaakt door de toeslagmaterialen, het cement, het water en de eventuele vul- en/of hulpstoffen in de juiste verhouding intensief te mengen. Door de keuze van het cement, het type toeslagmateriaal en eventuele vul- en/of hulpstoffen zijn de eigenschappen van de betonspecie en het verhard materiaal aan te passen aan specifieke mechanische of chemische eisen. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar [1,2].

8.1.1 TOESLAGMATERIAAL

Het toeslagmateriaal bestaat veelal uit zand en grind. De beschikbaarheid van Nederlands rivierzand en -grind neemt af. Daarom worden in toenemende mate andere materialen gebruikt, zoals gebroken basalt, graniet en harde kalksteen. Ook zal in toenemende mate een gedeelte van het natuurlijke toeslagmateriaal worden vervangen of aangevuld met beton- en eventueel menggranulaten. Daarnaast zullen fabrieksmatig vervaardigde lichte toeslagmaterialen uit reststoffen van met poederkool gestookte elektriciteitscentrales steeds meer gebruikt gaan worden.

8.1.2 CEMENT

De in Nederland meest toegepaste cementsoorten voor de productie van beton zijn:

- > hoogovencement (CEM III);
- > portlandvliegascement (CEM II/V);
- > portlandcement (CEM I).

Hoogovencement is zeer geschikt voor betonconstructies in maritieme omgeving en bij chemische belastingen, zoals die voorkomen in de industrie. Ook is hoogovencement zeer geschikt voor beton in de land- en tuinbouw door de hoge bestandheid die beton met hoogovencement heeft tegen sulfaten. De poriënstructuur van cementsteen is met hoogovencement dichter dan met portlandcement. De dichtere structuur van de cementsteen en de hoge sulfaatbestandheid van het beton leiden ertoe, dat beton met hoogovencement een betere weerstand heeft tegen indringing van bijvoorbeeld chloriden en andere voor beton en/of betonstaal schadelijke stoffen.

Beton met portlandcement heeft, vergeleken met beton met hoogovencement, een snellere sterkteontwikkeling. Bij lage temperaturen is daarom het toepassing van beton met een combinatie van hoogoven- en portlandcement of met uitsluitend portlandcement soms noodzakelijk. In geval van een vorst-dooizout-belasting, zoals bij betonwegen, heeft het gebruik van portlandvliegascement de voorkeur.

8.1.3 STERKTEKLASSE

Als maatstaf voor de sterkte wordt in NEN 5950 [3], de sterkteklasse aangeduid met de letter B gevolgd door een getal, zoals B 15, B 25, B 35. Het getal geeft de karakteristieke kubusdruksterkte, een 'ondergrens', aan



1	Inleiding
2	Typen bodem-beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

in N/mm², die het beton, na 28 dagen verharding bij circa 20°C en een relatieve vochtigheid van 65%, ten minste moet hebben. Een veel voorkomend misverstand is, dat de sterkteklasse wordt gezien als de mate van vloeistofdichtheid. Naarmate de druksterkte hoger is, zal het beton dichter en dus duurzamer zijn. Het is beter bestand tegen agressieve stoffen.

8.1.4 DUURZAAMHEID

Onder duurzaamheid wordt verstaan de bestandheid van beton tegen fysische of chemische aantasting vanuit de omgeving (het milieu), waarin het geplaatst is. De belangrijkste vormen van aantasting zijn:

- > vorstschade (eventueel in combinatie met dooizouten);
- > corrosie van beton- en voorspanstaal;
- > sulfaataantasting door grond- of zeewater.

In NEN 5950 worden, behalve eisen aan sterkte, ook voorwaarden gesteld met betrekking tot de duurzaamheid van het beton. Voorbeelden hiervan zijn de minimale betondekking op de wapening en de maximale verhouding van water en cement, de zogenoemde water-cementfactor (wcf). In NEN 5950 is een indeling gemaakt in milieuklassen, die is gebaseerd op de zwaarte van de fysische of chemische belasting, waaraan het beton wordt blootgesteld. De VBT 1995 [3] onderscheidt vijf milieuklassen zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8.1

Milieuklassen volgens VBT 1995.

	Milieuklasse	Milieu
	1	droog
	2	vochtig
	3	vochtig, in combinatie met dooizouten
	4	zeewater
	5 (a, b, c, d)	agressief (zwak, matig, sterk, zeer sterk)

Voor de duurzaamheid van beton in agrarische milieus wordt verwezen naar [4]. De criteria van de milieuklassen zijn vastgelegd in NEN 5996 [5] en weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 8.2

Grenswaarden voor schadelijke stoffen overeenkomstig NEN 5996.

	Agressiviteit	geen	zwak	Matig	sterk	zeer sterk
	milieuklasse	2	5a	5b	5c	5d
	zuurgraad (pH)	> 6,5	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	4,5 – 4,0	< 4
	agressief koolzuur (mg/l)	< 15	15 – 30	30 – 60	60 – 100	> 100
	ammonium (mg/l)	< 15	15 – 30	30 – 60	60 – 100	> 100
	magnesium (g/l)	< 0,1	0,1 – 0,3	3,0 – 5,0	1,5 – 3,0	> 3,0
	sulfaat (g/l)	< 0,2	0,2 – 0,6	0,6 – 3,0	3,0 – 6,0	> 6



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.1.5 BESTELLEN VAN BETONMORTEL

Geadviseerd wordt om uitsluitend betonmortel toe te passen van een betoncentrale die officieel is erkend en KOMO-gecertificeerde betonmortel levert. De certificatie-instelling Stichting BMC te Gouda geeft dergelijke KOMO-Betonvereniging productcertificaten uit voor betonmortel. Betonmortel geleverd onder dit productcertificaat voldoet aan de eisen in NEN 5950 en NEN 3502 [6].

Certificatie van betonmortel betekent dat het betonmortelbedrijf produceert in een goed beheerst productieproces en de nodige kwaliteitscontroles uitvoert, waarmee wordt aangetoond dat de betonmortel aan de in de voorschriften gestelde eisen voldoet. De eisen uit deze normen zijn daartoe vertaald in een zogenoemde Nationale Beoordelings Richtlijn (BRL), waarin ook voorwaarden voor de bedrijfsvoering zijn opgenomen. De Stichting BMC houdt toezicht op de betonmortelbedrijven door middel van regelmatige controlebezoeken en verifieert de geproduceerde betonmortel door monsternames op bouwwerken en beproevingen in erkende laboratoria. De keuze voor een gecertificeerde betonmortel betekent derhalve, dat op de bouwplaats geen eigen controles meer noodzakelijk zijn.

Voor vloestofdichte betonconstructies mag uitsluitend beton worden toegepast dat voldoet aan BRL 1801 [7] en moet onder KOMO/BV-productcertificaat 'Vloestofdicht beton' worden geleverd.

Levering van betonmortel met het benodigde KOMO-productcertificaat is echter geen garantie dat de verwerking ook wordt uitgevoerd zoals wordt verwacht. Om een vloestofdichte vloer of verharding te verkrijgen, is het ook noodzakelijk dat de verwerking (het proces) op de juiste wijze plaatsvindt. Hiervoor is BRL 2362 [40] opgesteld.

8.2 VLOESTOFDICHTHEID

Beton is een poreus en in meer of mindere mate permeabel materiaal. De permeabiliteit van beton zegt iets over het gemak waarmee een vloeistof of gas zich door het beton kan verplaatsen. De porositeit wordt gedefinieerd als de volumefractie aan holle ruimten. Een poreus materiaal hoeft niet per definitie permeabel te zijn. In figuur 8.1, ontleend aan [8], worden de begrippen porositeit en permeabiliteit in relatie tot elkaar verduidelijkt.

Het materiaal beton heeft een porositeit die ligt tussen 10 en 15%. De permeabiliteit van beton wordt bepaald door de mengsamenstelling, de nabehandeling en de mate waarin het verhardingsproces is gevorderd (hydratiegraad). Gewapend beton zal bovendien ook nog fijn verdeelde scheuren kunnen vertonen.

Scheuren in gewapend beton betekenen niet per definitie dat er sprake is van schade aan de constructie. Evenmin is er onmiddellijk reden voor ongerustheid over de duurzaamheid. Afhankelijk van het milieu waarin de constructie zich bevindt, is een scheurwijdte van 0,2 à 0,4 mm nog alleszins acceptabel als het om de duurzaamheid gaat. Als het echter gaat om een vloestofdichte constructie, dan zijn de scheuren wel een punt van zorg. Transport van vloeistoffen en gassen door scheuren is vele malen groter dan door het beton zelf. Het transport door slecht functionerende voegen is weer aanmerkelijk groter dan door scheuren.

De vloestofdichtheid van beton is voor een groot deel afhankelijk van de water-cementfactor. De hoeveelheid water bij de speciebereiding bepaalt de mate van verwerkbaarheid (consistentie). Voor het



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloestofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

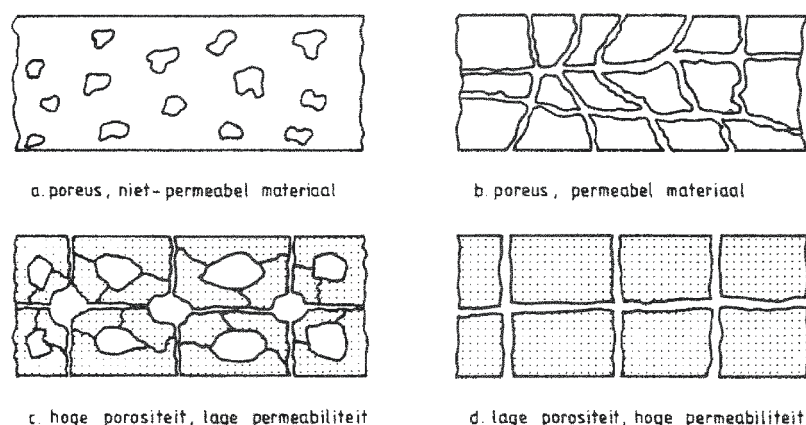
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

verwerken van betonspecie is meer water nodig, dan voor de verharding (hydratie) noodzakelijk is. Bij een voorgeschreven water-cementfactor zal daarmee tevens de benodigde hoeveelheid cement vastliggen. De cementsteen kan een bepaalde hoeveelheid water chemisch en fysisch binden. Het water, dat niet door het cement chemisch of fysisch wordt gebonden, blijft in het beton achter en zorgt, na verdamping, voor het ontstaan van poriën. Een grotere hoeveelheid aanmaakwater leidt dan ook tot een verhoging van het aantal poriën. Door een zo laag mogelijke water-cementfactor te kiezen, wordt het aantal poriën gereduceerd. Bij een water-cementfactor van 0,5 in plaats van 0,6 wordt de waterindringing gehalveerd. Bij een water-cementfactor kleiner dan 0,4 is de permeabiliteit voor water tot praktisch nul gereduceerd.

Onderstaand figuur toont het effect van permeabiliteit en maakt de begrippen poreus, porositeit en permeabiliteit meer inzichtelijk. Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar [8].



Figuur 8.1

Permeabiliteit en porositeit.

Om de permeabiliteit zoveel mogelijk te beperken, moet dus zo min mogelijk water worden toegevoegd. Weinig water betekent echter, dat de specie zich minder gemakkelijk laat verwerken. Om de verwerkbaarheid bij een gelijke hoeveelheid water te vergroten, kunnen plastificerende hulpstoffen aan de betonspecie worden toegevoegd.

Voor een goed eindresultaat, dat voldoet aan de eisen ten aanzien van de vloeistofdichtheid, is een goede afstemming tussen de betoncentrale en de gekwalificeerde verwerkers van essentieel belang. De vloeistofdichtheid van het vervaardigd beton kan worden aangetoond door middel van de capillaire absorptieproef, die is beschreven in CUR/PBV-Aanbeveling 63 [9].

Uit het voorgaande blijkt dat voor vloeistofdicht construeren aandacht geschonken moet worden aan onder meer:

- > de samenstelling van het betonmengsel (vanwege de dichtheid van het materiaal zelf);
- > de beheersing van scheurvorming (voegpatroon);
- > de detaillering en uitvoering (om lekkende voegen of centerpengaten te vermijden).

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.3 VLOEISTOFDICHTE BETONCONSTRUCTIES

Reeds vele jaren worden betonconstructies toegepast, die een vloeistofkerende functie moeten vervullen. Het kan daarbij gaan om reservoirs voor opslag van bijvoorbeeld drink- of afvalwater. Ook kelders, tunnels en ondergrondse ruimten die tot beneden de grondwaterspiegel reiken, moeten vloeistofdicht zijn. Voor het ontwerpen van vloeistofdichte betonconstructies geeft NEN 6720 (de VBC 1995) [15] nauwelijks richtlijnen. Dit is één van de redenen waarom het ontwerpen van vloeistofdichte betonconstructies als een specialisme kan worden beschouwd. Daarbij speelt ervaring een grote rol.

Als ervaring ontbreekt bij het ontwerpen van vloeistofdichte constructies, wordt vaak als 'toevlucht' ontworpen op basis van de zwaarste milieuklasse in NEN 5950. De gedachte daarachter is, dat wat goed is voor de duurzaamheid, ook wel goed zal zijn voor de vloeistofdichtheid. Deze redenering gaat echter niet geheel op. Zelfs bij de zwaarste milieuklasse zijn nog scheuren in het beton toelaatbaar: bij gewapend beton tot 0,2 mm en bij voorgespannen beton met aanhechting tot 0,1 mm. Bij deze scheurwijdten kan, afhankelijk van de waterdruk en de constructiedikte, toch lekkage optreden via deze scheuren. Anderzijds leert de ervaring, dat doorgaande scheuren niet in alle gevallen watervoerend zijn. Ook weer afhankelijk van onder andere de waterdruk en de constructiedikte kunnen scheuren door 'selfhealing' dichttrekken. Veel vloeistofdichte constructies hebben hun dichtheid aan deze 'selfhealing' te danken.

Al vele jaren wordt, bewust of onbewust, met het dichttrekken van kleine scheuren impliciet rekening gehouden. Vaak met een bevredigend resultaat. In CUR/PBV-Aanbeveling 65 blijft 'selfhealing' geheel buiten beschouwing. Bedoeld of onbedoeld is het gevolg hiervan, dat in vloeistofdichte betonconstructies doorgaande scheuren niet meer toelaatbaar zijn. Per saldo betekent dit, dat vloeistofdicht construeren in gewapend beton vrijwel niet meer mogelijk is. Veel constructeurs vragen zich dan ook af, of hiermee niet wordt voorbijgegaan aan de jarenlange goede ervaring die is opgedaan met vloeistofdichte constructies in gewapend beton. Als deze vraag terecht is, dan is de volgende vraag hoe deze ervaring in het vloeistofdicht ontwerpen van betonconstructies kan worden gehonoreerd. Op deze vraag zal verder worden ingegaan.

In CUR/PBV-Aanbeveling 65 [10] wordt vloeistofdichtheid gedefinieerd als de situatie waarbij een vloeistof de niet met vloeistof belaste zijde van een voorziening niet bereikt. Deze CUR/PBV-Aanbeveling is in dit verband vooral van belang, omdat concreet wordt aangegeven op welke wijze rekentechnisch moet worden getoetst dat een betonvloer (binnen) of -verharding (buiten) aan de gestelde vloeistofdichtheidseisen voldoet. Deze toets heeft betrekking op het materiaal beton zelf en op de constructie. De toets van de constructie omvat een beoordeling van eventueel aanwezige scheuren.

In dit handboek blijft een constructieve beschouwing beperkt tot vloeistofdicht beton in (elastisch ondersteunde) vloeren en verhardingen. Om een vloer of verharding als vloeistofdicht aan te kunnen merken, moet worden aangetoond dat de vloerdikte (ongewapend beton) of drukzone (gewapend beton) groter is dan twee maal de gemiddelde indringdiepte. Deze gemiddelde indringdiepte moet worden bepaald volgens CUR/PBV-Aanbeveling 63 [9].

Voor elastisch ondersteunde betonvloeren en -verhardingen, is door de Vereniging Nederlandse Cement-industrie (VNC) een vloertypologie ontwikkeld, die bestaat uit vijf vloertypen [11], zie figuur 8.2 en tabel 8.3. Deze vloertypen zijn onder bepaalde voorwaarden ook geschikt voor vloeistofdichte vloeren en verhardingen en daarom ook opgenomen in de NRB (Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten)[12].



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

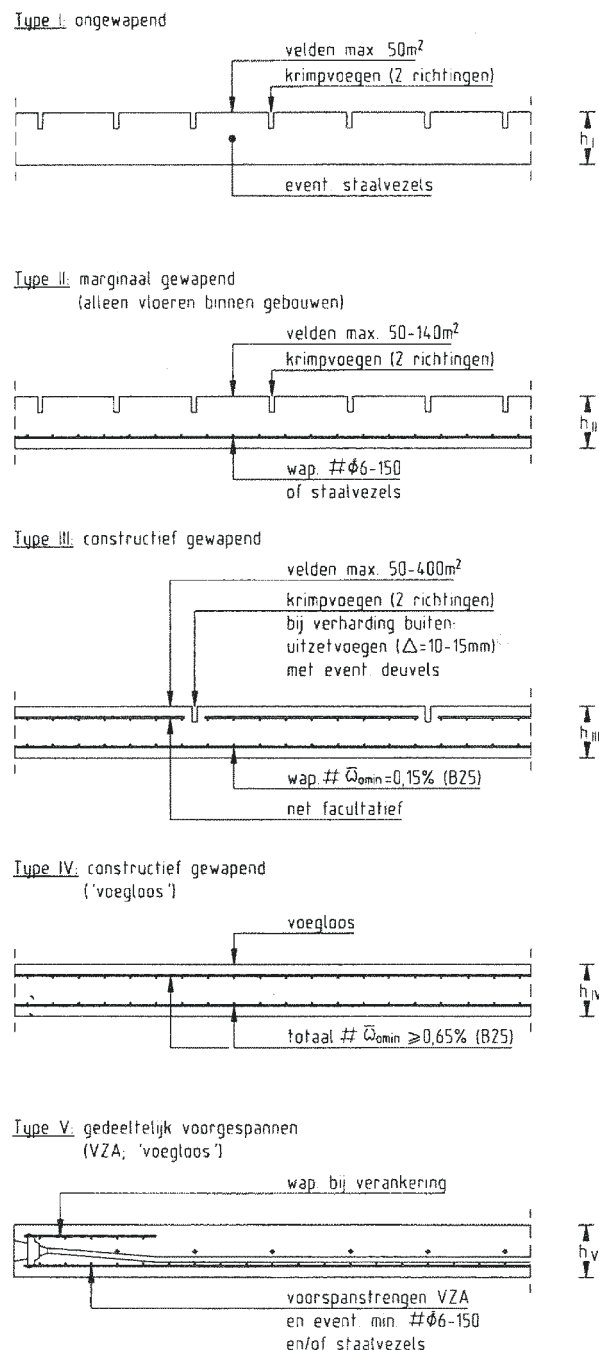
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 8.2 Bedrijfsvloeren en -verhardingen: typen I t/m V met positie van de krimpvoegen, wapening en voerspanning.

Als een vloertype I, II of III voor een vloeistofdichte verharding wordt gebruikt, dan moeten de voegen worden afgedicht zoals omschreven in de CUR/PBV-Aanbeveling 65 [10].

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 8.3

Belangrijke kenmerken van de 5 typen 'op staal' gefundeerde betonnen bedrijfsvloeren en -verhardingen.

Omschrijving	Voegafstand ¹	Wapening ²	Constructieve aspecten	Vloeistofdichtheid/ scheurwijdte
I Ongewapend	Binnen: 6,0 tot 7,0 m Buiten: 5,0 tot 5,5 m	Geen wapening	Dikte $h \geq 120$ mm Sterkteklasse beton: – binnen: B 25 – buiten: B 35	Uitgangspunt ontwerp type I en II scheurvrij. Aanleg onder certificaat (BRL 2362) Voegen conform BRL 2825/2362.
II Marginaal gewapend	Binnen: 7,0 tot 12 m Buiten: 5,0 tot 5,5 m	Minimaal # $\phi 6$ -150 mm Staalvezels ≥ 30 kg/m ³ (indien geen certificaat) Min. # $\phi 8$ -150 mm of staalvezels ≥ 30 kg/m ³ (indien geen certificaat)	CUR-Aanbeveling 36 programma FLOOR®	Zaagdiepte krimp- voegen minimaal 0,35 h
III Constructief gewapend	Binnen: 12 tot 20 m	Wapenen op buiging met trek (wrijving). Geringe wrijving: min. wapening conform art. 9.9.2.1 VBC 1995 Grote wrijving: min. wapening conform tabel 4. B 25: $\omega_{o,min} = 0,38\%$	Dikte $h \geq 120$ mm Sterkteklasse beton: B 25 CUR-Aanbeveling 36 programma FLOOR®	Niet-doorgaande scheuren. Aanleg onder certificaat (BRL 2362) Voegen conform BRL 2825/2362. ⁴
IV Constructief gewapend, voegloos	Binnen: 'voegloos'	Alleen bovenwapening of, bij hoge belasting, boven- en onder- wapening. Min. wapening conform tabel 4. B 25: $\omega_{o,min} = 0,38\%$	Dikte $h \geq 120$ mm Sterkteklasse beton: B 25 CUR-Aanbeveling 36 programma FLOOR®	Niet-doorgaande scheuren. Aanleg onder certificaat (BRL 2362) Voegen conform BRL 2825/2362
V Voorgespannen voegloos	Binnen en buiten: 'voegloos'	VZA-kabels of voorspan- staven, eventueel met wapening min. # $\phi 6$ -150 mm ³ en/ of staalvezels.	Dikte $h \geq 120$ mm Sterkteklasse beton: B 25 CUR-Aanbeveling 36 programma FLOOR®	Uitgangspunt ontwerp: type V scheurvrij. Aanleg onder certificaat (BRL 2362) Voegen conform BRL 2825/2362 ⁴

¹ plaatafmeting: $l/b = 0,75-1,35$

² ω_{min} -waarden voor beton B 25; voor beton B 35: $\omega_{min} = 1,2 \cdot \omega_{min \text{ B 25}}$, staalkwaliteit FeB500 HWL

³ eventueel ook bovennet (scheurwijdtebeheersing)

⁴ Voegen ontwerpen conform CUR/PBV-Aanbeveling 65, voegvulmassa aanbrengen conform BRL 2369.

8.3.1 TRANSPORT VAN VLOEISTOF DOOR ONGESCHEURD EN GESCHEURD BETON

Vloeistoftransport in/door een ongescheurde betonconstructie kan plaatsvinden door:

- > capillaire opzuiging vanaf het grensvlak beton-vloeistof;
- > stroming door een drukverschil van de vloeistof;
- > diffusie door concentratieverschillen in het beton.

Het vloeistoftransport hangt vooral af van:

- > de eigenschappen van de vloeistof, zoals oppervlaktespanning en dynamische viscositeit;
- > de eigenschappen van het beton, zoals poriënstructuur, permeabiliteit en vochtgehalte;
- > de temperatuur.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bij lage vloeistofdrukken, bijvoorbeeld minder dan 0,5 m waterkolom, en ongescheurd beton overheerst veelal transport door capillaire absorptie. Bij gescheurd beton speelt de mate van scheurvorming en de scheurbeweging in de tijd een belangrijke rol bij het transport van vloeistof.

8.3.2 CLASSIFICATIE VAN DE DICHTHEID

Niet altijd zal van een betonconstructie moeten worden geëist, dat deze volledig vloeistofdicht is. Afhankelijk van de gevolgen van een lekkage van een vloeistof of gas, kan een geringe lekkage toelaatbaar zijn. Daarom worden drie dichtheidsklassen onderscheiden: volledige dichtheid, nominale dichtheid en adequate dichtheid. Kenmerken van deze dichtheidsklassen zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8.4 Classificering van dichtheidscriteria voor betonnen beschermingssystemen
(Bron: FIP-werkgroep "Structural Protective Systems", zie ook [32]).

Klasse	Karakteristiek	Realisatiemogelijkheden	Commentaar
1 Volledige dichtheid	• geen volume / massa stroming • diffusie mogelijk (ionen/-molecuul-nivo)	• volledig dicht materiaal • systeemtechnologie	In principe niet bereikbaar met enkel (poreus) beton, tenzij voor een korte periode
2 Nominale dichtheid	• geen zichtbare lekkage • verdamping aan achterzijde van de barrière overtreft aanvoer aan voorzijde	• uitgebalanceerde betonsamenstelling • minimale betondrukzone	Nominale dichtheid hangt af van de relatieve vochtigheid, temperatuur en windsnelheid buiten de constructie
3 Adequate dichtheid	• zichtbare, maar gecontroleerde lekkage	• beheersen scheurwijdte	Voor veel beschermingsconstructies is adequate dichtheid toereikend

Een betonconstructie zal zich in de regel volledig vloeistofdicht gedragen als deze:

- > ongescheurd is;
- > niet doorgaand is gescheurd en voldoende dicht en dik is (dichtheidsklasse 1).

Zijn er wel doorgaande scheuren, maar treedt 'selfhealing' op, dan is sprake van dichtheidsklasse 2.

Bij doorgaande scheuren waarbij geen 'selfhealing' zal optreden, maar het lekdebiet voldoet aan een overeengekomen grenswaarde, wordt gesproken van een constructie in dichtheidsklasse 3.

In onderstaande paragrafen worden het begrip selfhealing en de criteria bij de drie dichtheidsklassen nader besproken.

8.3.3 CRITERIA VOOR VLOEISTOFDICHTHEID

De indeling naar dichtheidscriteria (tabel 8.4) kan worden gerelateerd aan de beoordelingscriteria voor de vloeistofdichtheid. Het resultaat is weergegeven in tabel 8.5. Opgemerkt wordt, dat in dichtheidsklasse 2 alleen bij waterige oplossingen is uitgegaan van een mogelijke 'selfhealing'. Nader onderzoek zal moeten aantonen bij welke andere vloeistoffen sprake kan zijn van 'selfhealing'.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 8.5 Toetsingscriteria voor vloeistofdichte betonconstructies.

Dichtheidsklasse	Criterium	Toelichting
1 Volledige dichtheid	a. Ongescheurd beton: $h \geq 2e^1$ $h \geq 50 \text{ mm}$ $h \geq 2D_{\text{max}}$ b. Niet-doorgaande scheuren: $x_b \geq 2e$ $x_b \geq 30 \text{ mm}$ $x_b \geq 2D_{\text{max}}$	a. Elastisch ondersteunde betonvloeren in ongewapend beton of staalvezelbeton; b. Volledig voorgespannen betonconstructies Gewapend beton; geen wisselbelasting
2 Nominale dichtheid	Niet-doorgaande of doorgaande scheuren met $\Delta w \leq 10\%$. Selfhealing met $w \leq w_{\text{krit}}$ eisen conform tabel 3.	Gewapend beton, al dan niet met bewegende scheuren Alleen selfhealing in geval van water of waterige oplossingen. ²
3 Adequate dichtheid	Niet-doorgaande scheuren of doorgaande scheuren met beperkte scheurwijdte	Gewapend beton, met bewegende scheuren tot $\Delta w \leq 50\%$. De scheurwijdte moet voldoen aan overeengekomen lekdebiët door de scheuren.

¹ De indringing is afhankelijk de duur van de belasting door vloeistof en moet daarom volgens 4.5 van CUR/PBV-Aanbeveling 63 worden overeengekomen.

² Waterige oplossingen met $\sqrt{(\sigma/\eta)} \leq \sqrt{(\sigma/\eta)_{\text{water}}}$ die geen uitlogende eigenschappen hebben.

Voor het berekenen van vloeistofdichte gewapend betonnen constructies wordt verwezen naar [35].

Voor overige informatie over de vloeistofdichtheid van betonconstructies wordt verwezen naar [36 t/m 45].

8.4 ONGEWAPEND BETON VOOR VLOEREN EN VERHARDINGEN

8.4.1 MATERIAALKENMERKEN

Beton kan grote drukspanningen opnemen. Onder invloed van betrekkelijk kleine trekspanningen zal scheurvorming optreden. Om de optredende trekspanningen te beperken, moeten in de elastisch ondersteunde vloer of verharding krimpvoegen worden aangebracht tot een diepte van ten minste 1/3 van de plaatdikte. Als deze krimpvoegen tijdig na het storten worden aangebracht, zal al de scheurvorming veroorzaakt door uitdrogingskrimp, geconcentreerd optreden in deze voegen.

De krimpvoegen moeten bij voorkeur in een rechthoekig patroon worden aangebracht. Om wilde scheurvorming te voorkomen, moeten de plaatafmetingen aan de volgende richtwaarden voldoen:

- > verharding (buiten): max. 25–30 m²;
- > vloeren (binnen): max. 50–140 m²;

Hierbij geldt voor de verhouding tussen lengte l en breedte b van de vloer: $0,75 \leq l/b \leq 1,35$.

8.4.2 ONTWERPREGELS

Voor het berekenen van betonnen bedrijfsvloeren en -verhardingen is het programma FLOOR® [14] ontwikkeld. Dit programma is gebaseerd op CUR-Aanbeveling 36 [13]. De geheel herziene CUR-Aanbeveling 36 geeft de rekenregels voor de dimensionering van een elastisch ondersteunde betonvloer en -verharding in ter plaatse gestort beton. Voor achtergronden en uitgangspunten, alsmede de detaillering van betonnen bedrijfsvloeren en -verhardingen wordt verwezen naar [11].

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.4.3 DETAILLERING

Verwezen wordt naar de in hoofdstuk 18 van dit boek gepresenteerde principedetails. In bijlage V van [11] zijn details opgenomen voor de aansluiting in een ter plaatse gestorte vloeistofdichte verharding van een tankstation.

8.5 STAALVEZELBETON VOOR VLOEREN EN VERHARDINGEN

8.5.1 MATERIAALKENMERKEN

Door staalvezels aan beton toe te voegen, wordt het gedrag bij breuk minder bros. Er ontstaat beton met een verhoogde treksterkte. Deze verhoogde treksterkte is afhankelijk van de hoeveelheid staalvezels (kg/m^3) en het type vezel (vorm en l/d -waarde). De conventionele staalvezels kunnen worden toegepast in beton met een sterkteklasse van ten hoogste B 45.

8.5.2 ONTWERPREGELS

Voor de dimensionering van elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen van staalvezelbeton wordt verwezen naar de CUR-Aanbeveling 36. Voor achtergronden en uitgangspunten alsmede detaillering wordt verwezen naar [11]. Het programma FLOOR, is ook geschikt voor het berekenen van elastisch ondersteunde vloeren van staalvezelbeton.

8.5.3 DETAILLERING

Voegen moeten vloeistofdicht wordt afgewerkt met een voegvulmassa. Voor de eisen en beproeving van de voegvulmassa en de voegdetaillering wordt verwezen naar CUR/PBV-Aanbeveling 65. Verder wordt verwezen naar de in dit handboek opgenomen principedetails.

8.6 GEWAPEND BETON VOOR VLOEREN EN VERHARDINGEN

8.6.1 MATERIAALKENMERKEN

Beton is een bros materiaal, omdat het een hoge druksterkte heeft en een betrekkelijk kleine treksterkte. In gewapend beton heeft het betonstaal daarom de taak trekkrachten op te nemen en het beton de drukkrachten. Het staal zal pas echt zijn taak gaan vervullen als het beton scheurt. De kracht nodig voor het scheuren van het beton, moet door het betonstaal opgenomen kunnen worden. Hieruit volgt, dat er tenminste zo veel wapening aanwezig moet zijn als nodig is voor het kunnen opnemen van de 'scheurkracht'. Dit percentage wordt het minimum wapeningspercentage genoemd. Voor buiging zonder normaalkracht worden in 9.9.2.1 van NEN 6720 rekenregels gegeven om dit minimum wapeningspercentage te berekenen. Omdat bij vloeren ook vaak trekkrachten optreden door verhinderende van de opgelegde vervorming door krimp en temperatuurveranderingen, moet het minimum wapeningspercentage worden berekend op scheurvorming door trek.

8.6.2 REKENREGELS VOOR HET MINIMUM WAPENINGSPERCENTAGE

In de bestaande Nederlandse betonvoorschriften zijn geen rekenregels opgenomen voor het minimum wapeningspercentage bij trek. Wel bestaan er regels voor de maximale scheurwijdten, nodig voor de toets op



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

duurzaamheid en waterdichtheid. Om deze toets te kunnen uitvoeren, is de benodigde theorie uit recente literatuur bij elkaar gebracht, als handreiking voor de ontwerper.

Voor het minimum wapeningspercentage bij zuivere trek geldt [15]:

$$\varpi_{0,\min} = 100 / [(f_s / \sigma_{cr}) - n] \tag{1}$$

waarin:

f_s is de rekenwaarde voor de treksterkte van betonstaal (FeB 500: $f_s = 435 \text{ N/mm}^2$);

σ_{cr} is de betontrekspanning bij scheurvorming, in N/mm^2 ;

n is E_s / E'_b ;

ϖ_0 is $100 A_{s,\text{tot}} / (b \cdot h)$.

De trekkracht door krimp en afkoeling (temperatuurverlaging) wordt langzaam opgebouwd, zodat scheurvorming zal optreden bij: $\sigma_{cr} = 0,60 f_{ctm}$ (f_{ctm} is de gemiddelde zuivere treksterkte bij scheuren).

Tabel 8.6

Wapeningspercentage scheurbeheersing bij beton onder trek

	B 25	B 35	B 45	B 55	B 65
$\varpi_{0,\min}$	0,38 %	0,45 %	0,52 %	0,59 %	0,66 %

De wapeningspercentages, genoemd in tabel 8.6, betreffen de totale hoeveelheid wapening (boven- en ondernet), betrokken op de totale hoogte van de betondoorsnede en gelden voor betonstaal FeB 500 ($f_s = 435 \text{ N/mm}^2$) en $\sigma_{cr} = 0,60 f_{ctm}$.

Bij elastisch ondersteunde vloeren is instorten door brosse breuk niet mogelijk. Daarom is het toegestaan het (minimum) wapeningspercentage voor scheurwijdtebeheersing te baseren op $0,60 f_{ctm}$. Bij constructies waar wel instorten kan optreden door brosse breuk, bijvoorbeeld vrijdragende vloeren en balken, moet voor het minimum wapeningspercentage worden uitgegaan van $\sigma_{cr} = 1,0 f_{ctm}$.

Scheurwijdte toets voor duurzaamheid

In 4.3.3 van de NEN 6720 (VBC 1995) [14], worden de grenswaarden gegeven voor de scheurwijdte met het oog op de duurzaamheid van de constructie (voorkomen van wapeningscorrosie). Voor gewapend beton geldt:

> milieuklasse 1 $w_{\max} = 0,4 \text{ mm}$;

> milieuklasse 2 $w_{\max} = 0,3 \text{ mm}$;

> milieuklasse 3–5 $w_{\max} = 0,2 \text{ mm}$.

Uitgaande van de representatieve belastingen (M_{rep} en N_{rep}) in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT), wordt de maximale scheurwijdte aan de onder- en bovenzijde van de constructie berekend, met als uitgangspunt dat aan de onder- en bovenzijde ten minste moet worden voldaan aan de scheurwijdte-eis gerelateerd aan de duurzaamheid (4.3.3 van NEN 6720).

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Scheurwijdte toets voor waterdichtheid

Edvardsen-Eberwieser geeft in haar dissertatie [16] aanbevelingen voor de maximale breedte van niet-bewegende ($\Delta w = 0$) en bewegende scheuren ($\Delta w > 0$) voor waterdichte betonconstructies. De resultaten zijn samengevat in tabel 8.7.

Tabel 8.7

Kritische scheurwijdte voor doorgaande niet-bewegende scheuren ($\Delta w = 0$) en bewegende scheuren ($\Delta w > 0$) in waterdichte betonconstructies [16].

	Verval h_v/h	Scheurwijdte $w_{k,lt}$ [mm]			
		$\Delta w = 0$	$\Delta w \leq 10 \%$	$\Delta w \leq 30 \%$	$\Delta w \leq 50 \%$
a	≤ 10	0,20	0,20	0,15–0,20	0,10
b	≤ 20	0,15	0,15	0,10–0,15	0,05
c	≤ 30	0,10	0,10	0,05–0,10	0,05
d	≤ 40	0,05	–	–	–

opm. h_v = drukhoogte van het water; h = dikte betonconstructie, Δw = beweging scheurwijdte

De in tabel 8.7 genoemde criteria kunnen, behalve voor water, ook worden gebruikt voor waterige oplossingen die geen uitlopende eigenschappen hebben en waarvoor geldt dat $\sqrt{(\sigma/n)} \leq \sqrt{(\sigma/n)}_{\text{water}}$.

8.6.3 REKENREGELS VOOR SCHEURWIJDTE

In veel gevallen zal een betonconstructie worden belast door een combinatie van uitwendige belastingen en opgelegde vervormingen, veroorzaakt door krimp, temperatuurveranderingen en eventuele zettingen. De wand die wordt gestort op een eerder gemaakte vloer is een klassiek voorbeeld waarbij (doorgaande) scheurvorming in de wand kan ontstaan. Voor de berekening van de scheurwijdte wordt uitgegaan van de theorie zoals beschreven in [16].

BEREKENING SCHEURWIJDTE

Bij een gegeven B-waarde van het beton is de gemiddelde 28-daagse kubusdruksterkte gelijk aan de karakteristieke kubusdruksterkte f_{ck} plus 8 N/mm² (conform 2.1.3.2 van [18]):

$$f_{ccm} = f_{ck} + 8 \quad (2)$$

Een belangrijke parameter bij scheurwijdteberekeningen is de betontrekspanning σ_{cr} , waarbij scheurvorming optreedt. De betontrekspanning bepaalt de grootte van de betontrekkingskracht die na scheuren door de wapening moet worden opgenomen. Hierbij moet worden bedacht dat opgelegde vervormingen kunnen optreden in de verhardingsfase (jong beton) en in de verharde fase. Bij verhardend jong (grind)beton en verhard (grind)beton, kan de betontrekspanning op het moment van scheuren gelijk worden gesteld aan:

$$\sigma_{cr} = 0,75 f_{ctm} \quad (3)$$

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

waarin

f_{ctm} is de gemiddelde zuivere treksterkte op het tijdstip van scheuren, in N/mm^2 .

Hierbij is aangenomen dat scheurvorming na enkele uren belastingtijd optreedt. Is echter sprake van een langzaam opgelegde belasting, dan mag een factor 0,60 worden gehanteerd.

De gemiddelde zuivere treksterkte wordt gelijk gesteld aan de gemiddelde splijttreksterkte f_{ctmspl} en is gelijk aan:

$$f_{ctm} = 1,0 + 0,05 f_{ccm} \quad (4)$$

Scheurvorming onder invloed van een kortdurende buigbelasting treedt op bij een scheurmoment ter grootte van:

$$M_{cr} = \sigma_{cr} (1,6 - h) \cdot W \quad (5)$$

waarin:

h is de dikte van de constructie, in m;

W is het weerstandsmoment van de doorsnede, in mm^3 .

De staalspanning, direct na het optreden van scheurvorming door buiging, is:

$$\sigma_{s,cr} = M_{cr} / (A_s \cdot z) \quad (6a)$$

waarin:

z gelijk is aan $h - c - 0,5 \varnothing$, in mm;

c is de dekking op de beschouwde wapening, in mm.

Bij scheurvorming door een normaalkracht geldt voor de staalspanning:

$$\sigma_{s,cr} = N_{cr} / A_{s,tot} \quad (6b)$$

De gemiddelde scheurwijdte w_{mo} bij een onvoltooid scheurenpatroon is gelijk aan [18]:

$$w_{mo} = 2 [(0,4 \cdot \varnothing / (f_{ccm} \cdot E_s)) \cdot \sigma_{s,cr} \cdot (\sigma_{s,cr} - n \cdot \sigma_{cr})]^{0,85} \quad (7)$$

waarin:

$\varnothing$ is de (ken)diameter van de beschouwde wapening, in mm;

n is E_s / E'_b .

De gemiddelde scheurwijdte w_{mv} bij een voltooid scheurenpatroon is gelijk aan [19]:

$$w_{mv} = 1,8 \cdot w_{mo} \cdot [(\sigma_s / \sigma_{s,cr}) - 0,5] \quad (8)$$

De staalspanning onder invloed van de representatieve belastingen, zoals krimp, temperatuur en uitwendige belastingen, kan worden benaderd met:

$$\sigma_s \approx \Sigma M_{rep} / (A_{sx} \cdot z) + \Sigma N_{rep} / A_{s,tot} \quad (9)$$

waarin:

A_{sx} is de staaldoorsnede in onder- of bovenwapening, in mm²;

$A_{s,tot}$ is de totale staaldoorsnede in boven- en onderwapening, in mm².

Voor de gemiddelde scheurafstand bij het voltooid scheurenpatroon geldt:

$$\Delta l_m = 1,8 \cdot w_{mo} \cdot (E_s / \sigma_{s,cr}) \quad (10)$$

In de praktijk is een combinatie mogelijk van wisselbelastingen en langeduureffecten.

De toename van de scheurwijdte bij een wissel- of langeduurbelasting berust op hetzelfde fenomeen. Daarom kunnen beide effecten gezamenlijk in rekening worden gebracht met een vergrotingsfactor γ_∞ . De spreiding in belasting wordt in rekening gebracht met een factor γ_s . Het algemene toetsingscriterium voor de scheurwijdte kan, overeenkomstig 4.5.5 van [15], worden geschreven als:

$$w_m \cdot \gamma_\infty \cdot \gamma_s \leq w_{krit} \quad (11)$$

Bij een onvoltooid scheurenpatroon (opgelegde vervormingen) en $\sigma_s \leq 295$ N/mm² geldt $\gamma_\infty = 1,3$ en $\gamma_s = 1,3$ zodat:

$$w_{mo} \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1,7 w_{mo} \leq w_{krit} \quad (12)$$

Bij een voltooid scheurenpatroon (opgelegde vervormingen) en $\sigma_s \leq 295$ N/mm² geldt $\gamma_\infty = 1,3$ en $\gamma_s = 1,5$ voor trek of 1,7 voor buiging, zodat:

$$\begin{aligned} > \text{trek:} & \quad w_{mv} \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 2,0 \cdot w_{mv} \leq w_{krit} \\ > \text{buiging:} & \quad w_{mv} \cdot 1,3 \cdot 1,7 = 2,2 \cdot w_{mv} \leq w_{krit} \end{aligned}$$

Bij een staalspanning $\sigma_s > 295$ N/mm² geldt voor γ_∞ :

$$\gamma_\infty = 1 / (1 - 9 \cdot \sigma_s^3 \cdot 10^{-9}) \quad (13)$$

Uitgaande van de representatieve belastingen (M_{rep} en N_{rep}) in de bruikbaarheidsgrenstoestand, wordt de maximale scheurwijdte aan de onder- en bovenzijde van de constructie berekend. Daarbij geldt als uitgangspunt, dat bij een doorgaande scheur ten minste aan één zijde van de constructie moet worden voldaan aan de scheurwijdte-eis met betrekking tot de vloeistofdichtheid.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bij een niet-doorgaande scheur kan de vloeistofdichtheid worden verkregen door te voldoen aan de drukzone-eisen of aan de scheurwijdte-eis.

8.6.4 DETAILLERING

In hoofdstuk 9 van NEN 6720 zijn regels opgenomen voor de detaillering van gewapend betonnen bouwdelen. Belangrijk voor de duurzaamheid is, dat de wapening omsloten wordt door een 'schil' beton die overal dicht is én voldoende dikte heeft. Belangrijk voor een dichte betondekking op de buitenste wapeningsstaven is een zorgvuldige nabehandeling, zie bijlage III van [12]. Voor het detailleren van vloeistofdichte bakken en kelderconstructies wordt verwezen naar [22].

In 9.3 van NEN 6720 worden regels gegeven voor de minimale betondekking. Voor een elastisch ondersteunde vloer die in aanraking komt met chemische (vloeistof)stoffen volgt uit tabel 44 van NEN 6720:

- > Bovenzijde: milieuklasse 5, waaruit volgt $c_{\min} = 30$ mm;
- > Onderzijde: milieuklasse 2, $c_{\min} = 25$ mm en een toeslag van 5 mm voor een oncontroleerbaar oppervlak, waaruit volgt $c_{\min} = 30$ mm.

Uiteindelijk is een goede detaillering (voegen, aansluiting aan andere bouwdelen etc.) bepalend voor de mate van vloeistofdichtheid van de constructie.

8.7 VOORGESPANNEN BETON VOOR VLOEREN EN VERHARDINGEN

8.7.1 MATERIAALKENMERKEN

Als een zwaar belaste vloer vloeistofdicht moet zijn, kan het economisch aantrekkelijk zijn om in plaats van een 'passieve wapening' met betonstaal een 'actieve wapening' in de vorm van voorspanning toe te passen. Het principe van voorspanning berust op het onder druk zetten van de constructie door middel van kabels of staven, waardoor de trekspanningen als gevolg van de belastingen worden 'weggespannen'. Door het voorspannen kunnen vloeistofdichte constructies worden gemaakt zonder scheuren.

8.7.2 ONTWERPREGELS

NEN 6720 geeft rekenregels waaraan voorgespannen betonconstructies moeten voldoen. Voor elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen zijn aanvullende rekenregels opgenomen in CUR-Aanbeveling 36. Voor het berekenen van elastisch ondersteunde voorgespannen vloeren is het programma FLOOR beschikbaar. In de handleiding van het programma FLOOR wordt specifiek ingegaan op de achtergronden en rekenregels.

8.7.3 DETAILLERING

Belangrijk is dat de vloer onder invloed van de voorspanning kan vervormen. Om dit mogelijk te maken moet de ondergrond zorgvuldig vlak worden afgewerkt en worden voorzien van een folie. Deze folie kan bijvoorbeeld bestaan uit twee lagen polyetheen, elk 0,15 à 0,20 mm dik met een massa van ten minste 140 g/m². In verband met verankering van de voorspanelementen wordt een vloerdikte van ten minste 140 mm aanbevolen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.8 PREFAB ELEMENTEN VOOR VERHARDINGSCONSTRUCTIES

8.8.1 MATERIAALKENMERKEN

Het eigenlijke vloeistofdicht maken van verhardingen van prefab elementen gebeurt door het vullen van de voegen met een, elastisch blijvende, voegvullingsmassa. Om het aantal strekkende meters voeg beperkt te houden, komen bij vloeistofdichte verhardingen alleen tegels en grote elementen of industrieplaten in aanmerking. Prefab elementen kunnen relatief eenvoudig worden geplaatst en in bepaalde gevallen hergebruikt. Ze worden daarom veel toegepast op plaatsen waar de ondergrond bereikbaar moet blijven, zoals bij tankstations en op- en overslagplaatsen. Een belangrijk aandachtspunt bij hergebruik is het verwijderen van kitresten. In de praktijk blijkt dit een arbeidsintensief werk.

Argumenten om te kiezen voor een elementenverharding in plaats van ter plaatse gestort beton kunnen zijn:

- > de beschikbare bouwtijd is te kort voor het toepassen van ter plaatse gestort beton;
- > de kabels en leidingen in de ondergrond moeten eenvoudig bereikbaar blijven;
- > er is geen gelijkmatige draagkracht en er treden onregelmatige zettingen op van de ondergrond.

8.8.2 ONTWERPREGELS

Bij de keuze van het type, de vorm en de dikte van het element moet zijn aangetoond, dat de gekozen elementen geschikt zijn voor de betreffende situatie. Daarbij moet ten minste rekening worden gehouden met:

- > de verkeersbelasting (aantal voertuigen, contactdrukken van de banden);
- > het draagvermogen van de ondergrond, waarbij ook de dichtheid en het vochtgehalte een rol spelen;
- > de klimatologische omstandigheden (vooral vocht en temperatuur);
- > de eigenschappen van de toe te passen materialen.

Bij kleine elementen, zoals betonklinkers, is het gedrag van de lagen onder de elementen maatgevend. Dit type element is dusdanig klein, dat zich geen noemenswaardige buigtrekspanningen in de elementen zullen ontwikkelen.

Bij elementen tussen klein en zeer groot spelen, behalve de genoemde criteria, buigtrekspanningen een rol. Als vuistregel geldt dat buigtrekspanningen maatgevend worden bij een verhouding tussen de doorsnede van het element en de doorsnede van het belastingsoppervlak groter dan 1.

Bij zeer grote elementen worden de temperatuurspanningen maatgevend.

Bij kleine elementen kan versplintering van de kop optreden. Dit gebeurt als de elementen koud tegen elkaar worden aangebracht en de constructie relatief veel doorbuigt door bijvoorbeeld verkeersbelastingen. Voor het ontwerp van vloeistofdichte verhardingen bij tankstations wordt verwezen naar [21]. Voor theoretische achtergronden van het gedrag van betonsteenverhardingen wordt verwezen naar [24].



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.8.3 DETAILLERING

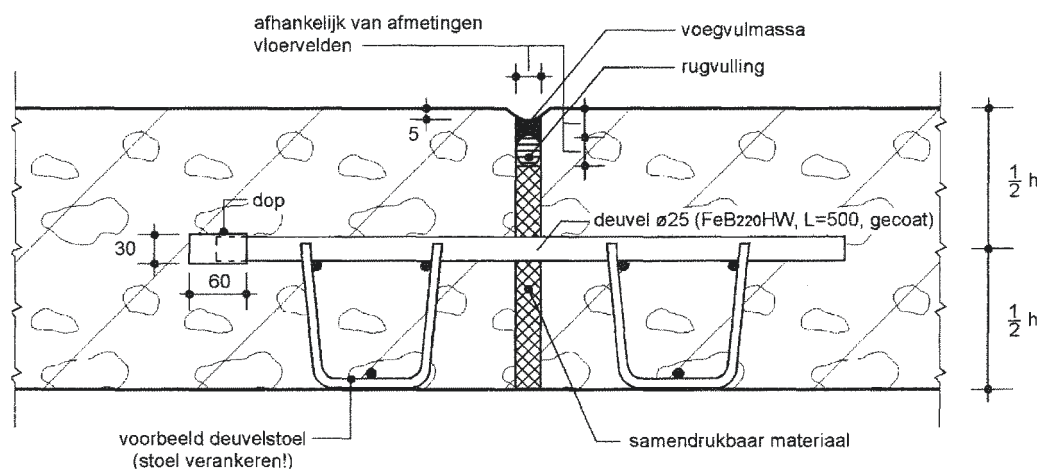
Voor het ontwerpen van vloeistofdichte elementenverhardingen kunnen CROW-publicatie 25 en 42 [24] worden gebruikt. CROW-publicatie 42 is echter alleen toepasbaar als:

- > de elementen zijn gefundeerd op beton- of menggranulaat, of direct op het zandbed worden aangebracht;
- > de spoorvorming door permanente deformatie van de fundering en/of het zandbed het maatgevende criterium is;
- > de constructie door 'normaal' verkeer, dus geen vorkheftrucks en dergelijke, wordt belast.

Algemene richtlijnen voor deze typen verhardingen zijn thans niet beschikbaar.

Bij een elementenverharding gefundeerd op zandcement of schuimbeton is de rek, die onder in de fundering optreedt, een belangrijk ontwerpcriterium. Voor het bepalen van de maximaal toelaatbare rek wordt verwezen naar een publicatie van de SAG/VNC over zandcement [26] en CUR-rapport 181 [27] over schuimbeton. Voor de aanleg van vloeistofdichte verhardingen bij tankstations wordt verwezen naar de BRL 2316 [28] en de BRL 2319 [29]. Verder wordt verwezen naar de BRL 2825 [30] voor eisen aan voegvullingsmassa en naar BRL 2369 [31] voor de applicatie daarvan.

8.9 DETAILOPLOSSINGEN



Figuur 8.3

Uitzetvoeg met deuvels en voegvulmassa in een betonverharding.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

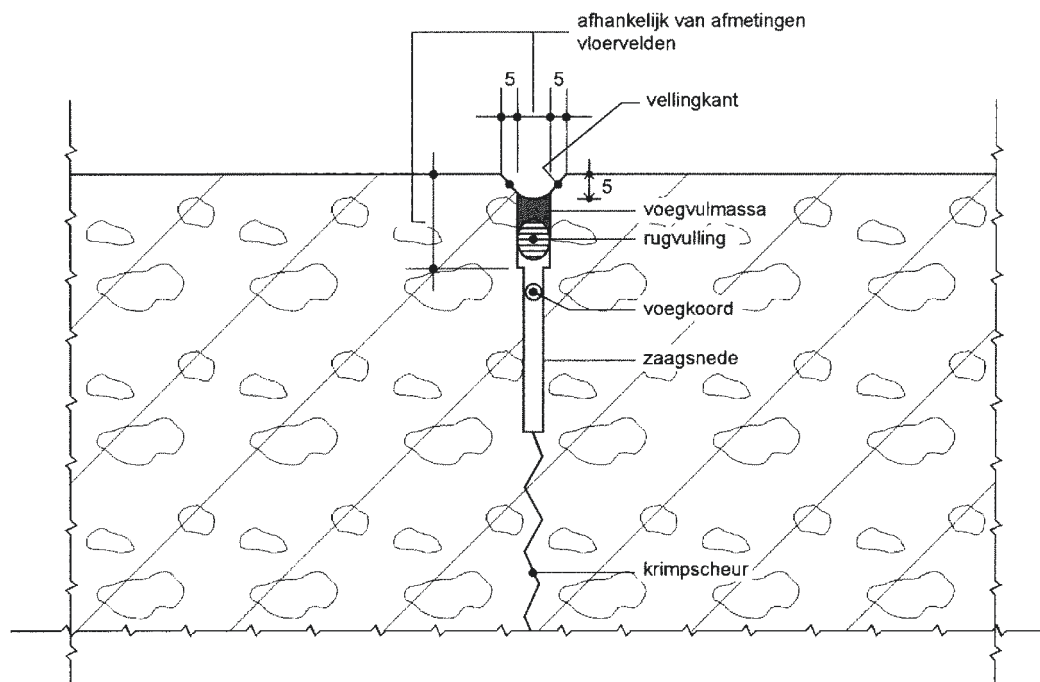
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

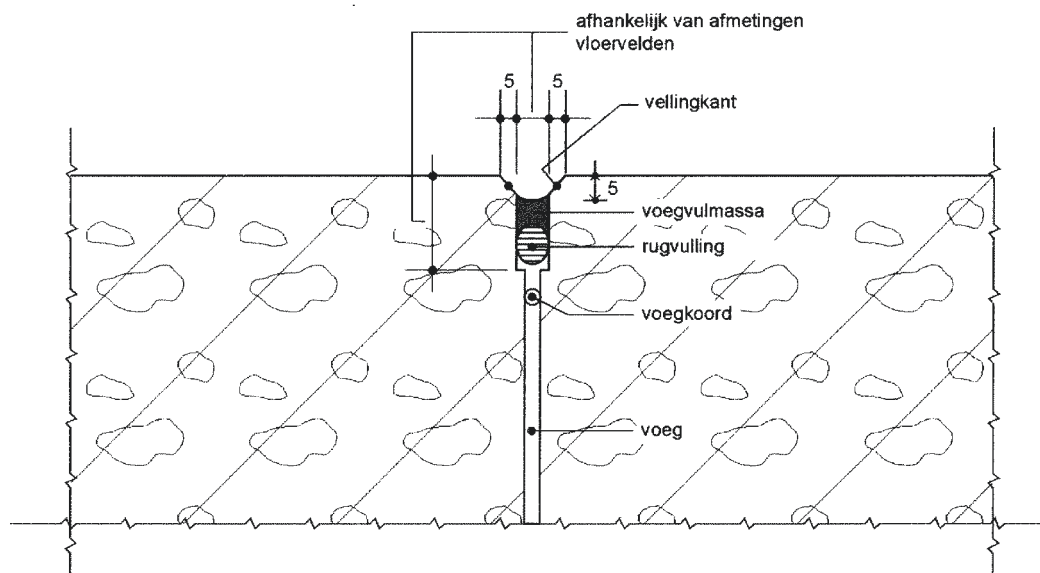
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 8.4

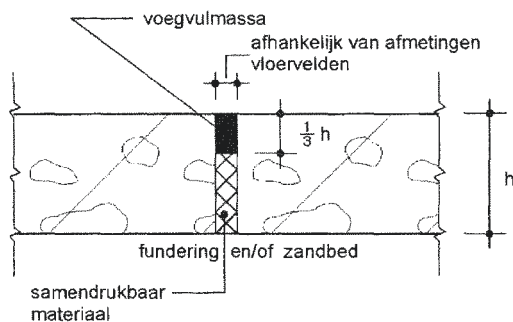
Krimpvoeg voorzien van bitumineuze voegvulmassa, rugvulling en voegkoord.



Figuur 8.5

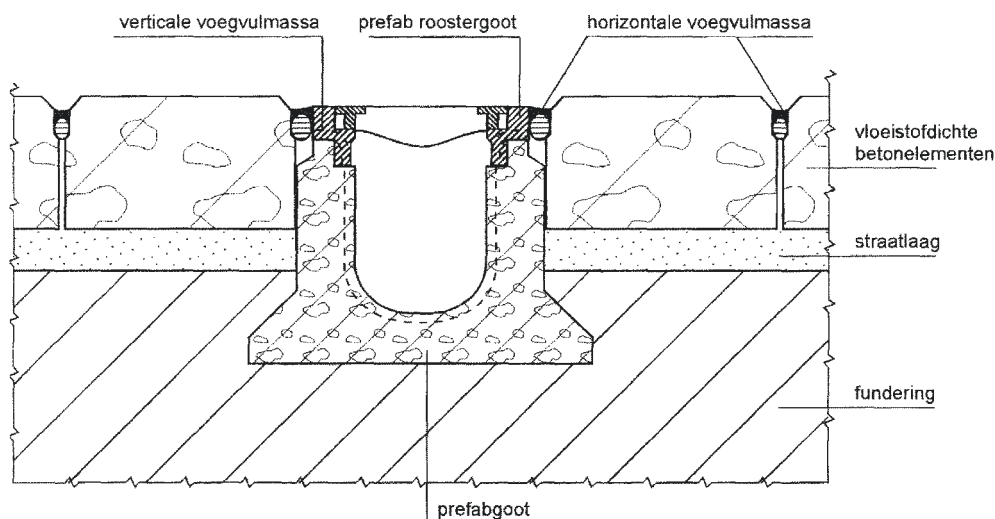
Constructievoeg voorzien van bitumineuze voegvulmassa en rugvulling.

1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	



Figuur 8.6

Uitzetvoeg in een betonverharding met geringe belasting.



Figuur 8.7

Vloeistofdichte aansluiting van een prefab goot met een elementenverharding.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

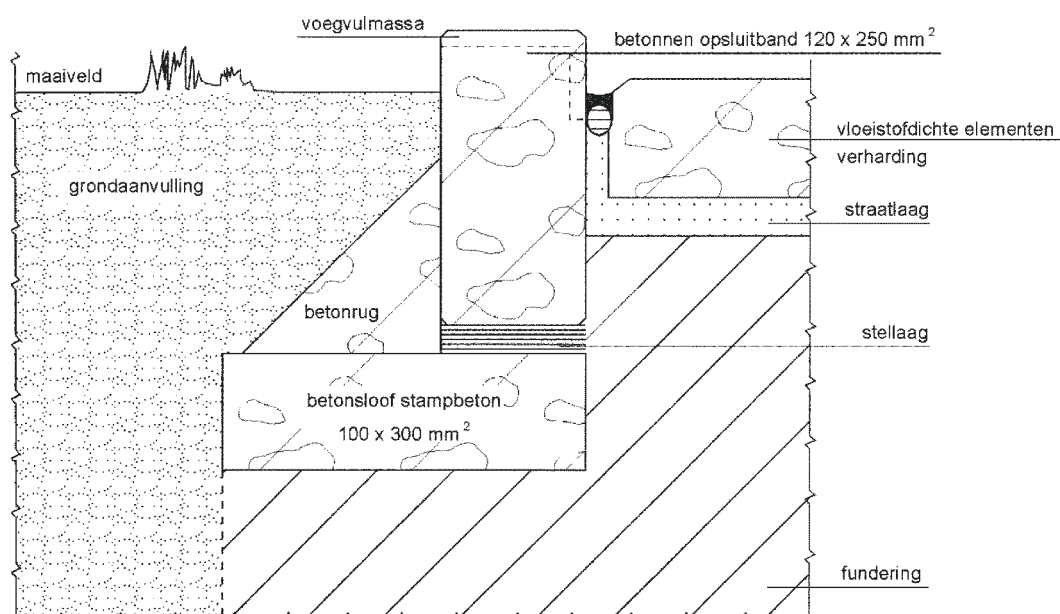
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

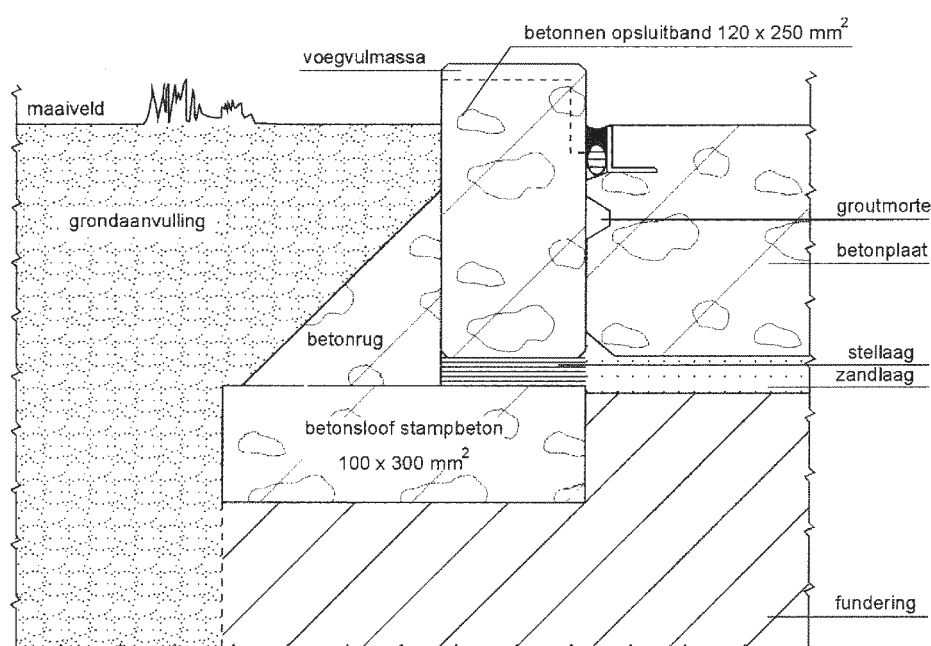
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 8.8 Vloeistofdichte aansluiting van een prefab opsluitband met een elementenverharding.



Figuur 8.9 Vloeistofdichte aansluiting van een prefab opsluitband met een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

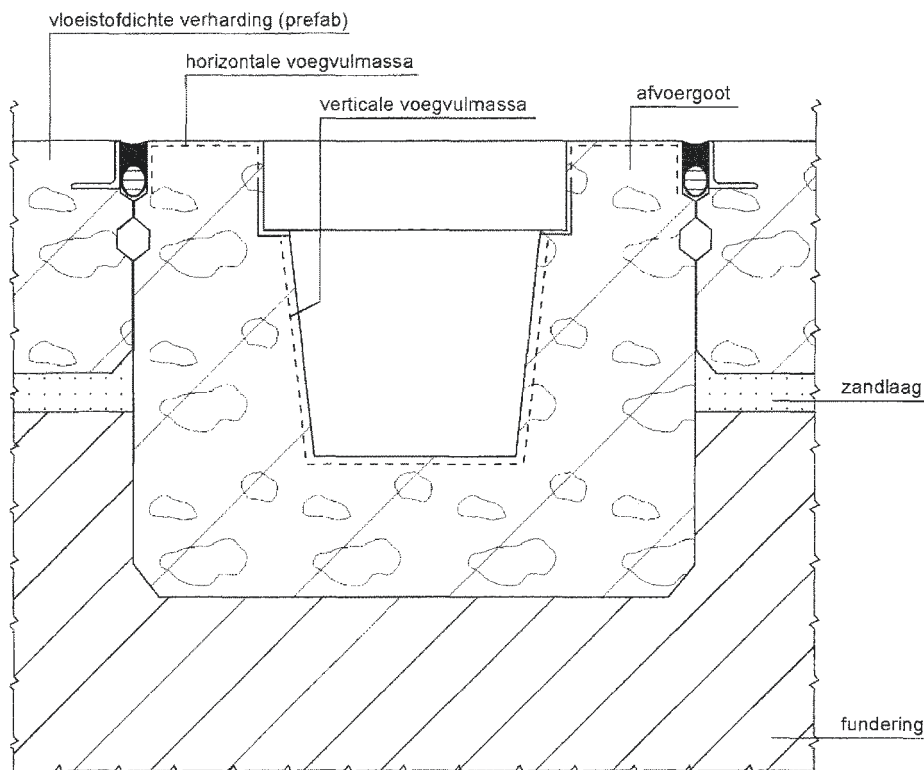
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

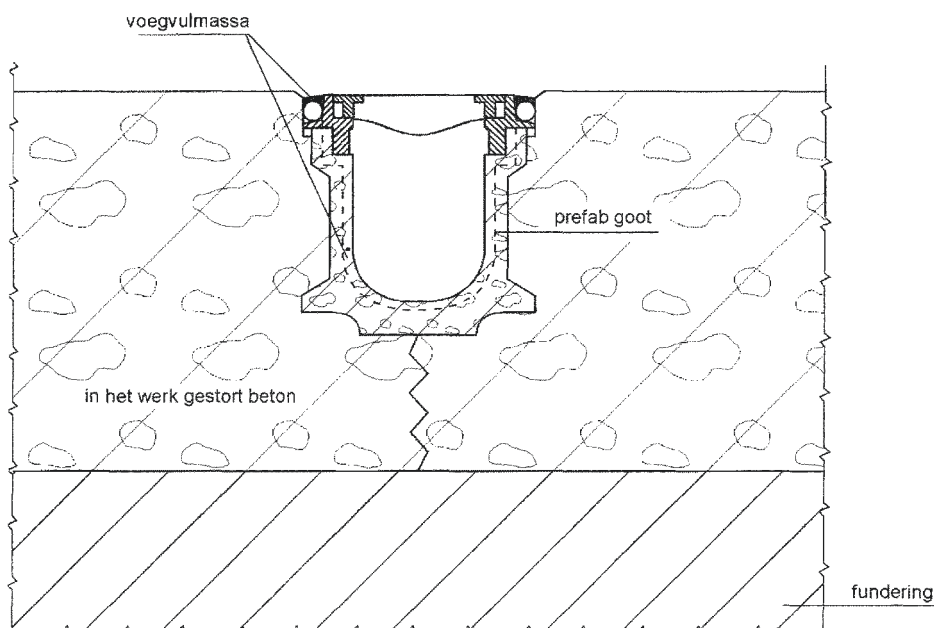
17 Registers

18 Verantwoording

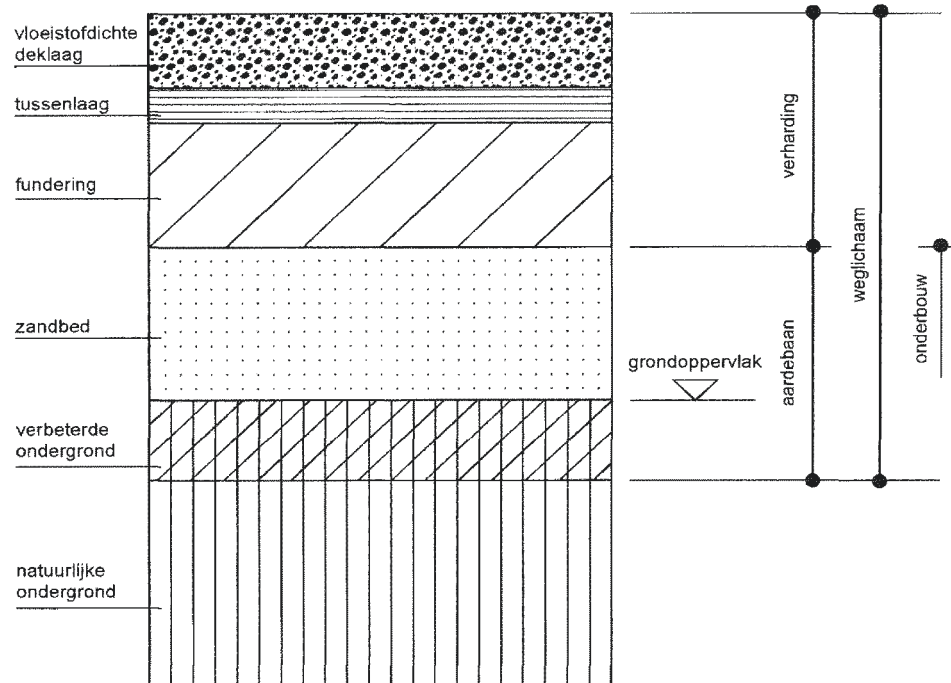
Bijlage 1



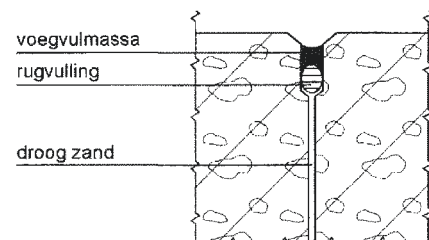
Figuur 8.10 Vloeistofdichte aansluiting van een prefab goot met een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen.



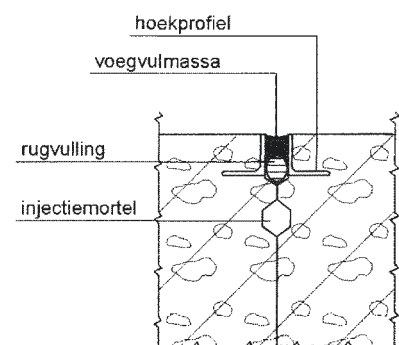
Figuur 8.11 Vloeistofdichte inbouw van een prefab goot in een ter plaatse gestorte vloer of verharding.



Figuur 8.12 Schematische opbouw van een vloestofdichte betonverharding.



Figuur 8.13 Vloestofdichte voeg in een elementenverharding.



Figuur 8.14 Vloestofdichte voeg in een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloestofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

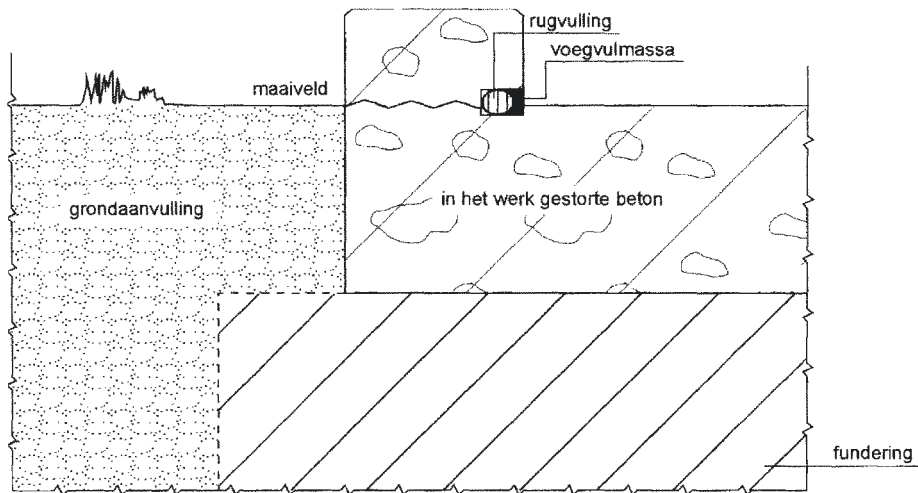
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

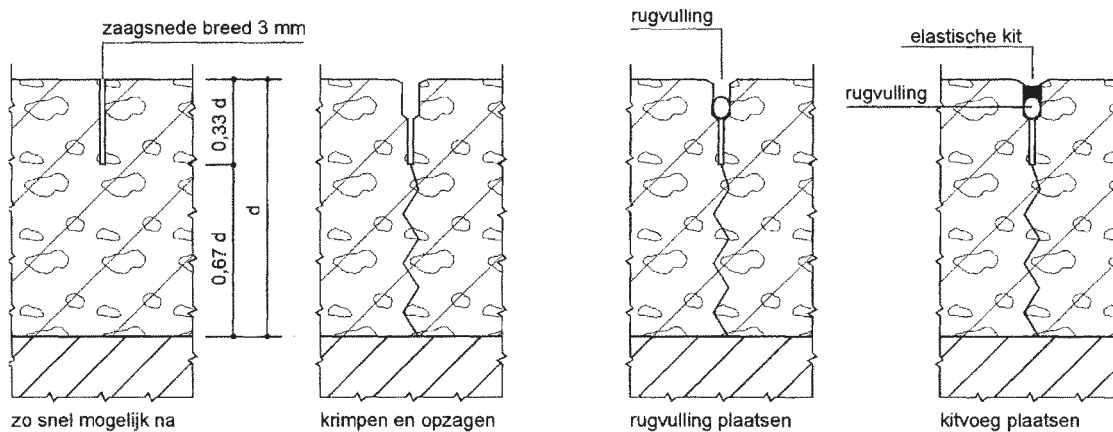
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 8.15

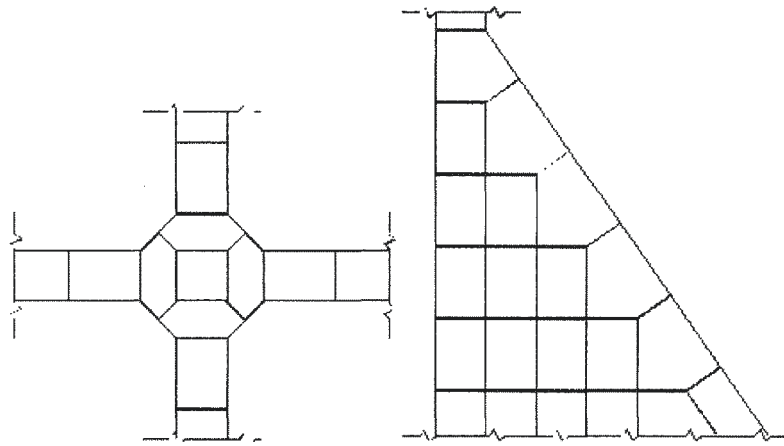
Randconstructie van een vloeistofdichte verharding in ter plaatse gestort beton.



Figuur 8.16

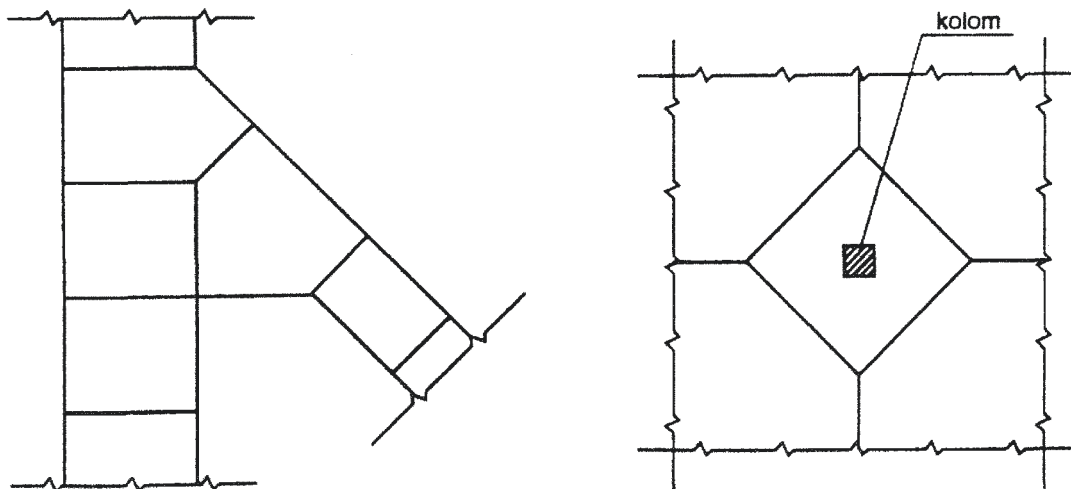
Uitvoeringsfasen van een vloeistofdichte krimpvoeg.

1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	



Figuur 8.17

Correct voegenpatroon (hoeken $\geq 90^\circ$) in een scheve aansluiting van een kruising (links) en schuine beëindiging (rechts).



Figuur 8.18

Correct voegenpatroon (hoeken $\geq 90^\circ$) in een scheve aansluiting van betonverhardingen (links) en ter plaatse van een kolom in een bedrijfsvloer (rechts).

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

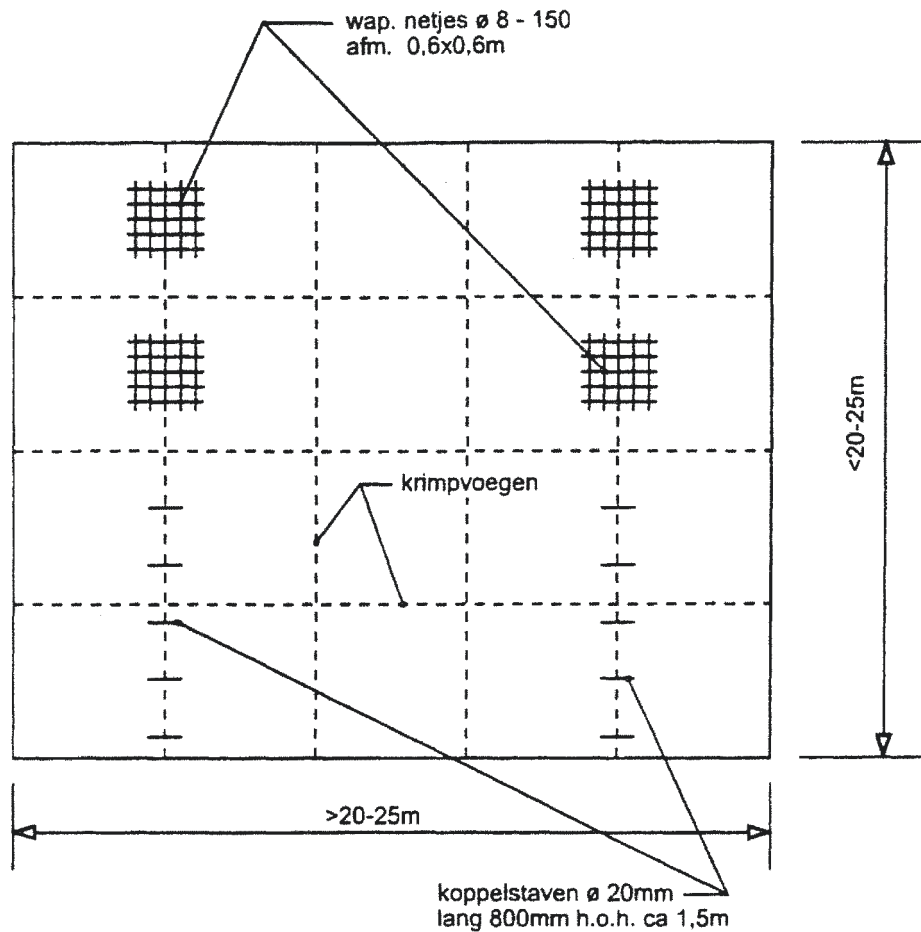
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

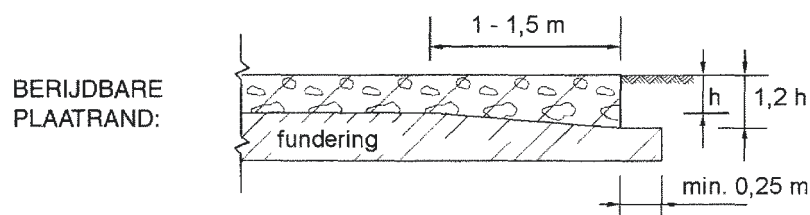
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 8.19

Koppeling van de buitenste platen bij betonverhardingen met een lengte groter dan ca. 20 à 25 m d.m.v. wapeningsnetjes of koppelstaven.



Figuur 8.20

Verzwarend van een berijdbare rand van een ongewapende betonverharding.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

8.10 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. Krikhaar, H.M.M., Werken met Beton & Mortel, Stichting BetonPrisma, 's-Hertogenbosch, 1997.
2. Souwerbren, C., BetonTechnologie (CB1), Stichting BetonPrisma, 's-Hertogenbosch, 1998.
3. NEN 5950, Voorschriften Beton. Technologie (VBT 1995), NNI, Delft, 1997.
4. Frénay, J.W., H. Zilverberg, Duurzaamheid van beton in agrarische milieus, IMAG-DLO rapport 93-17/ CUR rapport 167, Wageningen / Gouda, 1993.
5. NEN 5996, Beton. Bepaling van agressiviteit van waterige oplossingen, gronden en gassen, NNI, Delft, 1988.
6. NEN 3502, Levering van betonmortel door betonmortelbedrijven, NNI, Delft, 1992.
7. BRL 1801, Betonmortel + aanvulling betonmortel bestemd voor vloestofdichte verhardingen. Richtlijnen voor de bereiding van vloestofdichte betonmortels, Stichting BMC, Gouda, 1996.
8. CUR/Betonvereniging-publicatie 172, Duurzaamheid en onderhoud van betonconstructies, Stichting CUR, Gouda, 1998.
9. CUR/PBV-Aanbeveling 63, Bepaling van de vloestofindringing in beton door de capillaire absorptieproef, Stichting CUR/PBV, 1998.
10. CUR/PBV-Aanbeveling 65, Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen. Uitvoering door middel van een vloestofdichte betonvloer of -verharding of het aanbrengen van en beschermlaag op een draagvloer van beton, Stichting CUR/PBV, 1998.
11. Bouquet, G.Chr., J.W. Frénay, Betonnen bedrijfsvloeren en bedrijfsverhardingen, VNC, 's-Hertogenbosch, 1998.
12. NRB, Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten, Infomil, 's-Gravenhage, 1997.
13. CUR-Aanbeveling 36 (tweede herziene druk), Ontwerpen, berekenen en detailleren van bedrijfsvloeren en verhardingen van constructief beton, Stichting CUR, Gouda, 2000.
14. FLOOR®, software voor elastisch ondersteunde betonvloeren en betonverhardingen, Stichting CUR, Gouda, 2000.
15. NEN 6720, TGB 1990 Voorschriften Beton. Constructieve eisen en rekenmethoden (VBC 1995), NNI, Delft, 1995.
16. Breugel, K. van et al., Betonconstructies onder Temperatuur- en Krimpvervormingen. Betonpraktijkreeks 2, Stichting BetonPrisma, 's-Hertogenbosch, 1996.
17. Edvardsen-Eberweiser, C.K., Wasserdurchlässigkeit und Selbstheilung von Trennrissen in Beton, DAfSt, Heft 455, 1996.
18. CEB-FIP Model Code 1990, Bulletin d'Information No 213/214, Comité Euro-International du Béton, London, 1993.
19. Noakowski, P., Die Bewehrung von Stahlbetonbauteilen bei Zwangsbeanspruchung infolge Temperatur, DAfSt, Heft 296, 1978.
20. Veen, C. van der, Cryogenic Bond Stress-slip Relationship, Diss, TU Delft, 1990.
21. Lohmeyer, G., Weisse Wannen - Einfach und Sicher, Beton-Verlag, Düsseldorf, 1995.
22. Veer, M. de (red.), Handleiding Beton & Milieu. Deel 3 'Tankstations en bodembescherming', Uitgave Stichting BetonPrisma - Betonvereniging - Ministerie van VROM, 1994.
23. Huurman, M., Permanent deformation in concrete block pavements, Thesis Delft University of Technology, Delft, 1997.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

24. CROW-Publicatie 25, Handleiding Ontwerpen van wegen in betonsteen, Stichting CROW, Ede, 1991.
25. CROW-Publicatie 42, Dimensionering van betonsteenverhardingen voor wegen, Stichting CROW, Ede, 1991.
26. Dimensioneren met zandcement, SAG/VNC, 's-Hertogenbosch, 1996.
27. CUR-rapport 181, Werken met schuimbeton, Stichting CUR, Gouda, 1995.
28. BRL 2316, Prefab verhardingselementen van beton die vloeistofdicht zijn voor motorbrandstoffen en smeermiddelen, Kiwa N.V., 1994.
29. BRL 2319, Aanleg verhardingsconstructies met prefab bestratingselementen van beton welke vloeistofdicht zijn voor motorbrandstoffen en smeermiddelen, Kiwa N.V., Rijswijk, 1994.
30. BRL 2825, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-procescertificaat voor 'Voegvullingsmassa voor vloeistofdichte constructies in bodembeschermende voorzieningen', Kiwa N.V., Rijswijk, 1998:
 - deel 1: Algemene eisen;
 - deel 2: Toepassing-specifieke eisen voor tankstations, garages, wasplaatsen en autosloperijen.
31. BRL 2369, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-procescertificaat voor applicatie van voegvullingsmassa in vloeistofdichte verhardingsconstructies, Kiwa N.V., Rijswijk, 1996.
32. Rapport 94-3, Betonnen beschermingsconstructies tegen milieubelastende stoffen, Stichting CUR, Gouda, 1994.
33. Bouquet, G.Chr., C.R. Braam, K. van Breugel, CUR/PBV-Aanbeveling 65 mist constructieve onderbouwing, CEMENT 1999/1, incl. bijlage. De bijlage is later gepubliceerd als twee artikelen in VloerTechnisch Magazine nrs 5 en 6, 1999.
34. Snelders, E., J. van Wier (red.), Handboek Beton & Milieu deel 4. Vloeistofdichte betonconstructies voor industriële toepassingen, Betonvereniging, Gouda, 1996.
35. Lohmeyer, G., Wasserdurchlässige Betonbauwerke - Gegenmassnahmen bei Durchfeuchtungen, Beton, 2.84, 1984.
36. DAfStb-Richtlinie, Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 1996.
37. DBV-Arbeitstagung, Beton als Schutz gegen wassergefährdende Stoffe, Deutscher Beton-Verein E.V., 1997.
38. Betoniek:
 - nr. 9/8 Vloeistofdicht beton;
 - nr. 10/15 Vloeistofdicht beton II;
 - nr. 11/9 Vloeistofdicht beton III;
 - nr. 11/10 Is uw vloer nog vloeistofdicht?
39. Breugel, K. van, Ontwerpen en dimensioneren van vloeistofdichte betonconstructies, Betonpraktijkreeks, ENCI Media, 's-Hertogenbosch, 1999.
40. BRL 2362, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-Procescertificaat voor aanleg vloeistofdichte voorzieningen in ter plaatse gestort beton, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
41. BRL 2370, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-Procescertificaat voor verwerken van beton in vloeistofdichte verhardingsconstructies, Kiwa N.V., Rijswijk, 1999.
42. BRL 2371, Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-Procescertificaat voor het vloeistofdicht maken van draagvloeren van beton, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
43. CUR/PBV-rapport 98-2, Vloeistofindringing in beton. Achtergrondrapport bij CUR/PBV-Aanbeveling 63, Stichting CUR, Gouda, 1998.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

44. CUR/PBV-rapport 99-5, Is luchtdicht beton ook vloeistofdicht, Stichting CUR, Gouda, 1999.
45. H.W. Reinhardt, Penetration and Permeability of Concrete, Barriers to organic and contaminating liquids, E&FN Spon, London, 1997.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 9: Bitumineuze constructies

Bitumineuze constructies worden samengesteld uit asfalt. Asfalt is een mengsel van mineraalaggregaat met een uitgebalanceerde korrelopbouw van steen, zand en vulstof en het bindmiddel bitumen. Door de hoeveelheid, soort en afmeting van het mineraalaggregaat te variëren, kunnen aan een asfaltmengsel bepaalde eigenschappen worden toegekend. Zo kunnen open, (vloeistof)dichte, flexibele of stabiele mengsels worden samengesteld, die in meer of mindere mate bestand zijn tegen chemische en fysische aantasting en mechanische belastingen.

Bitumen is bestand tegen een groot aantal chemicaliën. Dit geldt in de meeste gevallen ook voor het, in de asfaltmengsels gebruikte, mineraalaggregaat. Bij blootstelling aan zuren moeten toeslagmaterialen zonder kalksteen worden gebruikt.

Wanneer asfalt incidenteel aan lichte koolwaterstofverbindingen, zoals motorbrandstof en minerale olie, of organische oplosmiddelen wordt blootgesteld, zal bij dichte mengsels de eventuele aantasting van de structuur van de toplaag beperkt blijven tot het oppervlak. De beschermende functie blijft daarbij volledig intact. Vindt regelmatig blootstelling aan deze stoffen plaats, eventueel in combinatie met mechanische belasting, dan kan de weerstand tegen aantasting door een kunstharsgebonden coating worden verhoogd. Een andere wijze van het verhogen van de chemische resistentie van een bitumineuze laag, is het toepassen van een combinatiedeklaag. Deze deklaag bestaat uit zeer open asfaltbeton, waarvan de poriën zijn gevuld met een kunststof gemodificeerd cement slurry.

De mate waarin een bitumineuze constructie bestand is tegen een bepaalde chemische aantasting, is dus afhankelijk van de aard en samenstelling van de gebruikte componenten. Verder spelen een rol: de duur van de chemische belasting en de concentratie en temperatuur van de vloeistof.

In bedrijven kunnen relatief hoge en geconcentreerde mechanische belastingen op vloeren en verhardingen voorkomen. Door een juiste keuze van het mengsel en bouwstoffen en/of aanpassing van de constructieve opbouw, zijn asfaltconstructies mogelijk waarbij een optimum wordt bereikt tussen de weerstand tegen blijvende deformatie en de vloeistofdichtheid, ook bij hoge mechanische belastingen. Door het visco-elastische karakter beschikken asfaltmengsels, afhankelijk van de samenstelling, over meer of minder deformatie-capaciteit. Dit houdt in dat eigenschappen als vloeistofdichtheid ook bij vervormingen niet verloren gaan.

Asfaltmengsels worden warm verwerkt en verharden bij afkoeling snel. Daardoor is een vloer of verharding van asfalt/gietasfalt binnen 24 uur na het aanbrengen al beloop- en/of berijdbaar. De bedrijfsactiviteiten kunnen daarom snel worden hervat.

De volgende typen asfaltmengsels worden onderscheiden:

> Ondervulde mengsels

Bij deze mengsels is de holle ruimte in het aggregaatskelet niet volledig met bitumenmortel gevuld. De poriën staan in open verbinding met elkaar. Dergelijke mengsels voldoen niet aan het criterium vloeistofdicht. Een voorbeeld van een ondervuld mengsel is zeer open asfaltbeton.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

> Gevulde mengsels

Bij deze mengsels vormt het grove mineraalaggregaat nog juist een skelet. De holle ruimte in dit skelet is echter vrijwel geheel gevuld met mortel (bitumen plus vulstof). De poriën in deze mengsels staan nauwelijks met elkaar in verbinding.

Voorbeelden van gevulde mengsels zijn dicht asfaltbeton en steenmastiekasfalt.

> Overvulde mengsels

Bij deze mengsels is meer mortel aanwezig dan in de holle ruimte van het mineraalskelet kan worden geborgen. Het skelet wordt uit elkaar gedrukt en de delen drijven in de mortel.

Een voorbeeld van een overvuld mengsel is gietasfalt.

Vloeistofdichte mengsels behoren tot het type gevuld of overvuld.

Een asfaltverharding wordt in lagen opgebouwd. Deze lagen bestaan uit verschillende asfaltsoorten die in de horizontale opbouw elk hun specifieke functie hebben. Door belastingen op de verharding treden spanningen en vervormingen op. De grootte van deze spanningen en vervormingen is afhankelijk van de belastingen zelf, de mechanische eigenschappen van de materialen en de afzonderlijke laagdikten.

De dikte van een asfaltverharding wordt bepaald op basis van de eis dat:

> De lagen een voldoende hoge weerstand moeten bieden tegen scheurvorming door vermoeiing (scheurvorming vanaf onderzijde).

> De verharding bestand moet zijn tegen een blijvende vervorming door de optredende belastingen.

Het is niet noodzakelijk dat de laag die de vloeistofdichtheid waarborgt, als deklaag wordt toegepast. In een vloeistofdichte, bitumineuze constructie kan de vloeistofdichte laag daarom als deklaag, als tussenlaag of als onderlaag worden toegepast.

Voor het vaststellen van de vloeistofdichtheid is de beproevingsmethode, beschreven in de CUR-PBV-Aanbeveling 52 [1], beschikbaar. In deze proef wordt een cilindrisch proefstuk belast met een vloeistofdruk van 0,1 MPa gedurende 72 uur. Het bitumineus materiaal wordt als vloeistofdicht gekarakteriseerd als het indringingsfront binnen de beproevingsperiode de niet met vloeistof belaste zijde niet bereikt. De vloeistofdichtheid is afhankelijk van het percentage holle ruimte. Onderzoek met de beschreven beproevingsmethode heeft aangetoond dat gietasfalt en dicht asfaltbeton met een holle ruimtepercentage van drie of lager inderdaad vloeistofdicht zijn. Dit criterium werd al sinds lange tijd op basis van uitgebreide praktijkervaringen en van in het verleden uitgevoerd onderzoek gehanteerd.

Bij recent onderzoek is gebleken dat de zeer hoge vloeistofdrukken die in CUR/PBV-Aanbeveling 52 zijn voorgeschreven, de structuur van de holle ruimten in een asfaltmengsel kunnen doorbreken. Hierdoor ontstaat een vertekend beeld van de doorlatendheid. Bij het onderzoek zijn drie mengsels beoordeeld.

De conclusies ten aanzien van de vloeistofdichtheid zijn:

> Ongescheurd, dicht asfaltbeton (DAB) en gietasfalt zijn onder normale bedrijfsomstandigheden waterdicht. Dit betekent dat voor het bepalen van de vloeistofindringing bij gebruikelijke bedrijfsomstandigheden, de proef omschreven in CUR/PBV-Aanbeveling 52 kan worden toegepast, waarbij evenwel een lagere druk (0,2 m waterkolom) wordt gehanteerd. Een alternatief is het uitvoeren van de capillaire absorptieproef, zoals omschreven in CUR/PBV-Aanbeveling 63.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

- > De indringsnelheid van vloeistoffen in een bitumineus materiaal is afhankelijk van de oppervlaktespanning en de viscositeit van de vloeistof. De oppervlaktespanning moet lager zijn dan van bitumen om capillaire opzuiging mogelijk te maken. Een lagere viscositeit vergroot de doorstroming. Een hoger opgelegde druk resulteert in een groter volume ingedrongen vloeistof.

Water heeft een lagere oppervlaktespanning dan bitumen. Daarom is de indringing gering en langzaam. Ethanol bijvoorbeeld, heeft een hogere oppervlaktespanning dan bitumen en dringt daardoor, onder invloed van capillaire werking, snel in het bitumen. Dit betekent dat het van belang is bij het doen van proeven om uit te gaan van vloeistoffen, die in de praktijk naar verwachting kunnen voorkomen [15].

Momenteel wordt er door een Kiwa/PBV-commissie gewerkt aan het opstellen van een Beoordelingsrichtlijn voor het verwerken van vloeistofdicht asfalt en gietasfalt [2].

Bitumineuze constructies die nader worden uitgewerkt, zijn:

- een constructie met asfalt (walsasfalt);
- een constructie met gietasfalt;
- een constructie met een bitumineus membraan;
- een constructie uitgevoerd met een combinatiedeklaag.

9.1 WALSASFALT

Bij walsasfalt vormen de aansluitingen en onderlinge naden kritische punten in de afdichtingsconstructie. Zowel in het ontwerp- als in het uitvoeringsstadium moet hieraan de juiste zorg worden besteed door een heldere detaillering.

9.1.1 MATERIAALKENMERKEN

Asfalt beschikt over eigenschappen, die het mogelijk maken temperatuurwisselingen spanningsloos op te vangen. Door hun flexibiliteit zijn asfaltconstructies in staat om beperkte vervormingen van de ondergrond te volgen, zonder dat de beschermende functie verloren gaat.

Walsasfalt wordt in banen aangebracht. Voor de uiteindelijke vloeistofdichtheid van de constructie is de aansluiting tussen de opeenvolgend banen van essentieel belang. De breedte van de banen wordt bepaald door de breedte van de afwerkbalk van de asfaltspreidmachine.

Afhankelijk van de samenstelling van het mengsel wordt asfalt in de regel aangebracht met een asfalttemperatuur van 140 tot 160 °C en vervolgens met walsen verdicht tot de vereiste verdichtingsgraad.

9.1.2 ONTWERPREGELS

De ontwerpregels die in beschouwing moeten worden genomen bij een constructie met walsasfalt zijn:

- Bepaal aan de hand van de grondmechanische eigenschappen en de te verwachten mechanische belastingen de constructieopbouw. Zie hiervoor 7.1.4 van dit boek.
- Bepaal aan de hand van een beproeving volgens CUR/PBV-Aanbeveling 52 of via de capillaire absorptieproef of de gekozen laag, die de vloeistofdichtheid moet waarborgen, bestand is tegen de te weren (vloeistof)stoffen. Indien dit het geval is, kan de laag worden toegepast in de op de traditionele wijze vastgestelde opbouw. Uitgangspunt hierbij is dat de vloeistofkerende laag ook constructief bijdraagt aan het overbrengen van de belastingen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

3. Stel, indien uit de beproeving blijkt dat niet aan de eis van vloeistofdichtheid wordt voldaan, de dikte van de vloeistofdichte laag naar boven toe bij. Houdt daarbij de constructieve aspecten, met betrekking tot de optredende spanningen, van de laag in het oog.
4. Detailleer aansluitingen, doorvoeren, overgangen en dergelijke met inachtneming van de in deel III van dit handboek gepresenteerde principedetails.
5. Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig. Geef het verlangde kwaliteitsniveau aan, alsmede welke veiligheids- en gezondheidsaspecten van toepassing zijn.

Verwijs hierbij naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen.

Mogelijk is, in verband met de gewenste sterkte-eigenschappen en de vloeistofdichtheid, sprake van tegenstrijdige eisen. In dat geval zullen concessies noodzakelijk zijn of moet er, zoals eerder al is aangegeven, worden gezocht naar een andere oplossing. Eventueel kan, indien mogelijk, het Programma van Eisen worden bijgesteld.

9.1.3 DETAILLERING

Het ontwerpproces van een asfaltverharding is erop gericht schade in de vorm van bijvoorbeeld permanente deformatie (spoorvorming), oppervlaktescheuren en vermoeiing te voorkomen. Aandachtspunten bij het ontwerp van details zijn onder meer:

- > Het detail moet eventuele vervormingen mee kunnen maken zonder dat de vloeistofdichtheid verloren gaat.
- > Aansluitdetails moeten afgestemd zijn op het in te zetten materieel voor verwerking van het materiaal. Er moet rekening mee worden gehouden dat walsen, nodig voor de verdichting van asfalt, niet dicht langs wanden en andere opgaande constructies kunnen komen.
- > Voegvulmateriaal moet hechten aan beide bouwstoffen ter weerszijden van de voeg. Eventueel moeten materialen worden voorzien van een voorbereiding (primer).

In deel III worden details voor een vloeistofdichte constructie aangereikt. Het betreft hier een aantal geselecteerde principedetails, die als voorbeeld kunnen dienen. Per situatie moet de ontwerper zich bewust zijn van de zwakke plekken in de constructie en alle hiervoor benodigde details moeten uitwerken. Alleen zo wordt voorkomen, dat er in het werk pragmatische oplossingen worden gekozen, die achteraf niet naar verwachting functioneren.

De wijze van onderhoud is van invloed op het ontwerp. Zo zijn gevallen denkbaar waarin scheurvorming acceptabel is. Zodra scheuren worden geconstateerd, vindt herstel plaats en is er weer sprake van een deugdelijke afdichting. Een adequaat inspectie- en controleprogramma is hierbij essentieel.

Vooruitlopend op het beschikbaar zijn van een procescertificaat voor het aanleggen van vloeistofdicht asfalt, wordt het proces gewaarborgd door gebruik te maken van de kwaliteitssystematiek, die is ontwikkeld voor de GWW-sector. Daarbij moeten de kwaliteitssystemen van de aannemer en producent gecertificeerd zijn volgens de NEN-EN-ISO 9000 normen en moeten kwaliteitsplannen zijn uitgewerkt, bijvoorbeeld volgens de door CROW opgestelde blauwdruk voor de GWW-sector.

Voor het dimensioneren van walsasfalt op gebruiks- en beheerderseisen, zijn vele methoden beschikbaar. Voor vloeren en verhardingsconstructies op bedrijfsterreinen wordt verwezen naar 4.4 van



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

CROW-publicatie 41. Bij het dimensioneren van asfaltconstructies voor bedrijfsverhardingen en -vloeren wordt rekening gehouden met de vaak specifieke verkeersbelasting. In veel gevallen is er sprake van zeer langzaam rijdend of stilstaand verkeer en vervoermiddelen.

Het ontwerp van een asfaltverharding is door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat beschreven in [3]. Aan de hand van grafieken kan de ontwerper de benodigde verhardingsdikte bepalen. Om te kunnen dimensioneren moet onder meer de elasticiteitsmodulus van de ondergrond bekend zijn, of er zettingsverschillen optreden en wat de te verwachten belastingen zijn.

Overeenkomstig CUR/PBV-Aanbeveling 65 [6] moet het ontwerp worden gebaseerd op de Standaard RAW-bepalingen 1995 [7].

Met betrekking tot statische lasten wordt verwezen naar [14, 8 en 9].

Verder wordt verwezen naar de 'Richtlijn voor de toepassing van asfalt op bedrijfsterreinen met een bodembeschermende functie' [10]. Meer informatie hieromtrent is te verkrijgen bij de VBW-Asfalt te Breukelen.

9.2 GIETASFALT

9.2.1 MATERIAALKENMERKEN

Gietasfalt bestaat uit steenslag of grind, zand, vulstof en bitumen. Het bitumen fungeert als bindmiddel. Door een overmaat aan bitumen bevat gietasfalt minder dan 1,5 % (v/v) holle ruimten. Bij een goede afwerking is een gietasfalt vloer daarom vloeistofdicht en zeer geschikt voor het toepassen in een bodembeschermende voorziening.

Gietasfalt is bestand tegen de meeste chemicaliën en agressieve stoffen. Alleen tegen minerale en dierlijke oliën en vetten is gietasfalt niet bestand, omdat deze stoffen het bitumen in het mengsel kunnen aantasten. Het 'niet bestand zijn' is uiteraard wel afhankelijk van de hoeveelheid, aard, belastingsduur en temperatuur van de stoffen in relatie tot de dikte van de vloer. Bij kortdurende belastingen zal de aantasting doorgaans oppervlakkig zijn en komt de vloeistofdichtheid niet direct in gevaar.

Gietasfalt kan niet volgens een standaardrecept worden samengesteld. Voor ieder gebruiksdoel wordt een speciaal mengsel ontworpen. Daarbij moet een juiste keuze worden gemaakt ten aanzien van:

- > de soorten mineralen en hun verhouding (bepalend voor de stabiliteit en slijtvastheid);
- > de soort en hoeveelheid bitumen (bepalend voor de overige eigenschappen).

Afhankelijk van de samenstelling van het mengsel wordt gietasfalt in de regel aangebracht met een asfalttemperatuur van 230 tot 260 °C. Om die reden kan gietasfalt niet worden verwerkt bij neerslag of als de ondergrond bevroren is.

Als gietasfalt rechtstreeks wordt aangebracht op een ondergrond waarin nog restvocht aanwezig is, kunnen blazen ontstaan. Om dit te voorkomen wordt doorgaans een scheidingslaag toegepast tussen ondergrond en gietasfalt. Deze scheidingslaag wordt ook toegepast in buitentoeepassingen ter voorkoming van blaasvorming door eventuele dampspanning tussen beton en gietasfalt. Bij zeer kritische toepassingen kan het noodzakelijk zijn op het beton eerst een epoxylaag aan te brengen, waarop een geprefabriceerd membraan wordt aangebracht en vervolgens een laag gietasfalt.

Gietasfalt wordt in banen aangebracht. De baanbreedte wordt in het werk bepaald en bedraagt doorgaand 3 tot 4 m. De banen worden uitgezet met stalen reien. Bij meer lagen op elkaar worden de naden tussen de



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

banen in de opeenvolgende lagen verspringend aangebracht om zo de vloeistofdichtheid van de uiteindelijke constructie te garanderen.

9.2.2 ONTWERPREGELS

Een vloeistofdichte afwerking met gietasfalt wordt, in verband met de onderlinge naden tussen de banen, altijd in twee lagen aangebracht.

Deze tweelaagse constructie kan bestaan uit:

- > twee lagen gietasfalt met verspringende naden, met een totale dikte van ca. 45 mm;
- > een geprefabriceerd membraan, speciaal geschikt voor gietasfalt, met een afwerklaag van gietasfalt, met een totale dikte van ca. 30 mm.

Een gietasfaltafwerking kan alleen worden aangebracht op een ondergrond die zorg draagt voor het overbrengen van belastingen, bijvoorbeeld walsasfalt of beton.

Ontwerpregels voor een constructie met gietasfalt zijn:

1. Bepaal of de ondergrond geschikt is voor de op te nemen mechanische belastingen en voor het aanbrengen van de gietasfaltlaag.
Hiertoe is het noodzakelijk dat gegevens van de ondergrond, zoals hechtvermogen, reinheid en afschot, worden vergeleken met de eisen die de leverancier stelt ten aanzien van de verwerkbaarheid. Productinformatiebladen bieden hiervoor handreikingen. Voor het beoordelen van de ondergrond zal veelal een deskundige noodzakelijk zijn.
2. Bepaal of de voorgestelde laag gietasfalt bestand is tegen de chemische belastingen.
Voordat de voorgestelde oplossing nader wordt uitgewerkt, moet er zekerheid bestaan over de chemische bestandheid. In dit stadium moet duidelijk worden of gietasfalt door het morsen of vrijkomen van bodembedreigende stoffen niet ernstig wordt aangetast. CUR/PBV-Aanbeveling 52 geeft hiervoor een beoordelingsmethode.
3. Bepaal of de voorgestelde laag gietasfalt de mechanische belastingen kan overdragen naar de ondergrond.
4. Detailleer aansluitingen, doorvoeren, overgangen en dergelijke met inachtneming van de in deel III van dit handboek gepresenteerde principedetails.
5. Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig, geef aan wat het verlangde kwaliteitsniveau is en welke veiligheids- en gezondheidsaspecten van toepassing zijn. Voor de kwaliteitsklassen van gietasfalt wordt verwezen naar tabel 9.1. Verwijs naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen.

Tabel 9.1 Kwaliteitsklassen gietasfalt

Klasse	Mechanische indringing	Toepassing
1 Extra hard	< 1,0 mm	Speciale binnentoepassingen Bij zeer constante temperaturen
2 Hard	< 1,5 mm	Uitsluitend binnentoepassingen
3 Normaal	1,5 - 6,0 mm	Algemene toepassing (binnen en buiten)
4 Zacht	> 6,0 mm	Onder- en tussenlagen

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

9.2.3 DETAILLERING

Het ontwerp moet voorzien in het voorkomen of minimaliseren van scheuren, tenzij de onderhoudsstrategie is afgestemd op direct herstel van ontstane scheuren. Scheuren kunnen ontstaan vanaf de bovenzijde door mechanische belastingen of vanaf de onderzijde door bewegingen vanuit de ondergrond. Als scheurvorming wordt voorzien is het aan te bevelen een scheuroverbruggende laag in de constructie op te nemen. Hiertoe zijn, naast diverse wapeningsmatten, -vliezen en dergelijke, ook speciale mengsels ontwikkeld.

In deel III worden details voor een vloeistofdichte constructie aangereikt. Het betreft hier een aantal geselecteerde principedetails, die als voorbeeld kunnen dienen. Per situatie moet de ontwerper zich bewust zijn van de zwakke plekken in de constructie en alle hiervoor benodigde details uitwerken. Alleen zo wordt voorkomen, dat er in het werk pragmatische oplossing worden gekozen, die achteraf niet naar verwachting functioneren.

De wijze van onderhoud is van invloed op het ontwerp. Zo zijn gevallen denkbaar waarin scheurvorming acceptabel is. Zodra scheuren worden geconstateerd, vindt herstel plaats en is er weer sprake van een deugdelijke afdichting. Een adequaat inspectie- en controleprogramma is hierbij essentieel.

De aan het materiaal te stellen eisen zijn, met uitzondering van de vloeistofdichtheid, vastgelegd in de Standaard RAW-bepalingen. De eisen ten aanzien van de vloeistofdichtheid moeten door de opdrachtgever worden geformuleerd. In CUR/PBV-Aanbeveling 52 is een beproevingsmethode beschreven voor het beoordelen van de vloeistofdichtheid van de gietasfaltlaag.

Overige relevante normen en richtlijnen zijn:

- > BRL 2358/01 'Gietasfalt voor parkeerdaken, -dekken en binnenvloeren' [11].
- > In de 'Richtlijn voor de toepassing van asfalt op bedrijfsterreinen met een bodembeschermende functie', beschikbaar bij VBW-Asfalt, worden ook constructies met gietasfalt behandeld.

Overige meer algemene informatie over toepassingen van gietasfalt is te verkrijgen bij de Nederlandse Gietasfalt Organisatie, gevestigd te Harderwijk.

9.3 BITUMINEUS MEMBRAAN

9.3.1 MATERIAALKENMERKEN

Bitumineuze membranen zijn dunne waterdichte lagen van bitumen. Membranen worden toegepast als tussenlaag, bijvoorbeeld voor het beschermen van betonnen of stalen overspanningsconstructies van civiele kunstwerken. Andere toepassingen zijn onderafdichtingen van reststoffenbergingen en bassins voor opvang van bluswater of andersoortige vloeistoffen bij calamiteiten. Verder worden geprefabriceerde bitumineuze membranen toegepast als onderlaag in gietasfaltconstructies. Deze membranen hebben een speciale inlage aan de bovenzijde om te voorkomen dat door de hoge temperaturen tijdens het aanbrengen het bitumen boven komt drijven.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bitumineuze membranen kunnen als vloeistofdicht element worden opgenomen in een asfaltconstructie tussen andere asfaltlagen.

Bitumineuze membranen worden geleverd vanaf een dikte van 4 mm. Het is mogelijk om het bitumineus membraan door spuiten aan te brengen in het werk. Daarbij wordt het bitumineuze materiaal, in 2 tot 3 lagen met een totale dikte van 8 tot 12 mm, op een goed geëgaliseerde en verdichte ondergrond op de plaats van verwerking gespoten. In dit geval zal de vloeistofdichtheid van de gerealiseerde laag achteraf moeten worden bepaald door steekproefsgewijs metingen te verrichten aan monsters die uit de afdichting zijn genomen. De vloeistofdichtheid wordt in dat geval op eenzelfde wijze onderzocht als kunststoffolie.

Is het membraan onderdeel van een asfaltconstructie, opgenomen tussen andere asfaltlagen, dan kan onderzoek worden uitgevoerd aan de gehele asfaltconstructie op basis van CUR/PBV-Aanbeveling 52.

Om de wrijvingsweerstand te verhogen wordt het membraan ook wel afgestrooid met zand of fijne steenslag. De stabiliteit van een membraan is te verhogen door vulstoffen toe te voegen en de flexibiliteit door de bitumen te modificeren.

Geprefabriceerde membranen, ook wel bitumineuze folies genoemd, worden voorzien van een wapeningsdoek en dikwijls ook van een antidoorgroefolie. Dankzij het wapeningsdoek is het membraan minder gevoelig voor zettingen. Met de antidoorgroefolie wordt doorgroei van plantenwortels voorkomen.

9.3.2 ONTWERPREGELS

Voor bitumineuze membranen bestaan er geen rekenregels voor het bepalen van de laagdikte. Aan het membraan worden dan ook geen constructieve eigenschappen toegekend, behalve als het membraan de functie vervult van een 'stress absorbing membrane interlayer' (SAMI).

9.3.3 DETAILLERING

Verwezen wordt naar deel III van dit handboek en naar het 'BDA Dakboekje' [12]. Naast gerichte technische informatie, zijn in deze uitgave ook praktische methoden beschreven voor de verbanden, te hanteren bij het verleggen van de membranen. Verder zijn details opgenomen voor aansluitingen, beëindigingen en doorvoeren.

9.4 COMBINATIEDEKLAAG

9.4.1 MATERIAALKENMERKEN

Een combinatiedeklaag is een deklaag die bestaat uit één laag, opgebouwd uit twee verschillende materialen. Een combinatiedeklaag is een laag van een speciaal type zeer open asfaltbeton, waarvan de holle ruimten met een krimparme, kunststofcement slurry worden gevuld.

Combinatiedeklagen worden toegepast om bij zware of eenzijdige mechanische belastingen te voorkomen dat ribbels of sporen in de deklaag ontstaan. De bestandheid tegen chemische aantasting kan, door specifiek op het te weren product afgestemde toplagen, verder worden verhoogd.

Door verschillende bedrijven is onderzoek gedaan naar de vloeistofdichtheid van specifieke samenstellingen. Bij het selecteren van een combinatiedeklaag is het daarom van belang om te informeren naar beschikbare onderzoeksresultaten. CUR/PBV-onderzoekcommissie D 43 'Asfalt en vloeistofdichtheid', besteedt aandacht aan combinatiedeklagen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

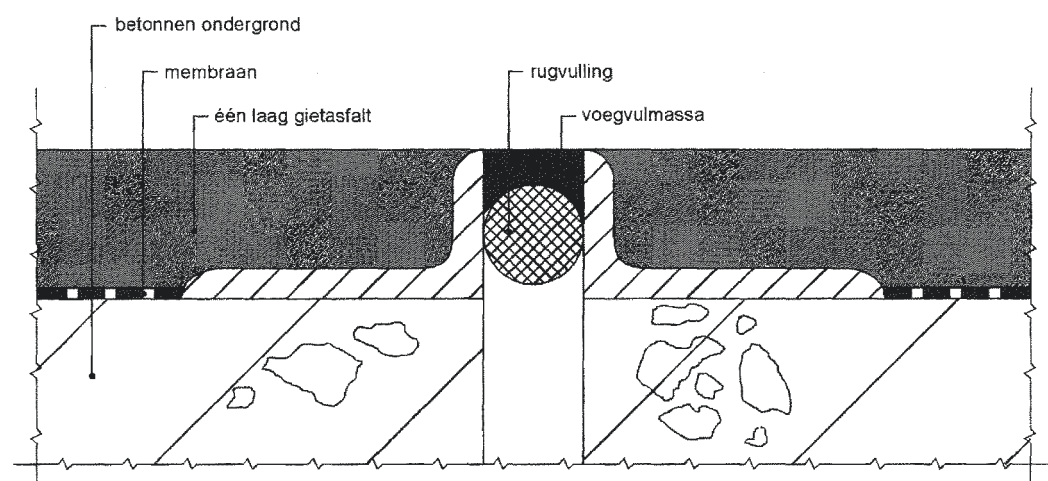
18 Verantwoording

Bijlage 1

Door de combinatie van asfalt en beton ontstaat een constructie die de ondergrond in bepaalde mate blijft volgen. Hierdoor is er een kleinere kans op scheuren. Een combinatie van asfalt en beton heeft een hoge stabiliteit en lastspreidend vermogen. De laagdikte varieert van 40 tot 80 mm. Feitelijk is sprake van een constructie die de eigenschappen van een cementgebonden afdichting combineert met die van een bitumengebonden afdichting. Het ligt daarom voor de hand als beproevingsmethode de ISO-DIS 7031 methode op te nemen, zoals beschreven in CUR/PBV-Aanbeveling 52. Voor cementgebonden constructies (beton) hanteert men ook de capillaire absorptieproef (CUR/PBV-Aanbeveling 63 [13]). Waar het om gaat, is, dat moet worden vastgesteld, dat de holle ruimten volledig worden opgevuld.

Met betrekking tot ontwerpregels, detaillering, referentiedocumenten en verwijzingen wordt verwezen naar 9.1.

9.5 TEKENINGEN DETAILOPLOSSINGEN



Figuur 9.1 Detail eindafwerking van een dilatatievoeg in een bedrijfsvloer waarbij gebruikt wordt gemaakt van een stalen hoekprofiel.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

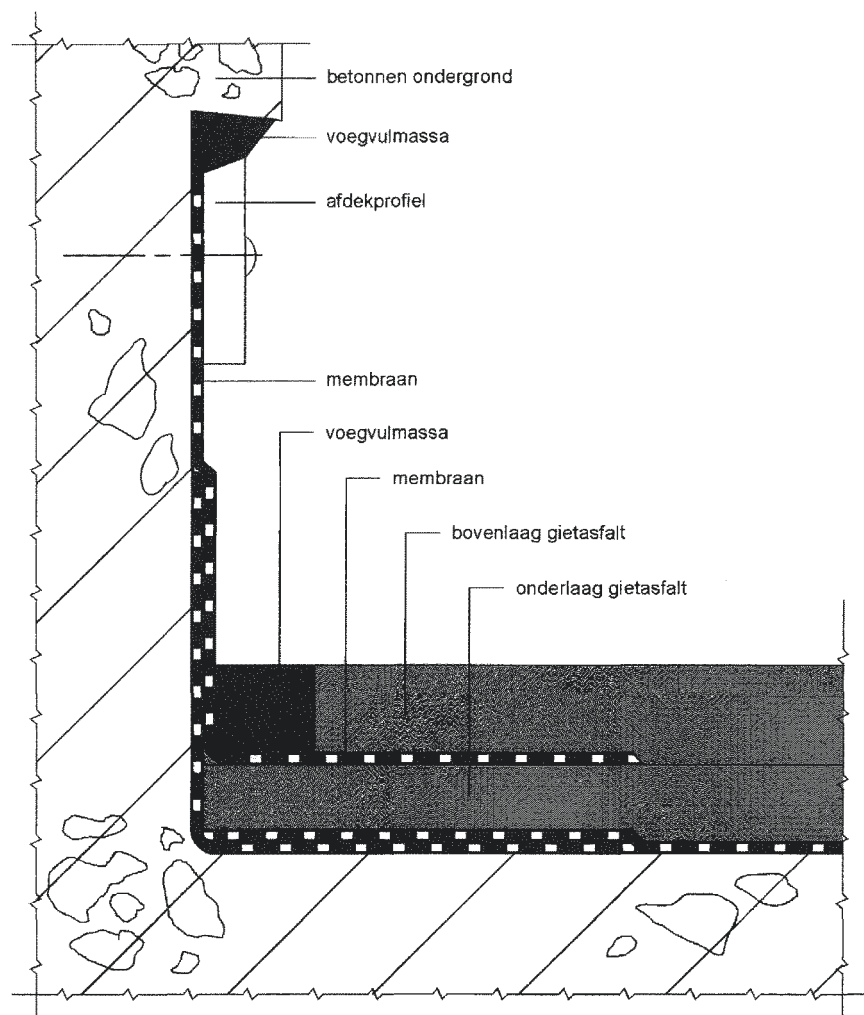
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 9.2

Aansluiting wand met opstandstroken.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

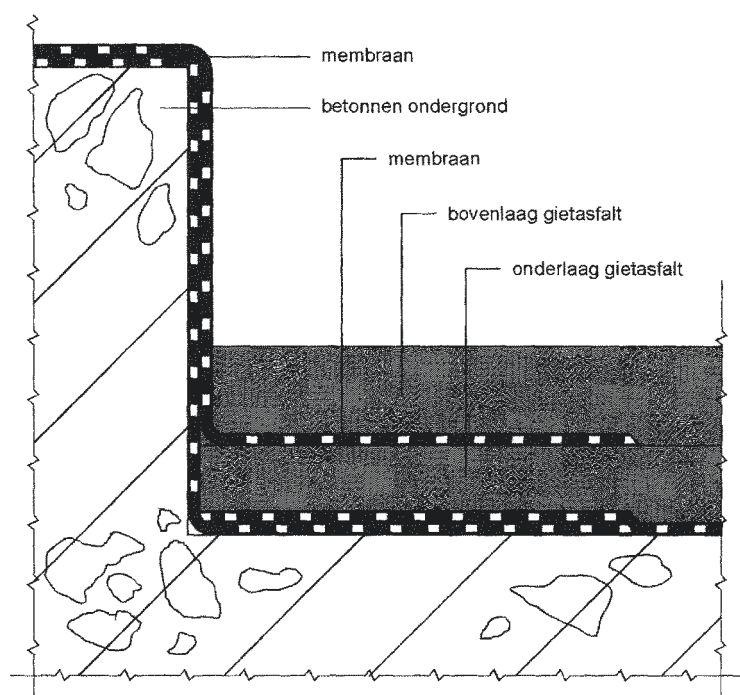
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

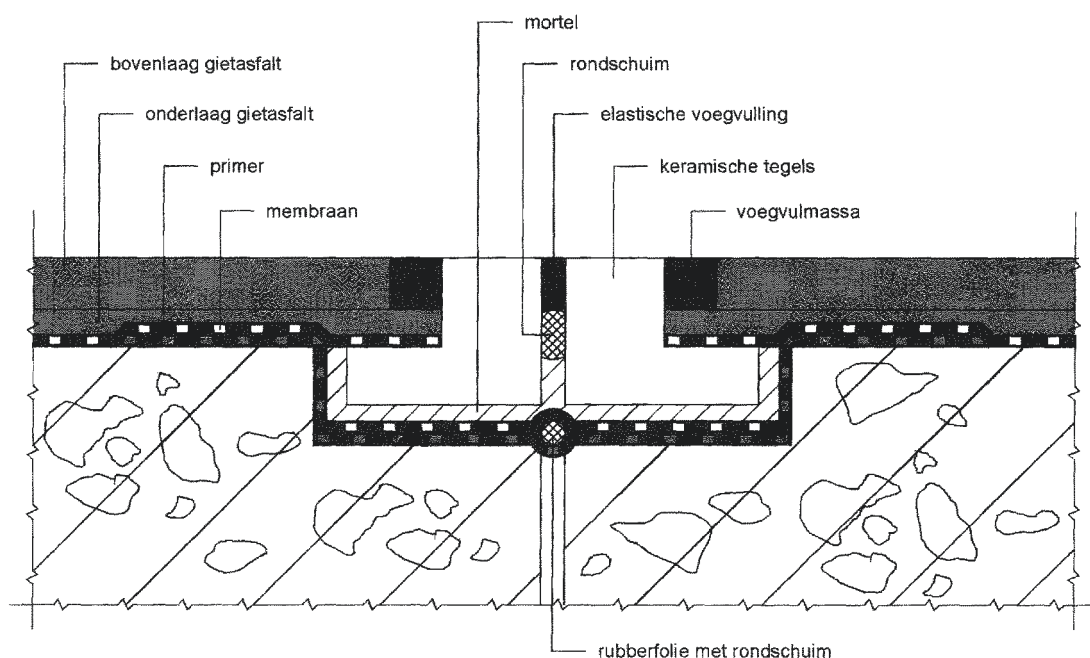
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 9.3 Detail zuurbakbekleding.



Figuur 9.4 Keramische dilatatievoeg.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

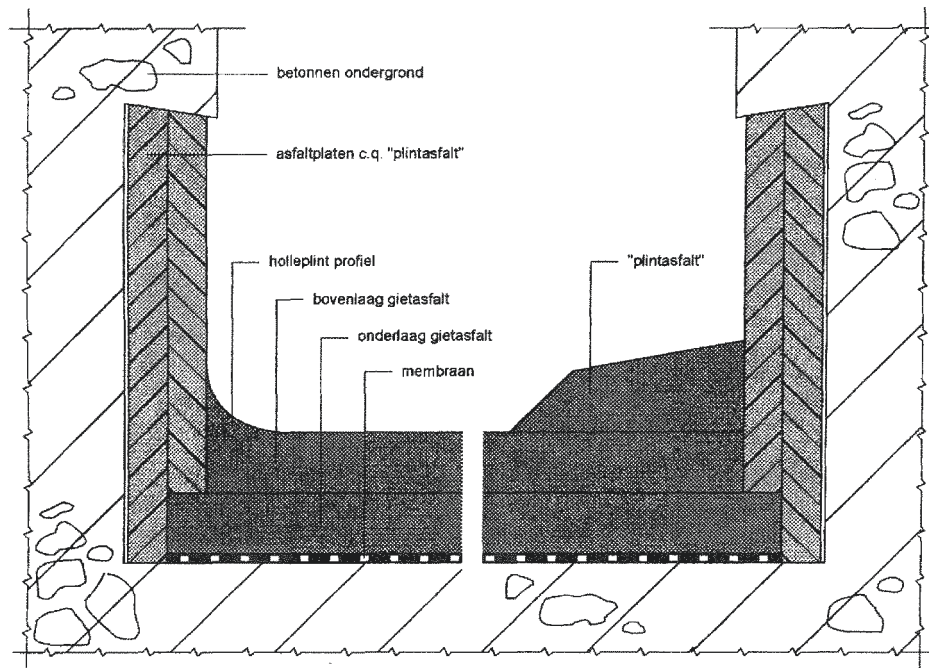
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

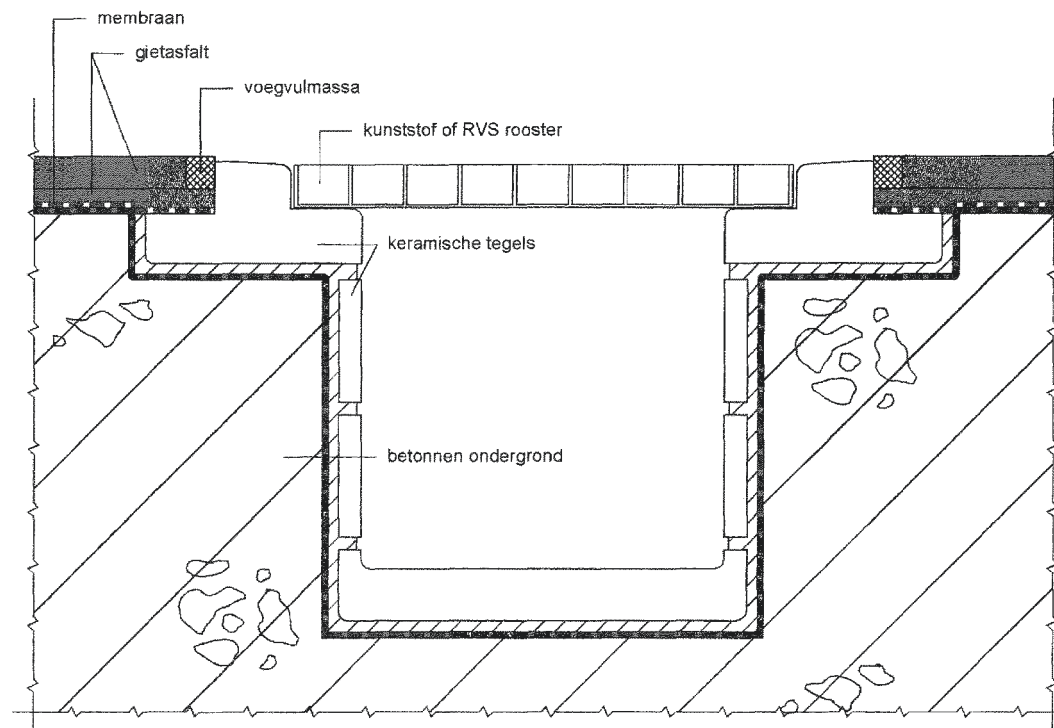
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 9.5 Aansluiting wanden met gietasfalt.



Figuur 9.6 Keramische goot met rooster.

1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

9.6 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. CUR/PBV-Aanbeveling 52, Bepaling van de vloeistofdichtheid van bitumineuze materialen, Gouda, 1998.
2. BRL 2372, Aanleg vloeistofdichte voorzieningen in asfalt, Kiwa N.V., Rijswijk, in voorbereiding.
3. Handleiding Wegenbouw - Ontwerp verhardingen, RWS/DWW, 1994.
4. ISO-DIS 7031, Concrete hardened determination of the depth of penetration of water under pressure, 1983.
5. CUR/PBV-rapport 98-2, Vloeistofindringing in beton, Achtergrondrapport bij CUR/PBV-Aanbeveling 63, Gouda, 1998.
6. CUR/PBV-Aanbeveling 65, Ontwerp en aanleg van bodembeschermende voorzieningen, Uitvoering door middel van een vloeistofdichte betonvloer of -verhardingen of het aanbrengen van een beschermlaag op een draagvloer van beton, CUR/PBV, Gouda, 1998.
7. RAW Standaardbepalingen 1995, CROW, Ede, 1995.
8. VBW- Asfaltpublicatie nr. 17, Bedrijfsverharding, VBW-Asfalt, Breukelen, 1989.
9. Elteren E.A. van, Bitumineuze vloeren en magazijnstellingen, TNO-rapport BI-92-032, Delft, 1992.
10. Richtlijnen voor de toepassing van asfalt op bedrijfsterreinen met een bodembeschermende functie, Publikatiereeks bodembescherming nr. 1995/12, Ministerie van VROM, 1995.
11. BRL 2358/01, Gietasfalt voor parkeerdaken, -dekken en binnenvloeren, SKK/Vecibin, Gorinchem, 1993.
12. BDA Dakboekje, BDA-Intron, Gorinchem, 1998.
13. CUR/PBV-Aanbeveling 63, Bepaling van de vloeistofindringing in beton door de capillaire absorptieproef, Stichting CUR, Gouda, 1998.
14. CROW nr. 41, Bijzondere verhardingen rondom en in gebouwen, CROW, Ede, 1990.
15. CUR-Rapport 99-3, Vloeistofdichtheid van bitumineuze materialen, Stichting CUR, Gouda, maart 1999.



1 Inleiding

**2 Typen bodem-
beschermende
voorzieningen**

**3 Het ontwerp-
proces**

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

**6 Dragers voor bo-
dembeschermende
voorzieningen**

7 Voegafdichtingen

**8 Cementgebonden
constructies**

**9 Bitumineuze
constructies**

**10 Kunstharsgebonden
vloersystemen**

**11 Keramische
tegelsystemen**

**12 Kunststof
foliesystemen**

**13 Minerale
afdichtingen**

**14 Niet materiaal-
gebonden prefab
voorzieningen**

15 Bedrijfsrioleringen

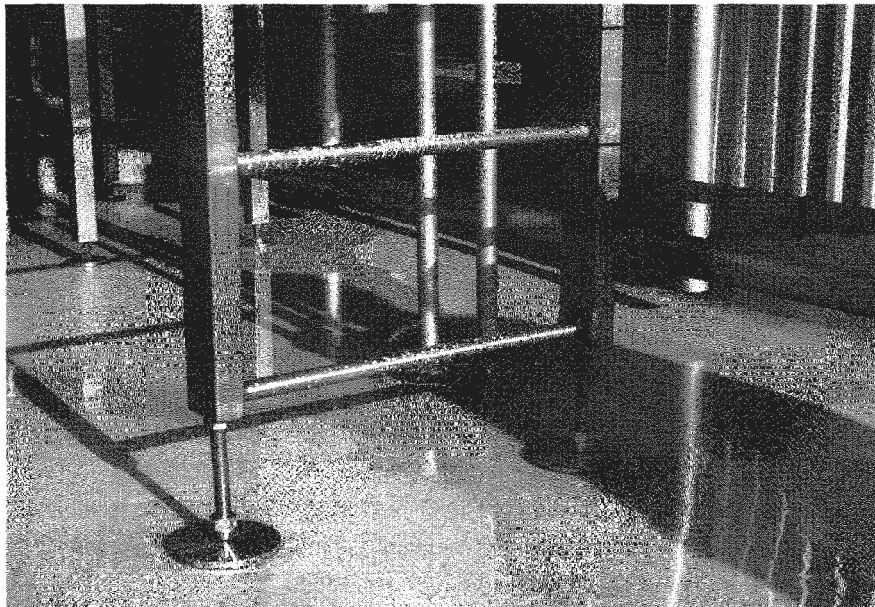
**16 Voorlopige keuze
uit mogelijke
voorzieningen**

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl



Een kunststofgebonden vloer.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 10: Kunstharsgebonden vloersystemen

10.1 ALGEMEEN

Kunstharsgebonden vloersystemen worden veel toegepast als vloerafwerking in vloeistofdichte voorzieningen. Vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen zijn naadloze vloersystemen op basis van thermohardende kunstharsen, die ter plaatse in één of meer lagen worden aangebracht door middel van uitgieten, spanen, spuiten, rollen of kwasten.

Bepalend voor de vloeistofdichtheid en de chemische resistentie zijn de mengsamenstelling en de verwerking. De bescherming die een kunstharsgebonden vloersysteem biedt, is natuurlijk sterk afhankelijk van de duur, aard, hoeveelheid, concentratie en temperatuur van de chemische vloeistof in relatie tot de toegepaste systeemdikte. Normaliter is met een verantwoord gekozen kunstharsgebonden vloersysteem een vloeistofdichte voorziening te realiseren.

Kunstharsgebonden vloersystemen worden niet direct op een zandbed aangebracht, maar op een solide ondergrond, bijvoorbeeld van beton, asfalt of staal.

Een kunstharsgebonden vloersysteem kan in bepaalde mate glad, antislip, slijtvast, flexibel, scheuroverbruggend, chemisch resistent en stootvast zijn uitgevoerd. Door het gesloten karakter van een kunstharsgebonden vloersysteem is de vloer goed te reinigen.

Coatings en gietvloeren zijn 'vloervolgend'. Dit betekent dat oneffenheden maar in beperkte mate worden opgevangen en bestaande afschotlijnen van de vloer worden gevolgd. Met troffelvloeren kunnen afschotlagen worden gemaakt en grotere oneffenheden worden weggewerkt.

Wanneer het afschot van richting moet veranderen of grote oneffenheden moeten worden vereffend, is eerst een egalisielaag noodzakelijk. Een dergelijke laag kan uit verschillende materialen worden samengesteld. Van belang is dat deze materialen voldoende sterk zijn om de optredende mechanische belastingen te kunnen opnemen en deze belastingen over te dragen naar de ondergrond.

Aan een vloeistofdicht kunstharsgebonden vloersysteem kunnen geen constructieve eigenschappen worden ontleend. Voor het constructief gedrag is de ondergrond bepalend.

De chemische resistentie van kunstharsgebonden vloersystemen is afhankelijk van de samenstelling. Deze samenstelling moet dan ook op het gebruiksdoel worden afgestemd. De vloeistofdichtheid is afhankelijk van:

- > de systeemdikte;
- > de samenstelling (korrelopbouw) van de vulstof;
- > het gehalte aan bindmiddel(en);
- > de omstandigheden van applicatie (te beoordelen door de deskundige);
- > de vakbekwaamheid met betrekking tot applicatie.

De bestandheid tegen chemische belastingen wordt in hoge mate bepaald door het bindmiddel. De meest gebruikte bindmiddelen zijn:

- > epoxyharsen (EP);
- > polyurethaanharsen (PU);
- > polyesterharsen (UP);
- > methylmetacrylaatharsen (MMA).



1	Inleiding
2	Typen bodem-beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Met epoxy-, polyester- en acrylaatharsen kunnen zowel starre als elastische constructies worden gerealiseerd door wijzigingen in de samenstelling en gebruikte grondstoffen. In het bijzonder met polyurethaanharsen zijn zeer elastische systemen mogelijk. Hierbij moet worden bedacht dat het aanpassen van een bepaalde eigenschap vaak van invloed is op andere eigenschappen. Zo gaat bijvoorbeeld het vergroten van de elastische eigenschappen in de regel ten koste van de bestandheid tegen chemische aantasting.

Om het mengsel te bepalen dat aan de vereiste specificaties voldoet, is overleg met de leverancier altijd noodzakelijk. Elastisch ingestelde polyurethaan(PU)systemen kunnen eventueel worden toegepast op bitumineuze ondergronden (asfalt/gietasfalt). Gezien de vervormbaarheid van de ondergrond, moeten de eigenschappen van het aan te brengen systeem zo veel mogelijk in overeenstemming worden gebracht met die van de ondergrond.

Harde kunstharsgebonden systemen (EP) kunnen niet op een vervormbare ondergrond worden aangebracht. Aanwezige scheuren moeten worden voorbereid. Niet-bewegende scheuren kunnen, door vullen of injecteren met een kunsthars, worden gerepareerd. Bewegende scheuren en dilatatievoegen daarentegen mogen nooit met een starre coating worden afgewerkt. Ter plaatse zal een voegconstructie moeten worden gerealiseerd. In tabel 10.1 zijn de noodzakelijke werkzaamheden bij een scheur samengevat.

Tabel 10.1

Scheurbehandeling.

Type scheur	Behandeling
Niet-bewegende scheur	Vullen
Bewegende scheur	Dilatatievoeg aanbrengen
Dilatatievoeg	Nooit overlagen

Dilatatievoegen worden aangebracht op plaatsen waar scheurvorming te verwachten is. Een dilatatievoeg is in feite een geprogrammeerde scheur.

Grondstoffen voor het vervaardigen van vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen worden als 'gevaarlijk' gekenmerkt, wanneer bij een onjuiste behandeling van de stoffen risico's voor de gezondheid ontstaan. Het gebruik van gevaarlijke stoffen vereist een zorgvuldige werkwijze. Hulpmiddelen bij het inschatten van de gevaren en te nemen maatregelen zijn:

- > R-zinnen (aanduiding van de specifieke risico's van gevaarlijke producten);
- > S-zinnen (aanbevelingen om het product zo veilig mogelijk te verwerken);
- > ADR-gevarenkaarten (aandachtspunten bij het vervoer van gevaarlijke stoffen).

Toelichting:

Het begrip ADR komt uit de vervoersbranche en heeft betrekking op een indeling van gevaarlijke stoffen in verband met het vervoer, zie tabel 10.2. Voor spoorwegvervoer gelden VSG/RID- begrippen [1], voor wegvervoer VLG/ADR-begrippen [2] en voor vervoer over de binnenwateren VBG/ADNR-begrippen [3]. Meer informatie hieromtrent is te verkrijgen bij Uitgeverij SdU in Den Haag.



- 1 Inleiding
- 2 Typen bodem-beschermende voorzieningen
- 3 Het ontwerp-proces
- 4 Belastingen
- 5 Vloeistofdichtheid
- 6 Dragere voor bodembeschermende voorzieningen
- 7 Voegafdichtingen
- 8 Cementgebonden constructies
- 9 Bitumineuze constructies
- 10 Kunstharsgebonden vloersystemen
- 11 Keramische tegelsystemen
- 12 Kunststof foliesystemen
- 13 Minerale afdichtingen
- 14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen
- 15 Bedrijfsrioleringen
- 16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
- 17 Registers
- 18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 10.2 Indeling ADR-klassen.

ADR-klasse	Omschrijving	Producten
3	Brandbare vloeistof	Ontvetter, kwastverdunding, oplosmiddelhoudende coating, acrylaat
5.2	Vaste organische peroxide	Katalysator
6.1	Giftige/schadelijke vloeistof	Versneller, PU-injectiehars
8	Bijtende vloeistof	Harsen en harders, b-component, soms ook a-component
9	Milieugevaarlijke vloeistof	Vrijwel alle bovengenoemde stoffen

Voor een goed functionerend vloeistofdicht kunstharsgebonden vloersysteem is het essentieel dat de ondergrond voldoet aan de door de leverancier gestelde criteria.

Tabel 10.3 en 10.4 geven een overzicht van de meest toegepaste systemen, met een aantal specifieke kenmerken voor het voorbehandelen van de ondergrond. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen droge en natte methoden. Deze voorbereidende werkzaamheden moeten leiden tot een oppervlak dat schoon, vetvrij, stofvrij en vrij van losse delen is. Belangrijk blijft echter, ongeacht de methode of combinatie van methoden die worden gekozen, dat na het bewerken van de ondergrond wordt vastgesteld wat de treksterkte van de ondergrond is.

Tabel 10.3 Droge methoden voor het reinigen van de ondergrond.

Droge methoden voor het reinigen van de ondergrond	
Stofzuigen	met een industriële stofzuiger
Steken	handmatig losmaken en verwijderen van grove delen met een spatel, plamuurmes of scherp voorwerp
Schuren/slijpen	voor het verwijderen van relatief kleine verontreinigingen
Stralen	voor het verwijderen van curing compound, coatings, cementsluiter of poreus beton, al dan niet met stofafzuiging
Frezen	als stralen, maar dan met gebruikmaking van een freesmachine in plaats van een compressor en straalgrit, al dan niet met stofafzuiging. Nastralen is echter aan te bevelen.
Boucharderen	voor het verwijderen van egalisatiemassa, teerepoxy en andere harde materialen die slecht op de ondergrond hechten als de bovenlaag in plakken loslaat. Nastralen is echter aan te bevelen.
Bikken	voor het verwijderen van coatings, cementsluier en poreus beton met een mechanische hamer, zowel horizontaal als verticaal. Nastralen is echter aan te bevelen.
Vlamstralen	voor het verwijderen van diep ingedrongen verontreinigingen, ter voorkoming van schadelijke dampen. Vooraf het oppervlak nat reinigen. Nastralen is echter aan te bevelen.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 10.4

Natte methoden voor het reinigen van de ondergrond.

Natte methoden voor het reinigen van de ondergrond	
Etsen	met behulp van een milieuvriendelijk, afbreekbaar schoonmaakmiddel ter vervanging van het vroeger veel toegepaste middel fosforzuur. Naspoelen met water is echter sterk aan te raden.
Ontvetten	met loog, bijvoorbeeld natriumhydroxide, ammoniak
Nevelen	onder een druk van 0,1–8 bar vernevelen van een mengsel van gecomprimeerde lucht, water en een op de ondergrond ingesteld reinigingsmiddel
Stoom	onder hoge druk (± 100 bar) op het te reinigen oppervlak spuiten van een mengsel van water en reinigingsmiddelen met behulp van een stoomcleaner
Waterstralen	100–400 bar voor het verwijderen van cementshik en losse delen
	800–2000 bar voor het verwijderen van slechte delen en teerepoxymembranen

Als reparaties aan de ondergrond worden uitgevoerd, moeten de reparatiematerialen zijn afgestemd op de aan te brengen kunstharsgebonden vloersysteem.

Een cementgebonden ondergrond moet ten minste 28 dagen oud te zijn. Het vochtgehalte moet lager zijn dan 4 % (m/m), gemeten met de calciumcarbidmethode (CM). Voor watergedragen- en dampdoorlatende systemen zijn hogere vochtgehalten toelaatbaar in overleg met de leverancier.

Metalen ondergronden moeten zijn ontroest en gestraald tot een reinheidsgraad van ten minste Sa2 $\frac{1}{2}$. Zie hiervoor onder andere CUR-Aanbeveling 54 [7].

Voor een goed resultaat is een goede uitvoering minstens zo belangrijk. Binnen de vloerenbranche is voor een kwaliteitsgeborgde aanleg Vloerkeur® ingesteld. Met dit keurmerk wordt getracht gekwalificeerde bedrijven herkenbaar te maken voor de opdrachtgever. Het is een binnen de branche opgestelde regeling, waarbij aan de bedrijven eisen worden gesteld ten aanzien van: de interne bedrijfsvoering, uitvoeringsaspecten, Arbo-zaken en bescherming van het milieu.

10.1.1 ONTWERPREGELS

Voor kunstharsgebonden systemen gelden de volgende ontwerpregels:

1. Bepaal of de ondergrond geschikt is voor de op te nemen mechanische belastingen en voor het aanbrengen van het voorgestelde kunstharsgebonden systeem.
Hiertoe moeten de gegevens van de ondergrond, zoals hechtvermogen, reinheid en afschot, worden vergeleken met de criteria die de leverancier stelt ten aanzien van de verwerkbaarheid.
Productinformatiebladen bieden hiervoor handreikingen. Voor het vastleggen van de status van de ondergrond is veelal een verklaring nodig van een persoon die kan beoordelen of de ondergrond geschikt is voor de aan te brengen laag kunststof.
2. Bepaal of het voorgestelde systeem bestand is tegen de chemische belastingen die optreden.
Voordat de voorgestelde oplossing nader wordt uitgewerkt, moet zekerheid zijn verkregen over de chemische bestandheid. Het moet duidelijk worden, dat het systeem door het morsen of vrijkomen van potentieel bodembedreigende stoffen niet ernstig zal worden aangetast. CUR/PBV-Aanbeveling 64 omschrijft hiervoor een beproevingsmethode.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 10.5 Belastingen versus kunstharsgebonden systemen.

Belastingen			Coating			Gietvloer			Troffelvloer	
			>0,3 mm	>0,6 mm	>0,9 mm	>1,0 mm	>2,0 mm	>3,5 mm	>3,5 mm	>6,0 mm
Voetgangersverkeer		gering	X	X	X	X	X	X	X	X
		matig		X	X	X	X	X	X	X
		groot			X	X	X	X	X	X
Incidentele zware lasten		gering				X	X	X	X	X
	wielen met stalen loopvlak	gering						X	X	X
		matig							X	X
Met menskracht bewogen voertuigen	massieve banden hard	gering				X	X	X	X	X
		matig					X	X	X	X
		groot						X	X	X
	massieve banden zacht	gering		X	X	X	X	X	X	X
		matig			X	X	X	X	X	X
		groot				X	X	X	X	X
	wielen met stalen loopvlak	gering						X	X	X
		matig							X	X
		groot							X	X
	massieve banden hard	gering			X	X	X	X	X	X
		matig				X	X	X	X	X
		groot						X	X	X
Motorisch bewogen voertuigen	massieve banden zacht	gering		X	X	X	X	X	X	X
		matig			X	X	X	X	X	X
		groot				X	X	X	X	X
	luchtbanden	gering		X	X	X	X	X	X	X
		matig			X	X	X	X	X	X
		groot					X	X	X	X
Gerolde vaten		gering						X	X	X
		matig						X	X	X
		groot						X	X	X
Gesleepte lasten		gering						X	X	X
		matig						X	X	X
		groot						X	X	X
Vallende lasten met een gering gewicht		gering						X	X	X
		matig						X	X	X
		groot						X	X	X

Een nadere specificatie en afgebakende dimensie van de begrippen gering, matig en groot is niet beschikbaar. Paragraaf 4.1.2 geeft handvatten om voor de begrippen een meer getalsmatige invulling te geven.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

- 3 Bepaal of het voorgestelde systeem in staat is de mechanische belastingen over te dragen naar de ondergrond. Raadpleeg hiervoor tabel 10.5 'Belastingen versus kunstharsgebonden systemen' of de productinformatiebladen van de leverancier.
- 4 Detailleer aansluitingen, doorvoeren, overgangen en dergelijke met inachtneming van de in dit deel van het handboek gepresenteerde principedetails.
- 5 Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig, geef aan wat het verlangde kwaliteitsniveau is en welke veiligheids- en gezondheidsaspecten van toepassing zijn. Verwijs hierbij naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen.

Overige aspecten waar bij het ontwerpen en detailleren van kunstharsgebonden vloersystemen specifiek rekening mee moet worden gehouden, zijn:

- > een eventueel vochttransport vanuit de ondergrond;
- > de condities van de omgeving waarin het systeem moet worden aangebracht;
- > de te verwachten thermische belastingen;
- > de stroefheid of weerstand tegen uitglijden bij gebruik.

Voor het maken van een juiste keuze van het type afdichting en voor het realiseren van een vloeistofdicht kunstharsgebonden systeem gelden voorts de volgende aandachtspunten:

- > de noodzakelijke veiligheidsvoorschriften bij de uitvoering;
- > de milieu-aspecten die samenhangen met het gebruik van kunstharsgebonden vloersystemen.

Bij een relatief dunne betonvloer (100–150 mm) zonder scheidingslaag in de vorm van een folie tussen de betonvloer en de ondergrond, moet een vochtwerende laag onder het kunstharsgebonden vloersysteem worden aangebracht. Zo wordt voorkomen dat door vochttransport uit de ondergrond schade ontstaat, zoals blazen of onthechting van het kunstharsgebonden vloersysteem. Indicatief kan worden beoordeeld of vochttransport vanuit de ondergrond optreedt, door een laag plastic van circa 1 m² enkele dagen op de betonvloer te leggen en vast te stellen of condens is ontstaan. In 12.2.3 van CUR-Aanbeveling 43 [5] worden de beoordelingscriteria voor deze methode beschreven.

Als een nieuwe betonvloer wordt voorzien van een kunstharsgebonden dekvloer of vloersysteem, wordt afgeraden de vloer na het storten en afwerken tegen uitdrogen te beschermen met een nabehandelmiddel (curing compound). Een curing compound kan leiden tot hechtingsproblemen en moet voor het aanbrengen van de afdichting worden verwijderd. Bij stralen van de betonvloer bestaat de kans dat de banen in een dunne kunststof afwerklaag zichtbaar blijven. Meestal is dit uit esthetisch oogpunt niet gewenst. Als alternatief voor het aanbrengen van een curing compound kan het beton worden afgedekt met folie om te snelle uitdroging te voorkomen. Voor de eisen wordt verwezen naar 7.3.3. van NEN 2743 [6].

Bij de aanleg van een kunstharsgebonden vloersysteem moet terdege rekening worden gehouden met gezondheidsaspecten, in het bijzonder in geval van het werken met gevaarlijke stoffen. De publicatie 'Arbozorg' van het Bedrijfschap STS: afbouwbedrijf [8] gaat hier dieper op in. Voor het maken van afspraken met betrekking tot het retourneren van rest- en verpakkingsmateriaal biedt de publicatie 'Milieuzorg' van het Bedrijfschap STS: afbouwbedrijf [9] praktische richtlijnen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De volgende publicaties bieden verder waardevolle informatie voor het ontwerp van een vloeistofdicht, kunstharsgebonden vloersysteem:

- > Voor het beoordelen van de druksterkte van een kunstharsgebonden vloersysteem is DIN-EN-ISO 604 [10] bruikbaar. Voor het bepalen van de druksterkte van een betonnen ondergrond geldt NEN 5698 [11].
- > De buigtreksterkte kan worden bepaald en getoetst volgens DIN-EN-ISO 178 [12].
- > De elasticiteitsmodulus en de treksterkte kunnen worden bepaald en getoetst volgens DIN-EN-ISO 527[13].
- > De hechtteksterkte kan worden bepaald en getoetst volgens DIN-EN-ISO 527 Teil 1, 2, 3[13].
- > De hardheid, shore A of D, kan worden bepaald en getoetst volgens DIN 53505[14].
- > De vloeistofdichtheid kan worden bepaald volgens CUR/PBV-Aanbeveling 64 'Vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen' [4].

Algemene informatie is te vinden in [15].

In dit handboek komen de volgende kunstharsgebonden vloersystemen aan bod:

- a. coatings;
- b. gietvloeren;
- c. troffelvloeren;
- d. WHG-systemen.

Een WHG-systeem is een systeem dat voldoet aan de Duitse Wasserhaushaltsgesetz en kan worden gezien als een bijzonder coatingsysteem. Dit systeem wordt in dit handboek summier behandeld.

Het uitsluitend toepassen van een impregneerlaag levert doorgaans geen vloeistofdichte voorziening op. Wel wordt de vloeistofdoorlatendheid van het behandelde materiaal beperkt.

Een impregneerlaag wordt vooral toegepast voor:

- > het verminderen van de stofafgifte;
- > het vereenvoudigen van de reiniging;
- > het verlagen van de indringing van vloeistoffen;
- > het verstevigen van de ondergrond.

Impregneermiddelen worden in vloeibare vorm op de ondergrond aangebracht. Meestal trekt het materiaal door capillaire opzuiging enigszins in het materiaal. Ook zijn er technieken waarbij het impregneermiddel onder druk wordt aangebracht. Onderscheid wordt gemaakt in:

- > een gedeeltelijk afgesloten systeem;
- > een volledig afgesloten systeem;
- > een door en door geïmpregneerd systeem.

In figuur 10.1 zijn de verschillen tussen deze drie systemen weergegeven.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 10.1 Verschillende soorten impregnering.

Aangezien door het aanbrengen van een impregneerlaag geen vloeistofdichte voorziening wordt gerealiseerd, blijft dit materiaal in dit handboek verder buiten beschouwing. Het beoordelen van de bestandheid van een kunstharsgebonden materiaal tegen de te weren bodemverontreinigende stoffen, kan plaatsvinden op basis van de beproevingsmethode opgenomen in CUR/PBV-Aanbeveling 64 'Vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen' [4].

Voor de detaillering van kunstharsgebonden vloersystemen wordt verwezen naar paragraaf 10.5.

10.2 COATING

Bij geringe mechanische belastingen biedt een coatingsysteem een goede oplossing. Een coating is minder geschikt voor situaties waarin sprake is van mechanische (stoot)belastingen. Vloeistofdichte coatings worden in een droge laagdikte van 0,3 tot 1 mm aangebracht.

Bij systemen die uit meer lagen bestaan, is ook een antislipuitvoering mogelijk. In dat geval wordt in één van de lagen antislippoeder of kwartszand ingestrooid. Eventueel wordt deze laag weer afgelakt om te voorkomen dat de korrel loslaat. In ieder geval zal het ingestrooide materiaal voor ten minste 2/3 ingebed moeten zijn in het coatingmateriaal.

De uiteindelijke laagdikte, in mm, bedraagt (ingestrooide materialen buiten beschouwing gelaten):

$$\frac{d \cdot p}{\rho} \cdot 10$$

waarin

d is de hoeveelheid materiaal in kg/m^2 ;

p is het percentage vaste stof, in %;

ρ is de volumieke massa, in kg/m^3 .

De totale laagdikte is de som van de dikten van de verschillende lagen. Om de laagdikte vast te stellen, zijn het vaste stofgehalte en de soortelijke massa van de aan te brengen coating van belang. Onderstaande rekenvoorbeelden illustreren dit.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Een tweelaagssysteem met een eerste laag van 200 g/m² en een tweede laag van 150 g/m², waarbij het vaste stofgehalte 60 % (v/v) bedraagt en de soortelijke massa ongeveer 1000 kg/m³. De dikte van de uitgeharde laag is in dit geval slechts 0,35 · 0,6 = 0,21 mm. Daarmee voldoet het systeem niet aan de minimale laagdikte eis van 0,30 mm.

Een coating die wel voldoet aan de criteria van de minimale laagdikte is bijvoorbeeld een systeem met de volgende laagopbouw:

- > eerste laag: impregneer van 135 g/m², vaste stofgehalte 40 % (v/v) ($\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$);
- > tweede laag: coating van 350 g/m², vaste stofgehalte 65 % (v/v) ($\rho = 1350 \text{ kg/m}^3$);
- > derde laag: instrooizand (maximaal 0,1–0,3 mm) van 1,5 kg/m² ($\rho = 2600 \text{ kg/m}^3$);
- > aflaklaag: 350 g/m², vaste stofgehalte 60 % (v/v) ($\rho = 1450 \text{ kg/m}^3$).

Opgemerkt wordt dat een impregneerlaag niet wordt gezien als een bodembeschermende voorziening. Aangenomen wordt dat deze laag voor 50 % mag worden meegenomen in de laagdikteberekening. De overige 50 % absorbeert of verdampt.

De totale laagdikte van dit systeem komt op:

$$\frac{0,50 \cdot 0,135 \cdot 0,40}{1,15} + \frac{0,35 \cdot 0,65}{1,35} + \frac{0,35 \cdot 0,6}{1,45} = 0,34 \text{ mm}$$

Voor specifieke eigenschappen en kenmerken van coatings wordt verwezen naar de productinformatiebladen van de leverancier(s). Het type bindmiddel, de hoeveelheid vulstof en de wijze van mengen en aanbrengen zijn zeer bepalend voor de uiteindelijke specificaties. Een voorbeeld van een productinformatieblad is in hoofdstuk 4.2.1 opgenomen.

Het toe te passen bindmiddel is met name bepalend voor de chemische bestandheid, het vulmiddel voor de op te nemen mechanische belastingen. In de regel gaat een hogere mechanische belastbaarheid ten koste van de chemische bestandheid. Een te hoog gehalte aan vulstof levert een lagere chemische resistentie op. Belangrijk is in ieder geval, dat de toegepaste vulstof de chemische bestandheid niet nadelig beïnvloedt.

10.3 GIETVLOER

Bij middelzware belastingen biedt een gietvloer een flexibele oplossing met een duurzaam karakter.

Gietvloeren worden meestal uitgevoerd in een laagdikte vanaf 1 mm, gebruikelijk is 3 tot 4 mm. De laagdikte is daarbij mede afhankelijk van het verschil in temperatuurvervorming van de kunstharsgebonden laag en de ondergrond. Voorkomen moet worden dat door een verschil in uitzetting onthechting optreedt. Naarmate het verschil in vervorming kleiner is, kunnen dikkere lagen worden toegepast.

Een gietvloer is 'zelf-nivellerend', waardoor in een bepaalde mate een vlak oppervlak vanzelfsprekend wordt bereikt.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bepaalde gietvloeren zijn in beperkte mate 'flexibel' en kunnen daarom worden toegepast voor het overbruggen van kleine scheuren. Hiervoor moeten de productinformatiebladen van de leverancier(s) worden geraadpleegd.

10.4 TROFFELVLOER

Troffelvloeren zijn vloeren die handmatig (door middel van troffelen) worden aangebracht. Een troffelvloer is geschikt voor zware belastingen en is slag-, stoot- en slijtvast.

De laagdikte moet ten minste gelijk zijn aan drie maal de grootste toegepaste korreldiameter. Oneffenheden van enkele millimeters in de ondergrond kunnen in een arbeidsgang met de toplaag worden uitgevlakt. De vlakheid van de troffelvloer zelf is alleen met veel ervaring (vakmanschap) en hulpmiddelen (hoogtebalken) te bereiken. Spaanslagen zijn moeilijk te vermijden.

Een troffelvloer kan open zijn van structuur en is derhalve niet per definitie vloeistofdicht. De vloeistofdichtheid zal dan met een aanvullende coating moeten worden gerealiseerd. Een vloeistofdichte uitvoering van de troffelvloer is mogelijk vanaf een laagdikte van 3,5 mm. Om een vloeistofdichte constructie te realiseren, moet het mengsel zorgvuldig worden samengesteld. Dit vereist vakmanschap van de leverancier en van de applicateur die het mengsel moet verwerken.

De keuze tussen een gietvloer of een troffelvloer wordt onder meer bepaald door de ondergrond. Naarmate deze ongelijkmatiger is, zal eerder voor een troffelvloer worden gekozen.

10.5 WHG-SYSTEMEN

WHG-systemen zijn systemen die voldoen aan het Duitse Wasserhaushaltsgesetz. Deze Duitse verordening stelt regels aan de inrichting van locaties waar wordt omgaan met stoffen die een potentieel risico voor het grondwater opleveren. Het betreft locaties voor bijvoorbeeld op- of overslag, laden en lossen, alsmede inrichtingen waar sprake is van het vervaardigen, behandelen en/of gebruiken van risicovolle stoffen.

WHG-systemen bieden een grote zekerheid ten aanzien van het overbruggen van scheuren. Ze worden toegepast in situaties waarin de constructie calamiteiten of andere extreme voorvallen moet kunnen weerstaan.

De opbouw van een WHG-systeem kan aan de situatie worden aangepast. Een systeem kan bijvoorbeeld zijn opgebouwd uit:

- > een hechtlaag;
- > een scheuroverbruggende tussenlaag;
- > een laminaatlaag met daarin een gewapend vlies;
- > een halfgeleidende onderlaag met aansluiting op randaarde;
- > een halfgeleidende toplaag.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

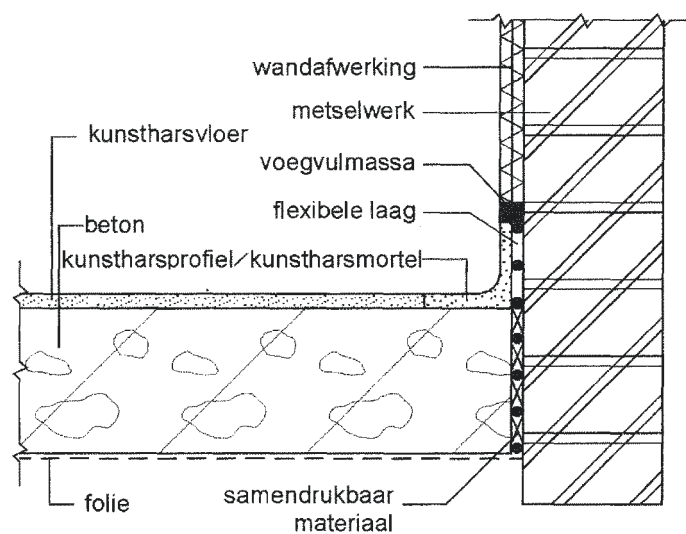
18 Verantwoording

Bijlage 1

Voor een grotere stroefheid kan bijvoorbeeld siliciumcarbide worden toegevoegd. Uiteraard zijn alternatieven op deze opbouw mogelijk, waarbij andere hoeveelheden materialen worden verwerkt of waarin één of meer lagen worden weggelaten of juist toegevoegd.

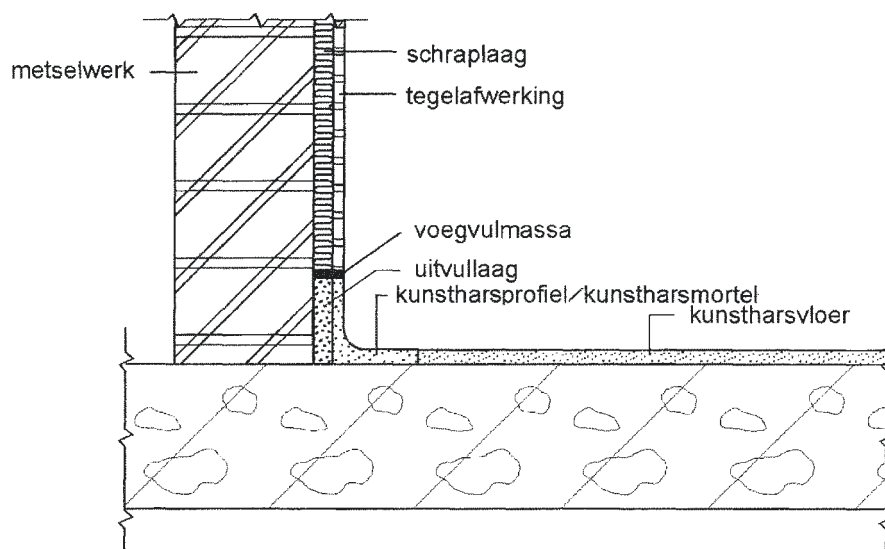
Ook in Nederland worden WHG-systemen steeds vaker toegepast in situaties waarin aan de bedrijfszekerheid van het systeem zeer hoge eisen worden gesteld.

10.6 DETAILOPLOSSINGEN



Figuur 10.2

Detail hoekoplossing bij een niet doorgaande vloer.



Figuur 10.3

Detail hoekoplossing bij een doorgaande vloer.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

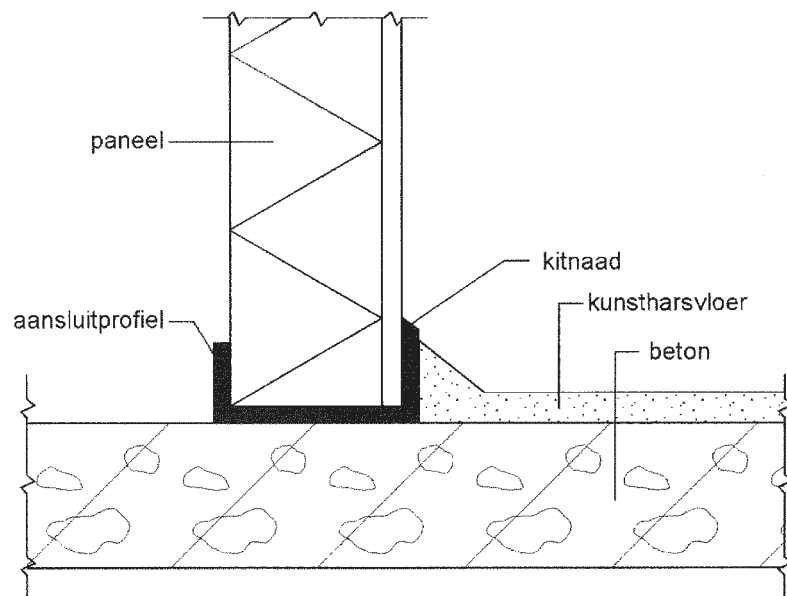
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

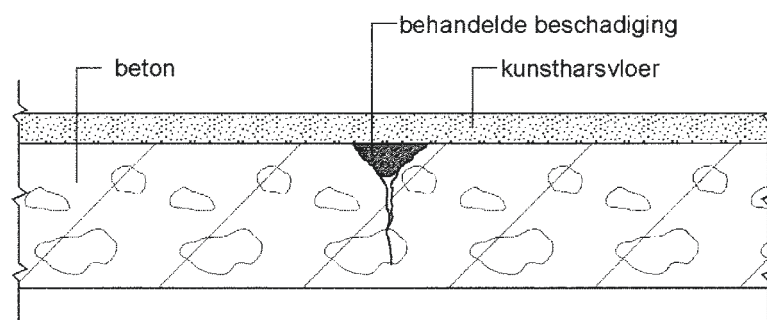
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 10.4

Detail aansluiting bij paneelwand.



Figuur 10.5

Detail voorbehandeling beschadiging.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

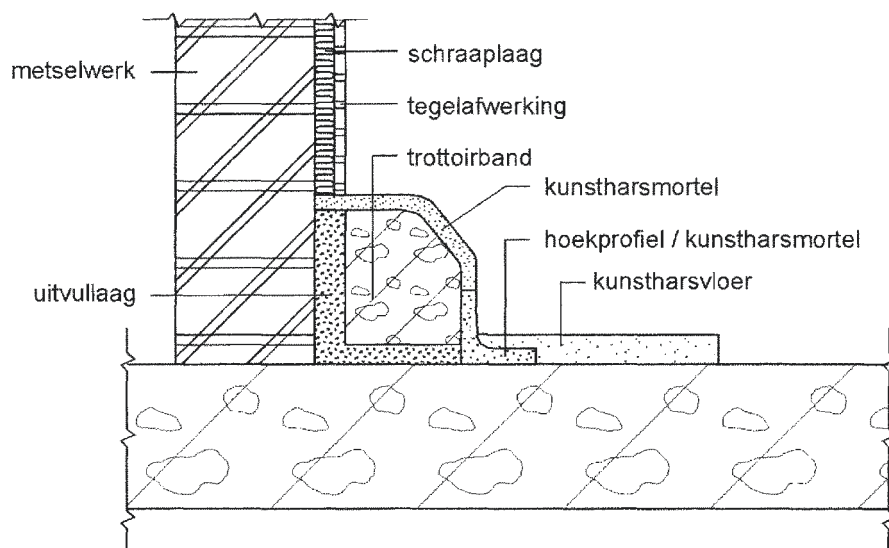
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

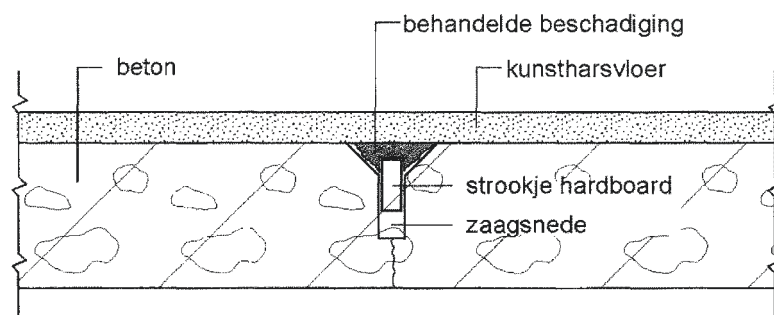
17 Registers

18 Verantwoording

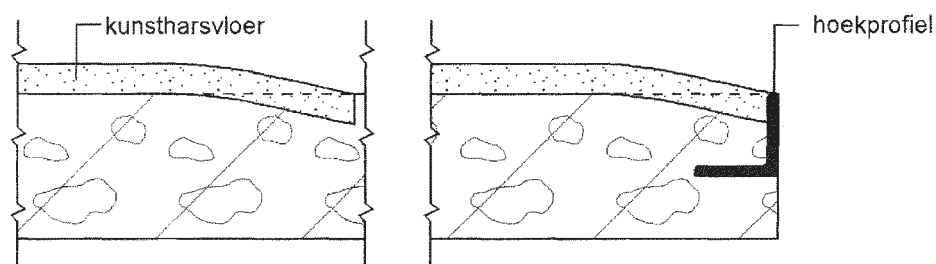
Bijlage 1



Figuur 10.6 Detail hoekoplossing.



Figuur 10.7 Detailoplossing bij een niet-bewegende scheur.



Figuur 10.8 Details voor eindafwerking troffelvloer.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

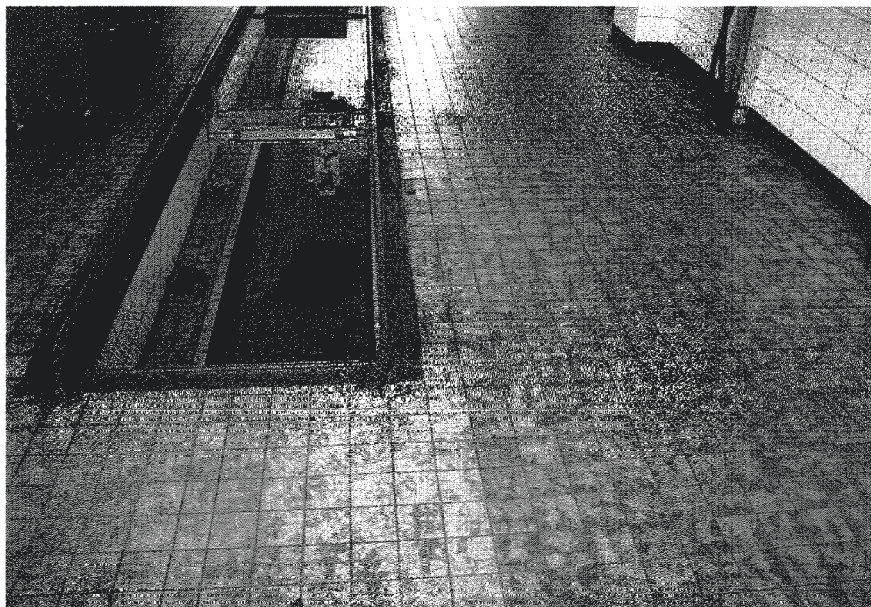
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

10.7 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. VSG/RID-begrippen voor spoorwegvervoer, SDU, Den Haag, doorlopende uitgave.
5. VLG/ADR-begrippen voor wegvervoer, SDU, Den Haag, doorlopende uitgave.
6. VBG/ADNR-begrippen voor vervoer over de binnenwateren, SDU, Den Haag, doorlopende uitgave.
7. CUR/PBV-Aanbeveling 64, Vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen, CUR, Gouda, 1998.
8. CUR-Aanbeveling 43, Siergrindvloeren met epoxy als bindmiddel, CUR, Gouda, 1996.
9. NEN 2743, Oppervlak monolitisch afgewerkte betonvloeren - Uitvoering en kwaliteitsbeoordeling, NNI, Delft, 1995.
10. CUR-Aanbeveling 54, Betonreparatie met handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels, CUR, Gouda, 1997.
11. Arbozorg, Bedrijfschap STS:afbouwbedrijf, Woerden 1997.
12. Milieuzorg 'Praktische richtlijnen', Bedrijfschap STS:afbouwbedrijf, Woerden, 1995.
13. DIN-EN-ISO 604, Kunststoffe - Bestimmung von Druckeigenschaften, NNI, Delft, 1997.
14. NEN 5698, Radioactiviteitsmeting monsterneming en zuiveringsslib, NNI, Delft, 1995.
15. DIN-EN-ISO 178, Kunststoffe - Bestimmung der Biegeeigenschaften, NNI, Delft, 1997.
16. DIN-EN-ISO 527 Teil 1, 2 en 3, Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften, NNI, Delft, 1996.
17. DIN 53505, Pruefung von Kautschuk, Elastomeren und Kunststoffen, NNI, Delft, 1987.
18. Handleiding dekvloeren, Ontwerp en uitvoering, Bedrijfschap STS:afbouwbedrijf, Woerden, 1993.



Keramische tegels als vloeistofdichte voorziening.



1 Inleiding

**2 Typen bodem-
beschermende
voorzieningen**

**3 Het ontwerp-
proces**

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

**6 Dragere voor bo-
dembeschermende
voorzieningen**

7 Voegafdichtingen

**8 Cementgebonden
constructies**

**9 Bitumineuze
constructies**

**10 Kunstharsgebonden
vloersystemen**

**11 Keramische
tegelsystemen**

**12 Kunststof
foliesystemen**

**13 Minerale
afdichtingen**

**14 Niet materiaal-
gebonden prefab
voorzieningen**

15 Bedrijfsrioleringen

**16 Voorlopige keuze
uit mogelijke
voorzieningen**

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

Hoofdstuk 11: Keramische tegelsystemen

11.1 ALGEMEEN

Keramische systemen worden veelal toegepast als sprake is van een belasting door zeer agressieve chemicaliën, hoge thermische belastingen of strenge hygiënische eisen. De vloestofdichte systemen bestaan uit:

- > keramische tegels;
- > een voegmassa op basis van bitumen, al dan niet gemodificeerde cementmortel, epoxyhars, furaanhars of polyurethaanhars, aangebracht op een stijve ondergrond;
- > een afdichtend membraan, om een 100 % vloestofdichtheid te verkrijgen.

Door de verschillen in eigenschappen tussen tegel en voegmassa, hoe beperkt ook, zal vrijwel altijd sprake zijn van scheuren en/of onthechting op de overgang tegel-voegmassa. Daardoor is de vloer zelf niet altijd voldoende vloestofdicht. Daarbij speelt het naar verhouding grote aantal voegen per oppervlakte een rol. Dit vergroot de kans op scheurvorming tussen tegel en voegmassa.

Een vloestofdicht systeem is dan ook alleen te realiseren in combinatie met een dicht membraan.

Omdat tegels gevoelig zijn voor breuk, is een stevige verankering aan een stijve ondergrond noodzakelijk. Om een beschermende constructie te kunnen vormen, moeten de tegels bovendien aan elkaar worden 'verlijmd' door een geschikt hechtmateriaal. De aan elkaar gehechte tegels zorgen ervoor dat het vloestofdichte membraan niet door mechanische of thermische belastingen wordt aangetast. De afdichting zelf kan bestaan uit een laag asfalt, gietasfalt, een bitumineus membraan, polyethyleen of een ander materiaal waarvan is bewezen dat het bestand is tegen de te weren vloestoffen.

Een keramisch tegelsysteem zonder membraan is als vloestofdichte voorziening toegestaan, als het afschot zodanig is dat vloestoffen direct van de verharding afstromen en het geen kwaad kan als vloestoffen in beperkte mate in de constructie treden. Hiermee wordt immers nog steeds voldaan aan de definitie van een vloestofdichte constructie: het systeem is vloestofdicht tot het moment waarop de vloestof er aan de niet met de vloestof belaste zijde uittreedt.

Keramische systemen kunnen zowel op een betonnen als op een stalen ondergrond worden aangebracht en bieden mogelijkheden voor zowel vloeren, wanden als overgangen tussen vloer en wand. Aanleg van vloestofdichte keramische tegelsystemen is specialistenwerk.

Uniforme richtlijnen voor het aanbrengen van de tegels zijn momenteel niet beschikbaar. Wel zijn er NEN-EN-normen voor het produceren van de tegels en de lijmen. Aan de hand van productinformatiebladen van de producent en door ervaring verkregen kennis van producten en de wijze van aanbrengen, kan doorgaans een hoogwaardige en zeer betrouwbare vloestofdichte voorziening worden gerealiseerd.

Keramische tegels worden naar hun productiewijze onderscheiden in drooggeperste en strengperstegels. Bij drooggeperste tegels wordt vochtig kleipoeder in een stalen matrijs samengeperst. Dit levert een door-en-door éénkleurige tegel op. Het is echter ook mogelijk een gemêleerde tegel te fabriceren. Ook kan de matrijs



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloestofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

met twee lagen poeder van verschillende samenstelling worden gevuld. Daardoor kunnen, op verder gelijke tegellichamen, verschillend gekleurde en/of extra dichte toplagen worden aangebracht. Dit kan van belang zijn met het oog op de weerstand tegen vlekvorming of indringing van kleurstoffen (bekladdingen). Drooggeperste tegels vertonen aan de achterzijde een profiel. Hiermee moet bij het lijmen rekening worden gehouden. Een mogelijke fabricagefout bij drooggeperste tegels is de zogeheten dubbelpersing. In dat geval ontstaat in het tegellichaam een zwakke plek evenwijdig aan het dagvlak. Als gevolg daarvan bestaat de mogelijkheid dat de tegel bij vorstinwerking in twee plakken uiteenvalt.

Bij strengperstegels wordt meer of minder plastische klei door een mondstuk geperst. Het resultaat is een kleilint (de streng), dat in stukken wordt gesneden. Dit levert de afzonderlijke tegels op. Bij zogeheten splits-tegels worden als het ware twee kleilinten ruggelings verbonden geperst. Pas na het bakken worden de tegels door middel van splijten gescheiden. Dat resulteert in zichtbare breukvlakken aan de achterzijde. Om zuiver vierkante tegels en/of een speciale randafwerking te verkrijgen, worden de tegels ook wel uit het lint gestanst.

Door afschuifspanningen in de strengpers, met name in het mondstuk, bezitten strengperstegels in feite altijd een gelamineerde structuur. Deze kan meer of minder uitgesproken zijn. In geval van vorstinwerking kan door deze laagsgewijze structuur afschilfering ontstaan. Bij goede strengperstegels komt die gelaagde structuur niet tot uiting.

Glazuur als bescherm laag van de tegels neemt geen water of andere vloeistoffen op. Dit is met name van belang wanneer ontsiering van het oppervlak door bekladding moet worden voorkomen. Verder kan, om esthetische redenen of vanwege hygiënische eisen, de voorkeur uitgaan naar een geglazuurde tegel.

In dit handboek worden vier systemen nader uitgewerkt:

- het membraansysteem;
- het epoxysysteem;
- een cementgebonden systeem;
- een bitumengebonden systeem.

11.2 MEMBRAANSYSTEEM

11.2.1 MATERIAALKENMERKEN

In een keramisch membraansysteem kunnen verschillende materialen worden toegepast. Voor materiaal-kenmerken van het toe te passen membraan wordt daarom verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk. Bitumineuze membranen staan beschreven in hoofdstuk 9. Membranen op basis van kunststoffolie staan beschreven in hoofdstuk 12.

In verband met de vloeistofdichtheid geldt dat de laag die de vloeistofdichtheid moet garanderen, bestand moet zijn tegen de te weren stoffen. In de desbetreffende hoofdstukken en paragrafen wordt aangegeven welke beproevingsmethoden beschikbaar zijn of welke normen, CUR-Aanbevelingen, richtlijnen en dergelijke, geraadpleegd kunnen worden.

Het voegmateriaal of de specie waarin de tegel wordt gezet, is dus niet bepalend voor de vloeistofdichtheid van de constructie. Het kan de doorlatendheid wel verminderen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragere voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

11.2.2 ONTWERPREGELS

Bij kunstharsgeboden membraansystemen, toegepast onder een keramische vloer, gelden de volgende ontwerpregels:

1. Bepaal of de ondergrond geschikt is voor de op te nemen mechanische belastingen en voor het aanbrengen van het voorgestelde membraan en tegelwerk.
Hiertoe moeten de gegevens van de ondergrond, zoals hechtvermogen, reinheid en afschot, worden vergeleken met de criteria die de leverancier stelt ten aanzien van de verwerking van het membraan en de tegels. Productinformatiebladen bieden hiervoor handreikingen. Voor het vastleggen van de status van de ondergrond is veelal een verklaring nodig van een persoon die kan beoordelen of de ondergrond geschikt is.
2. Bepaal of het voorgestelde membraan bestand is tegen de chemische belastingen.
Voordat de voorgestelde oplossing nader wordt uitgewerkt, moet zekerheid bestaan over de chemische bestandheid. Het moet duidelijk zijn, dat het membraan door het morsen of vrijkomen van potentieel bodembedreigende stoffen niet ernstig wordt aangetast. Voor het bepalen van de vloeistofdichtheid van het toe te passen membraan bestaan geen algemeen te raadplegen voorschriften of opgestelde PBV-documenten. Productinformatiebladen die door de leverancier(s) worden opgesteld, moeten uitkomst bieden.
3. Bepaal of het voorgestelde membraan en tegelwerk in staat is de mechanische belastingen over te dragen naar de ondergrond.
4. Detailleer aansluitingen, doorvoeren, overgangen en dergelijke met inachtneming van de in 11.6 van dit hoofdstuk gepresenteerde principedetails.
5. Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig, geef aan wat het verlangde kwaliteitsniveau is en omschrijf welke veiligheids- en gezondheidsaspecten van toepassing zijn. Verwijs hierbij naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen.

11.2.3 DETAILLERING

Aspecten waarmee rekening moet worden gehouden bij het ontwerp en de detaillering van keramische systemen zijn:

- > de draagkracht van de ondergrond;
- > de hechtsterkte (eventueel na bewerking) van de ondergrond;
- > de condities van de omgeving waarin het systeem moet worden aangebracht;
- > de optredende mechanische belasting;
- > de voorkomende chemische belastingen;
- > de te verwachten thermische belastingen;
- > de wijze waarop de afvoer van vloeistoffen van de verharding geschiedt;
- > de wijze waarop voorkomen wordt dat vloeistoffen naar delen stromen die niet vloeistofdicht zijn afgewerkt, zoals aansluitingen, wand-, vloer- en deuropeningen.

11.2.4 REFERENTIEDOCUMENTEN EN VERWIJZINGEN

Voor keramische tegels is een uitgebreid pakket Europese normen beschikbaar, zie [1] t/m [6].

Voor de beoordeling van tegellijmen (in het laboratorium) is in normen vastgelegd:

- > hoe de lijm moet worden getest;
- > aan welke eisen ten minste moet worden voldaan.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De ontwerper moet een keuze maken en de keuze vastleggen in een werkomschrijving. Ook voor mortels en lijmen voor keramische tegels zijn inmiddels verschillende Europese normen beschikbaar. Zie hiervoor [7] tot en met [11].

Leveranciers van lijmen stellen veelal tabellen beschikbaar, waarin de bestandheid van diverse soorten lijm tegen een groot aantal vloeistoffen is weergegeven. Aan de hand van deze tabellen kan worden nagegaan in welke mate de voegspecie bestand is tegen de optredende chemische belastingen. Meestal wordt in de tabellen onderscheid gemaakt naar:

- > de concentratie van de agressieve stoffen;
- > de temperatuur van het mengsel;
- > de tijdsduur waarover de bestandheid van toepassing is.

In het kader van, of passend binnen het Plan Bodembeschermende Voorzieningen, zijn geen documenten opgesteld op grond waarvan een gewaarborgd vloeistofdicht systeem kan worden gerealiseerd. In het ontwerpstadium moet daarom, aan de hand van verklaringen en beschikbare onderzoeksresultaten, zekerheid worden verkregen over de vloeistofdichtheid en bestandheid tegen chemische, fysische en mechanische belastingen van de toe te passen materialen.

11.3 EPOXYSYSTEEM

11.3.1 MATERIAALKENMERKEN

Anders dan bij membraansystemen wordt de vloeistofdichtheid bij epoxysystemen gegarandeerd door de tegel en het voegmateriaal. Als voegmateriaal en eventuele lijm mortel voor het vastzetten van de tegels wordt bij deze systemen een epoxymortel gebruikt die bestand is tegen de te weren vloeistoffen en een goede hechting van de tegel waarborgt.

Voor de eigenschappen van epoxysystemen wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

Gezien het groot aantal strekkende meters voeg, kan niet worden uitgesloten dat ergens tussen voeg en tegel scheuren of naden ontstaan, bijvoorbeeld door onvoldoende hechting. Als een geringe indringing van de vloeistof in de constructie is toegestaan, biedt dit systeem desondanks voldoende vloeistofdichtheid. Door het aanbrengen van afschot kunnen veel problemen worden voorkomen. Vloeistoffen zullen in dat geval al zijn weggestroemd voordat ze de constructie kunnen binnendringen.

11.3.2 ONTWERPREGELS

Voor epoxysystemen gelden de volgende ontwerpregels:

1. Bepaal of de ondergrond geschikt is voor de op te nemen mechanische belastingen en voor het aanbrengen van het voorgestelde keramische systeem.
Hiervoor moeten de gegevens van de ondergrond, zoals hechtvermogen, reinheid en afschot, worden vergeleken met de eisen die de leverancier stelt ten aanzien van de verwerking van de epoxymortel. Productinformatiebladen bieden hiervoor handreikingen. Voor het vastleggen van de geschiktheid van de ondergrond zal veelal een verklaring van een deskundige noodzakelijk zijn.
2. Bepaal of de voorgestelde epoxymortel voldoende bestand is tegen de chemische belastingen en voldoende hechtvermogen heeft om aan de tegel te blijven zitten.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Voordat de voorgestelde oplossing nader wordt uitgewerkt, moet zekerheid zijn verkregen over de chemische bestandheid. Het moet duidelijk zijn dat de mortel door het morsen of vrijkomen van potentieel bodembedreigende stoffen niet ernstig wordt aangetast. CUR/PBV-Aanbeveling 64 [12] geeft hiervoor een beproevingsmethode.

- 3 Bepaal of het voorgestelde tegelsysteem in staat is de mechanische belastingen over te dragen naar de ondergrond.
- 4 Detailleer aansluitingen, doorvoeren, overgangen en dergelijke met inachtneming van de in dit deel van het handboek gepresenteerde principedetails.
- 5 Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig, geef aan wat het verlangde kwaliteitsniveau is en leg vast welke veiligheids- en gezondheidsaspecten van toepassing zijn. Verwijs hierbij naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen.

11.3.3 DETAILLERING

Verwezen wordt naar de in 11.6 gepresenteerde detailoplossingen.

11.3.4 REFERENTIEDOCUMENTEN EN VERWIJZINGEN

Het meest informatieve document op dit gebied is het 'Kleines Handbuch des Säureschutzbaues' [13]. Hoewel de inhoud gedateerd is, is er met betrekking tot de essentiële aspecten weinig veranderd.

11.4 CEMENTGEBONDEN SYSTEEM

11.4.1 MATERIAALKENMERKEN

Dit systeem is vergelijkbaar met het hiervoor beschreven epoxysysteem. Het verschil tussen beide systemen is dat bij dit systeem, in plaats van epoxy, cementmortel wordt toegepast als lijm en/of voegmateriaal. Voor de materiaalkenmerken wordt derhalve volstaan met een verwijzing naar het betreffende hoofdstuk over cementgebonden constructies (hoofdstuk 8).

11.4.2 ONTWERPREGELS

Voor ontwerpregels wordt verwezen naar paragraaf 11.3.2 van dit boek.

11.4.3 DETAILLERING

Verwezen wordt naar de in paragraaf 11.6 gepresenteerde detailoplossingen.

11.4.4 REFERENTIEDOCUMENTEN EN VERWIJZINGEN

Verwezen wordt naar het 'Kleines Handbuch des Säureschutzbaues' [13].

11.5 BITUMENGEBONDEN SYSTEMEN

11.5.1 MATERIAALKENMERKEN

Dit systeem is te vergelijken met het hiervoor beschreven epoxysysteem. Het verschil tussen beide systemen is dat bij dit systeem, in plaats van epoxy, bitumen wordt toegepast als lijm en/of voegmateriaal.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Voor de materiaalkenmerken wordt derhalve volstaan met een verwijzing naar het betreffende hoofdstuk over bitumineuze constructies (hoofdstuk 9).

11.5.2 ONTWERPREGELS

Voor ontwerpregels wordt verwezen naar paragraaf 11.3.2 van dit boek.

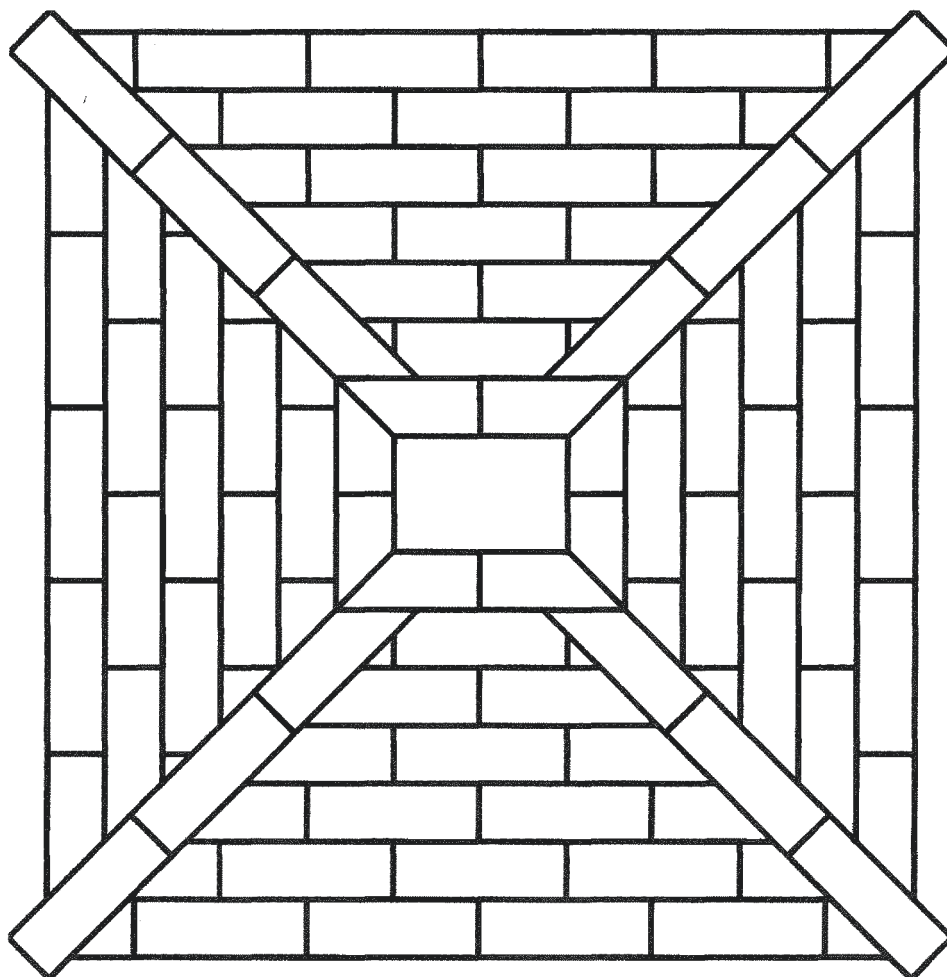
11.5.3 DETAILLERING

Verwezen wordt naar de in paragraaf 11.6 gepresenteerde detailoplossingen.

11.5.4 REFERENTIEDOCUMENTEN EN VERWIJZINGEN

Ook hier wordt verwezen naar het 'Kleines Handbuch des Säureschutzbaues'[13].

11.6 DETAILOPLOSSINGEN KERAMISCHE SYSTEMEN



Figuur 11.1

Legpatroon van tegels richting afvoerpunt.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

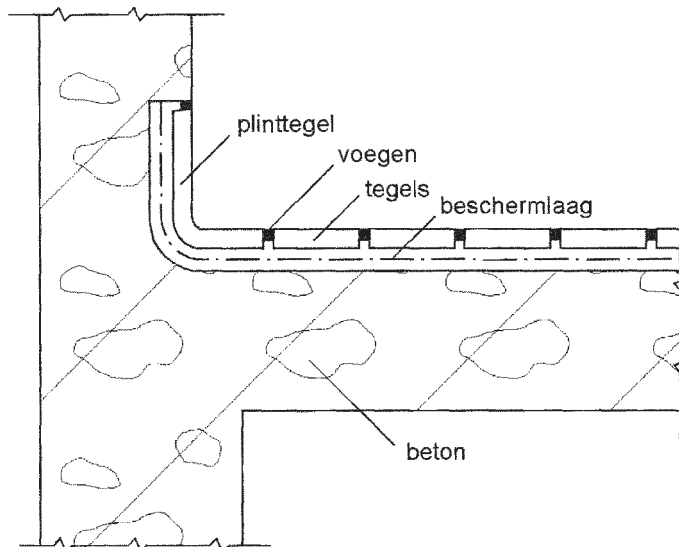
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

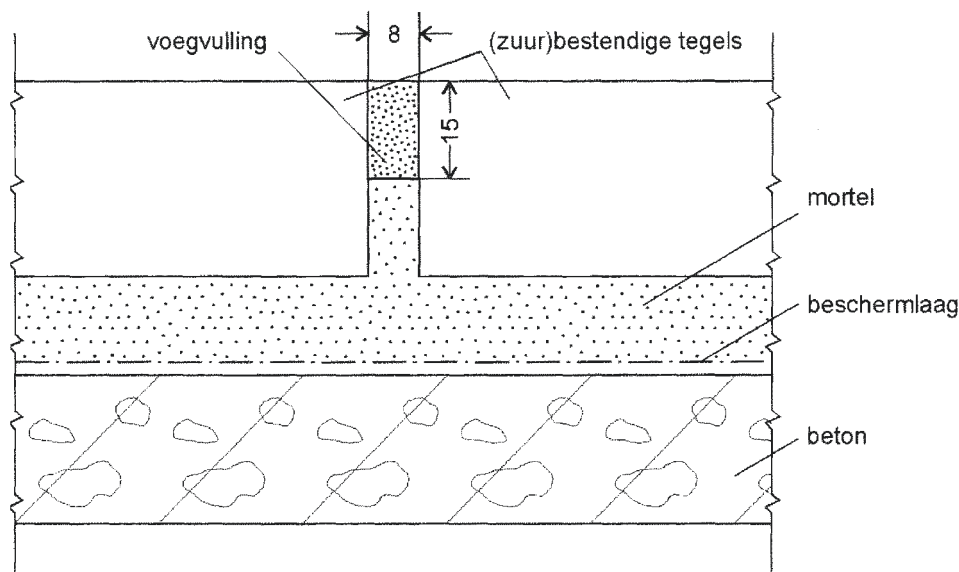
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 11.2 Hoekoplossing (inkassing).



Figuur 11.3 Voeg keramische tegels.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

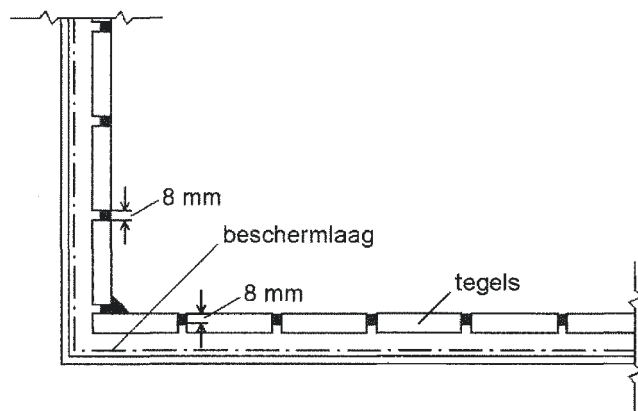
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

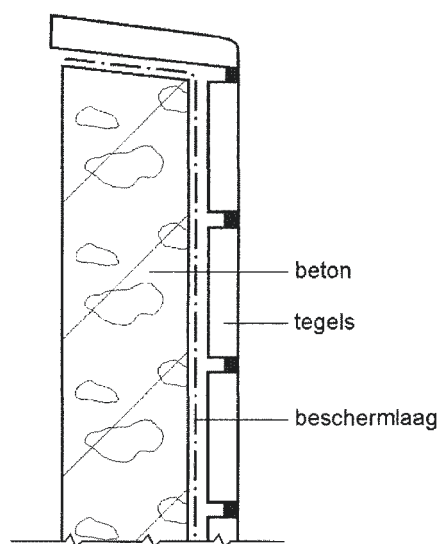
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 11.4 Hoekoplossing.



Figuur 11.5 Randoplossing.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

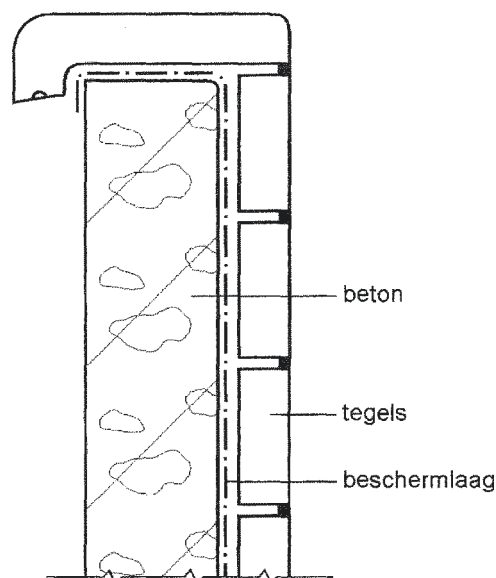
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 11.6 Randafwerking.

11.7 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. NEN-EN 100, Keramische tegels - Bepaling van de buigsterkte, NNI, Delft, 1992.
2. NEN-EN 101, Keramische tegels - Bepaling van de hardheid van het oppervlak volgens Mohs, NNI, Delft, 1992.
3. NEN-EN 102, Keramische tegels - Bepaling van de weerstand tegen afslijting – Ongeglazuurde tegels, NNI, Delft, 1992.
4. NEN-EN 103, Vervangen door NEN-EN ISO 10545-8, Keramische tegels – deel 8 Bepaling van de lineaire thermisch uitzetting, NNI, Delft, 1996.
5. NEN-EN 104, Vervangen door NEN-EN ISO 10545-9, Keramische tegels – deel 9 Bepaling van de weerstand tegen temperatuurswisseling, NNI, Delft, 1996.
6. NEN-EN 106, Keramische tegels, Bepaling van de chemische bestandheid – Ongeglazuurde tegels, NNI, Delft, 1992.
7. NEN-EN 12002, Mortels en lijmen voor keramische tegels – Bepaling van de zijdelingse vervorming voor met cement gebonden mortels, NNI, Delft, 1995.
8. NEN-EN 12003, Mortels en lijmen voor keramische tegels – Bepaling van de afschuifsterkte van reactieharlijmen, NNI, Delft, 1995.
9. NEN-EN 12004, Mortels en lijmen voor keramische tegels – Minimumeisen, NNI, Delft, 1995.
10. NEN-EN 1308, Mortels en lijmen voor keramische tegels – Bepaling van de glijafstand, NNI, Delft, 1994.
11. NEN-EN 1322, Mortels en lijmen voor keramische tegels – Termen en definities, NNI, Delft, 1994.
12. CUR/PBV-Aanbeveling 64, Vloeistofdichte kunstharsgebonden vloersystemen, 1998.
13. Kleines Handbuch des Säuresschutzbaues, herausgegeben von Friedrich Karl Falcke, Verlag Chemie Weinheim/Bergstr., 1966.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1

Hoofdstuk 12: Kunststof foliesystemen

12.1 ALGEMEEN

Als bodembeschermende constructie kunnen kunststof foliesystemen zowel in boven- als onderafdichtingen worden toegepast. In de praktijk worden ze vooral ondergronds (buiten het zichtbereik) toegepast ter plaatse van bedrijfsterreinen, opslagplaatsen van reststoffen (stortplaatsen), tankparken, bassins en andere opvangconstructies. Kunststof folies zijn waterdicht.

Diffusietransport treedt op in kunststof folie als over de folie een concentratieverschil heerst. De permeatie wordt bepaald door dit transport, door het concentratieverschil en door de opname van de betreffende stof in de folie. De mate van permeatie wordt mede door vervorming van de folie, zoals de optredende rek, beïnvloed. Door het toepassen van bijvoorbeeld een barrièrefolie wordt het transport beperkt of nagenoeg voorkomen.

Er zijn veel soorten folies met elk hun eigen eigenschappen. Per toepassing moet daarom de meest geschikte foliesoort worden gekozen.

Hieronder is het begrip permeatie nader toegelicht voor een aantal kunststoffen. De verdere materiaal-kenmerken worden per materiaalsoort in aparte paragrafen behandeld.

Permeatie is met name voor amorfe kunststoffen, bijvoorbeeld PVC-P, sterk afhankelijk van de concentratie (activiteit) van de betreffende stof en van de temperatuur. Voor semi-kristallijne kunststoffen, bijvoorbeeld PE, is de afhankelijkheid van temperatuur en concentratie meestal beperkter.

PVC-P kan in met name gechloreerde en aromatische organische stoffen in pure vorm sterk zwellen en stroopachtige eigenschappen krijgen. Bij langdurige expositie aan een overmaat van deze stoffen kan PVC-P zelfs oplossen. In deze situaties mag PVC-P niet worden toegepast.

PE is een semi-kristallijne kunststof, gedeeltelijk kristallijn en gedeeltelijk amorf. Naarmate de dichtheid van PE hoger is, is de kristallijne fractie in de regel hoger. De kristallijne fractie neemt doorgaans geen vloeistof of damp op en zorgt voor de vormvastheid. Daarom is HDPE (hoge dichtheid polyetheen) bij aanwezigheid van organische oplosmiddelen te prefereren boven de lagere dichtheden PE's. De permeatie door een HDPE zal ook lager zijn dan door een LDPE, omdat transport plaatsvindt door het amorse deel en omdat de kristallijne delen als obstakels werken (deze verlengen de af te leggen weg door de folie).

EPDM kan door zijn vernetting niet oplossen zoals PVC. Echter de opname van organische oplosmiddelen en hiermee ook de permeatie kan groot zijn.

In sommige geflexibiliseerde of weekgemaakte systemen kan, door organische oplosmiddelen, een ander proces worden gestimuleerd, namelijk de uitloging van laagmoleculaire weekmaker of flexibilisator. Dit zal veelal ook een toename van de permeatie met zich meebrengen.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De invloed van de rek (kleiner dan 5 à 10 %) op de permeatie is voor de toegepaste PE, PVC-P en EPDM folies niet groot. In eerste benadering geldt dat de permeatie voor onbelaste folie toeneemt met afnemende dikte (permeatie in onbelaste folie is omgekeerd evenredig met de dikte).

Barrièrefolies worden gekenmerkt door een lage diffusiecoëfficiënt en een lage oplosbaarheid voor de betreffende stof. Het toepassen van barrièrefolies brengt een aantal nadelen met zich mee, te weten:

- > bij het verbinden van folies met een barrièrelaag ontstaat bijna altijd een lekweg;
- > de folies hebben meestal een geringere rek tot breuk dan HDPE.

De uiteindelijke effectiviteit van een kunststof foliesysteem wordt bepaald door de kwaliteit van het gehele systeem: de folie en de lasverbindingen.

De duurzaamheid van een las zal veelal minder zijn dan die van de folie. Echter de duurzaamheid van de las dient ten alle tijden voldoende te zijn voor zijn beoogde toepassing. Voor de aan de lassen te stellen eisen zijn Protocollen en Beoordelingsrichtlijnen beschikbaar. Meestal wordt getracht folies in zo breed mogelijke banen te fabriceren, opdat in het werk zo weinig mogelijk lassen behoeven te worden gemaakt.

Voor eenvoudige bovengrondse oppervlakken zonder moeilijke vormen is het mogelijk de flexibele folies in de fabriek zodanig op te vouwen of op te rollen, dat deze in het werk alleen behoeven te worden uitgevouwen of uitgerold en er dus op het werk niet hoeft te worden gelast.

Bepaalde folies zijn bestand tegen ultraviolette straling en daarmee geschikt voor toepassing 'in het zicht'. Ook folies die worden afgedekt, dienen UV te zijn gestabiliseerd, zodat tijdens de aanleg geen UV-degradatie optreedt. Deze stabilisatie is evenwel minder dan voor folies die 'in het zicht' worden toegepast.

Aan folies worden zeer hoge eisen gesteld. Deze eisen hangen af van de toepassing. Zo moet voor toepassing in een afval- en reststoffenopslag rekening worden gehouden met de wisselende samenstelling van het afval en het optreden van extreme concentraties van verontreinigende stoffen.

Voor het verwerken van foliesystemen zijn vele basisdocumenten zoals product- en procesbeoordelingsrichtlijnen, protocollen en overige informatieve uitgaven beschikbaar. Paragraaf 12.12 geeft een overzicht van deze documenten.

Ten onrechte worden onder kunststof foliesystemen (geomembranen) vaak ook geotextielen verstaan. Geotextielen zijn weefsels of vliezen (non-wovens) die tot doel hebben de dimensiestabiliteit te vergroten (wapening), lasten te spreiden (versterking, constructief) of om als filter te fungeren. Geotextielen worden dikwijls in combinatie met kunststof foliesystemen toegepast.

'Geokunststoffen' is een verzamelnaam voor synthetische producten die kunnen worden toegepast in de civiele weg- en waterbouw en in de milieutechniek (afdichtingsconstructies ter plaatse van opslagplaatsen).

De groep geokunststoffen kan worden onderverdeeld in:

- > geotextielen;
- > geocomposieten;
- > geomembranen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

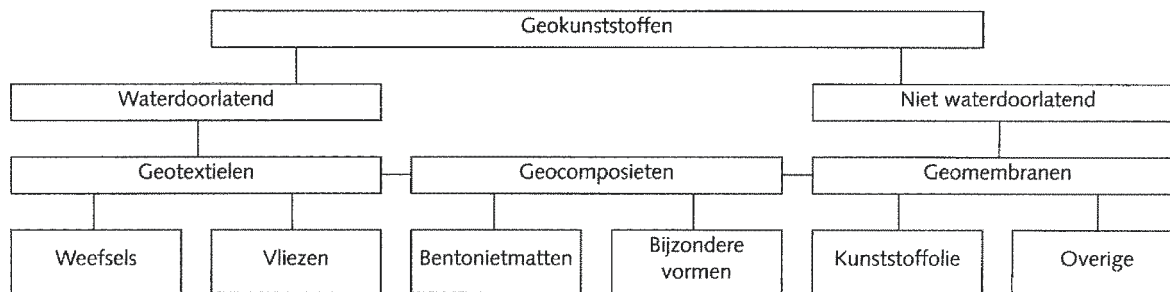
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Geocomposieten zijn er in waterdoorlatende en niet-waterdoorlatende uitvoeringen. Geotextielen zijn waterdoorlatend. Geomembranen worden geacht vloeistofdicht te zijn.

Figuur 12.1 Indeling geokunststoffen.

Bij een bodembeschermende voorziening zal de constructie vaak uit één of meer verschillende geokunststoffen bestaan.

Linings worden voornamelijk toegepast als bekleding in betonnen putten of bassins. De bekleding (lining) wordt op het bestaande oppervlak, maar ook in bijvoorbeeld de bekisting van beton, aangebracht. Het is daarbij mogelijk de bevestiging van de lining verzonken uit te voeren, zodat geen uitstekende delen aanwezig zijn. Tussen de bekleding en de ondergrond kan een lekdetectiesysteem worden aangebracht.

Voorafgaand aan het leggen van de folie wordt in overleg met de opdrachtgever een uitvoeringsplan opgesteld. Het uitvoeringsplan omvat onder andere:

- > de wijze waarop de folie in het werk moet worden aangebracht (legplan);
- > welke banen aan elkaar moeten worden gelast;
- > op welke wijze dit moet gebeuren;
- > onder welke weersomstandigheden de folie niet mag worden aangebracht;
- > hoe de opslagcondities worden gewaarborgd;
- > hoe de kwaliteit van de folie en de wijze van leggen worden geregistreerd;
- > met welke frequentie de kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd.

Ter verduidelijking kunnen in het uitvoeringsplan (detail)tekeningen worden opgenomen.

12.1.1 ONTWERPREGELS

De afdichtingsfolies zijn in diverse dikten leverbaar. Het blijkt niet relevant om de vereiste foliedikte te berekenen aan de hand van de gewenste sterkte of weerstand tegen permeatie. Bepalend voor de belasting op de folie zijn de zettingsverschillen die in de grond optreden. De optredende rek in het materiaal wordt in het algemeen bepaald door de ongelijkmatige zettingen van de ondergrond en is deels afhankelijk van de foliedikte. De optredende rek door zettingen en de foliedikte zijn niet direct aan elkaar gerelateerd. De dikte is gerelateerd aan ondermeer de verwerkbaarheid, de beoogde duurzaamheid en de doorlatendheid. De folie dient voldoende sterkte te bezitten om de mechanische belastingen die tijdens de aanleg optreden, te kunnen weerstaan. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan belopen en aan onverhoopt vallend gereedschap.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De dikte van de folie zal veelal in overleg met de leverancier worden bepaald. Deze zal zich met betrekking tot materiaaleigenschappen door kennis en ervaring laten leiden en met betrekking tot de wensen van de opdrachtgever door het Programma van Eisen.

In het buitenland, met name in de Verenigde Staten, worden wel berekeningsgrondslagen gehanteerd. Deze zijn echter niet één op één toepasbaar in Nederland. Meer informatie hieromtrent is te verkrijgen bij de Nederlandse Geotextielorganisatie, TNO Industrie Divisie Materiaaltechnologie en Divisie Productonderzoek en via de diverse fabrikanten/leveranciers en verwerkers.

Bij stortplaatsen wordt bij een onderafdichting van bijvoorbeeld HDPE een minimum laagdikte van bij 2,0 mm verlangd. De overwegingen die hierbij een rol spelen, zijn ondermeer beschreven in protocollen en richtlijnen, zie [3, 4, 5].

Deel I van de protocollen (Materialen) geeft, na een inleiding over de eigenschappen van kunststoffen, een opsomming van de functionele eisen waaraan een kunststof geomembraan moet voldoen. Vervolgens wordt een globaal overzicht gegeven van de eigenschappen van de diverse foliematerialen. Dit deel wordt afgesloten met een opsomming van controle-eisen en de toe te passen proefmethoden. Een speciaal hoofdstuk is gewijd aan kwaliteitszorg.

Deel II (Aanleg en acceptatie) geeft richtlijnen voor de uitvoering van de aanleg en de daarbij te hanteren kwaliteitszorg. Het gaat tevens in op verbindingstechnieken voor folies, op de beoordeling van de kwaliteit van lassen en op de kwalificatie van lasmethoden en lassers.

De te stellen eisen kunnen als volgt worden samengevat:

- > De folie moet voor de betreffende toepassing zijn gecertificeerd door een door de Raad voor de Accreditatie erkende certificatie-instelling. (Verwezen wordt onder andere naar BRL 1141 [18] voor PE-HD folie).
- > Indien foliesoorten worden toegepast waarvoor geen certificatieregeling bestaat, dient de kwaliteit van de folie door middel van een partijkeuring te worden aangetoond.
- > De folie moet voldoende bestand zijn tegen aantasting door de stoffen waarmee de folie in contact kan komen.
- > De eventueel in de fabriek gemaakte verbindingen moeten waterdicht zijn en gelijkwaardig zijn aan de rest van de folie.
- > De folie en de verbindingen moeten voldoende sterk zijn om het transporteren en leggen van de folie mogelijk te maken, ook indien de omstandigheden niet optimaal zijn.
- > Hoewel dit in theorie wordt uitgesloten, moet de folie toch een zekere weerstand bieden tegen beschadiging door scherpe stenen, takken, betonijzer enz.
- > De folie moet gedurende de vereiste levensduur geringe zettingen in de bodem kunnen volgen in gelijktijdig contact met het milieu, zonder dat daarbij lekkage ontstaat.
- > Naast de eisen met betrekking tot de blijvende waterdichtheid van de folie, kunnen eisen worden gesteld aan de mate waarin stoffen door de waterdichte folie dringen.
- > De folie mag het milieu niet belasten door het afscheiden van stoffen.
- > De in het veld gemaakte lasverbindingen dienen te worden gecontroleerd door middel van testen op lektheid, de pel- en de trekslagproeven aan proeflassen en de beoordeling van het uiterlijk.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

In de 'Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu'¹ zijn in hoofdstuk 5.5 belangrijke aspecten opgenomen die samenhangen met de realisatie. Opgesomd worden o.a.:

- > materiaaleisen;
- > eisen die worden gesteld aan verbindingen. De ondernemer moet voor het verwerken van de kunststof folie zijn gecertificeerd door een door de Raad voor de Accreditatie erkende certificatieinstelling (BRL 1149 [24]);
- > criteria ten aanzien van prefabricage;
- > door de opdrachtnemer voorafgaand aan de aanleg te overleggen documenten.

De ontwerper zal zich van de inhoud moeten vergewissen om een goed ontwerp te kunnen maken.

Het ontwerp van doorvoeringen door een afdichtende constructie moet lekkage langs de doorvoering uitsluiten. Hiertoe moeten ter plaatse van de doorvoeringen afdichtende voorzieningen worden opgenomen. Het aantal doorvoeringen moet zo veel mogelijk worden beperkt.

De keuze van een doorvoerconstructie moet zo veel mogelijk zijn gebaseerd op een prefab element. Indien prefab doorvoeringen niet beschikbaar of mogelijk zijn, kan als alternatief een ronde rubberring worden toegepast. Ten aanzien van de verbinding tussen het door te voeren element en de omliggende laag folie heeft lassen de voorkeur. Alleen als lassen niet mogelijk is, mag gebruik worden gemaakt van opgelijmde kragen. In de regel mogen doorvoeringen bij milieutoepassingen niet worden verlijmd. Het gebruik van klemmen is alleen toegestaan als lassen of verlijmen niet mogelijk is.

12.1.2 DETAILLERING

Verwezen wordt naar de in paragraaf 12.11 gepresenteerde principedetails.

Voor een allesomvattende lijst van referentiedocumenten wordt verwezen naar hoofdstuk 12.12.

Toelichting

In de hierna volgende paragrafen waarin de verschillende materiaalsoorten worden beschreven, wordt per materiaalsoort alleen de materiaalkenmerken weergegeven. De in de paragrafen 12.1.1 en 12.1.2 behandelde ontwerpregels en detailleringsaspecten zijn in principe toepasbaar op alle hierna te noemen materialen. Uit de lijst van referentiedocumenten (paragraaf 12.12) is eenvoudig af te leiden voor welk materiaal het document toepasbaar is.

12.2 HDPE-FOLIE

Met hogedichtheid-polyetheen (HDPE) kan een relatief stijve folie worden verkregen. Voor stort- en opslagplaatsen wordt een dikte van 2 mm voorgeschreven.

HDPE wordt vanouds veel toegepast en is daardoor veel beproefd. Het materiaal heeft een hoge treksterkte en een geringe gevoeligheid voor doorponsingen. Door puntbelastingen kunnen haarscheuren ontstaan.

HDPE heeft een zeer grote chemische bestandheid. Wel wordt de kans op de vorming van haarscheuren door sterk oxiderende zuren en detergentia vergroot. HDPE is bestand tegen koolwaterstoffen (oplosmiddelen en aardolieproducten), maar is niet vloeistofdicht (diffusietransport). Hoewel dergelijke oplosmiddelen in staat zijn om door de HDPE heen te dringen, wil dat niet zeggen dat er ook ernstige aantasting plaatsvindt. Wel kan

¹ Met de in de Richtlijn gestelde erkende aannemer wordt bedoeld een gecertificeerde ondernemer (verwezen wordt hiervoor naar pagina 21 onder Realisatie en paragraaf 4.5.1 van de Richtlijn).



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

er zwelling ontstaan. De aantasting is vaak tijdelijk van aard. Voor elektrolyten (zouten, zuren en basen) is HDPE niet volledig permeabel.

Het materiaal is relatief taai en biedt in grotere dikten een behoorlijke weerstand tegen mechanische belastingen van korte duur, zoals die bij de aanleg kunnen optreden. Waar HDPE voortdurend onder spanning staat, kan spanningscorrosie optreden en dit kan tot scheurvorming leiden. Het is daarom van belang om rek in de folie tot een minimum te beperken. Daarnaast is het van belang, dat de folie voldoende weerstand tegen spanningscorrosie bezit en op langeduursterkte is gekwalificeerd.

De flexibiliteit van HDPE-folie is beperkt. Het materiaal is minder geschikt om te worden toegepast in plaatsen waar ongelijkmatige zettingen van de ondergrond te verwachten zijn. Een niet versterkt kunststof folie is niet geschikt om constructief te worden gebruikt.

12.3 FLEXIBELE PE-FOLIE

Onder flexibele PE-folies worden de polyetheen folies verstaan die flexibeler zijn dan HDPE-folie. PE laat zich niet verlijmen. Flexibele PE-folies worden geacht beter bestand te zijn tegen de lange-termijnevolgen van optredende rekken en worden daarom vaak toegepast op zettingsgevoelige ondergronden, zoals bij bovenafdichtingen. Dit geldt met name voor typen folies die als bovenafdichting bij Stort- en Opslagplaatsen van huishoudelijk en industrieel afval worden toegepast (BRL1139 [17]). Omdat flexibele PE-folies een grotere permeatie van met name organische stoffen met zich meebrengen dan HDPE-folie, worden deze in de regel niet bij onderafdichtingen van voorzieningen van de zwaarste soort toegepast. Voor onderafdichtingen voor mestopslag en voor voorzieningen van tijdelijke aard van lagere soorten (tijdelijke opslag licht verontreinigde grond) kan de toepassing worden overwogen.

Flexibele PE-folies kunnen bestaan uit:

- > lage dichtheid polyetheen of lage dichtheid polyethenen (PE-LD, PE-LLD), al dan niet voorzien van een flexibilisator;
- > copolymeren van lage dichtheid polyethenen, al dan niet voorzien van een flexibilisator;
- > mengsels van de bovengenoemde materialen of samenstellingen;
- > geflexibiliseerde PE-HD folie, vervaardigd door copolymerisatie en/of bijmenging van een flexibilisator.

De mate van flexibiliteit van de bovengenoemde samenstellingen verschilt. Het is daarom van belang dat de folie is gekwalificeerd op de weerstand tegen biaxiale vervorming volgens BRL 1139.

12.4 GEWAPENDE FOLIE

Een gewapende kunststof folie bestaat uit een weefsel of vlies (non-woven), dat tweezijdig van een kunststoflaag is voorzien (coating). De wapening heeft uitsluitend tot doel de vormstabiliteit te verbeteren. In tegenstelling tot versterkte folie is gewapende folie niet bestemd om constructief te worden toegepast. De wapening is gedefinieerd als een weefsel of vlies met een massa per oppervlak tot 80 g/m².



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

12.5 VERSTERKTE FOLIE

Een versterkte kunststof folie bestaat uit een weefsel of vlies (non-woven), dat tweezijdig van een kunststoflaag is voorzien (coating). De versterking heeft tot doel sterkte-eigenschappen, zoals treksterkte en doorscheurweerstand, te bieden. In tegenstelling tot gewapende folie kan een versterkte folie constructief worden toegepast. De versterking is gedefinieerd als een weefsel of vlies met een massa per oppervlak van ten minste 80 g/m². Het spreekt voor zich dat dit, naast de mechanische eigenschappen, zoals weerstand tegen doorscheuren en treksterkte, per type folie moet zijn vastgesteld. Verder moet er rekening mee worden gehouden dat verbindingen een lagere treksterkte kunnen hebben dan de folie zelf. Voor relevante eisen te stellen aan versterkte PVC-P folie wordt verwezen naar BRL 1137 [16].

12.6 LINING (HDPE/PVC-P/PVDF)

Een lining is een bekleding die bestaat uit een kunststofplaat welke is voorzien een verankeringsysteem waarmee de plaat aan de ondergrond wordt verankerd. De lining beschermt daarmee de ondergrond tegen chemische aantasting.

Linings worden veelvuldig toegepast ter plaatse van betonconstructies die bijzonder kwetsbaar zijn voor chemische aantasting, zoals betonconstructies ten behoeve van rioolwaterzuiveringsinstallaties, afvalverbrandingsinstallaties (zuurbassins) en afvoerbuizen.

Linings worden meestal aangebracht op een starre ondergrond, bijvoorbeeld een betonnen of gemetselde wand, waarmee het als het ware een star geheel vormt.

Bij nieuwe constructies wordt de betonbekleding vooraf op maat gemaakt en aan de bekisting bevestigd, waarna het beton gestort wordt. Bij renovatie worden gladde platen tegen het beton geplaatst met behulp van boorankers. Naden en aansluitingen worden thermisch of met extrusie aaneen gelast.

12.7 FOLIESCHERM

Een foliescherm wordt verticaal in de grond geplaatst en dient om de horizontale verspreiding van ongewenste stoffen via grondwaterstromingen te voorkomen. Als afdichting op bedrijfsterrein, stortplaats of reststoffenberging biedt een foliescherm slechts voldoende bodembescherming in combinatie met een natuurlijk aanwezige ondoordringbare laag, waarop het scherm moet aansluiten om onderloopsnelheid te voorkomen.

De schermen kunnen aan de randen worden voorzien van profielsloten, waardoor ze in elkaar kunnen worden geschoven. De sloten worden dusdanig aan elkaar bevestigd dat een waterdichte constructie ontstaat.

Om te voorkomen dat regenwater in de 'afgesloten zone' terechtkomt, moet het scherm aansluiten op een horizontale afdichting onder het niveau van het maaiveld of moeten voorzieningen worden getroffen om het ingeregende water af te voeren.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

12.8 BARRIÈREFOLIE

Barrièrefolies zijn ontwikkeld om transport van stoffen door de folie tegen te gaan. Momenteel zijn twee typen leverbaar.

Het eerste type barrièrefolie bestaat uit twee lagen polymeer (HDPE) met daartussen een metaalfolie, doorgaans van aluminium. Deze folie kan uitsluitend op een starre ondergrond worden aangebracht. Het tweede type bestaat uit twee lagen VLDPE-folie met daartussen een flexibele PVDC-membraan. Deze folie is zeer flexibel en lijkt toepasbaar waar geringe grondzettingen worden verwacht.

12.9 PVC-P

Polyvinylchloride, een polymeer van vinylchloride, is een harde kunststof. Deze kan soepel worden gemaakt door menging met één of meer weekmakers. Dit zijn laag- of hoogmoleculaire organische verbindingen, waarvan 25 of 50 % (*m/m*) wordt toegevoegd. Van dit materiaal worden onversterkte en met kunstvezel versterkte folies vervaardigd, waarbij de dikte kan variëren van circa 0,5 tot 2 mm.

Ook de zogenaamde oliebestendige typen PVC-P zijn gevoelig voor aromatische koolwaterstoffen. In contact met enkele typen gechloreerde koolwaterstoffen en met bepaalde ketonen kan totale desintegratie van het materiaal optreden. Er bestaan wel oliebestendige PVC-P folies, maar daarmee is niet gezegd dat ze geschikt zijn voor contact met alle aromatische koolwaterstoffen.

Het transport van organische verbindingen door PVC-P is aanmerkelijk hoger dan door HDPE. Het transport van anorganische verbindingen is, naar verwachting, uiterst gering.

Een aantal PVC-P materialen wordt geacht resistent te zijn tegen zouten van lagere organische zuren en tegen anorganische verbindingen, mits niet zeer sterk zuur, zeer sterk basisch of oxyderend. De eigenschappen van de diverse typen PVC-P folie zullen uit onderzoek moeten blijken. BRL 1137 specificeert veel van dergelijke eigenschappen.

Verbindingen kunnen worden gemaakt door thermisch lassen en hoogfrequent lassen.

PVC wordt ook veel toegepast in de vorm van een prefab vloeistofzak voor bijvoorbeeld mestopslag. Vloeistofzakken en andere vrijdragende folieconstructies zijn in de regel vervaardigd uit een versterkte kunststof folie.

Vloeistofzakken voor permanent of semi-permanent gebruik hebben een sterk aflopende bodem, waardoor ze eenvoudig kunnen worden leeggezogen. De basisvorm van de zakken is vierkant of rechthoekig. Om te zorgen voor een goede, onbelemmerde stroming bij doorspoelen of roeren, zijn de hoeken afgerond. De zak wordt met behulp van een ondergrondse leiding gevuld of geledigd. Wanneer de zak leeg is, ligt hij plat op de ondergrond. Rondom wordt de zak verankerd met een flexibel spansysteem dat er voor zorgt dat de zak bij elke vullingsgraad stevig op de ondergrond blijft liggen. In het bovendoek van de zak bevinden zich ontluchtingspunten en een inspectie-opening.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

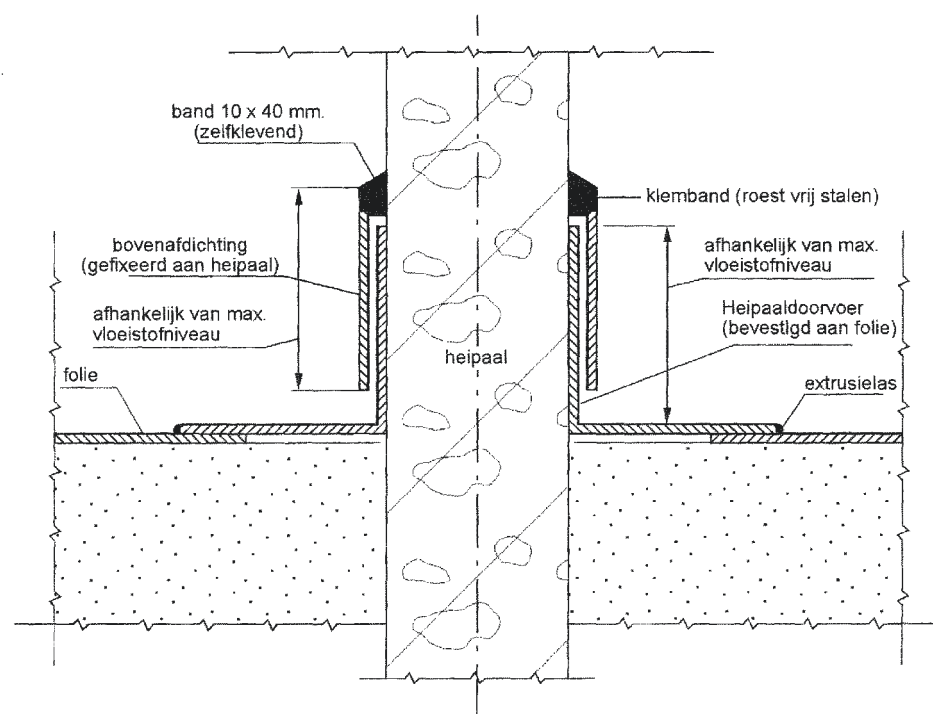
12.10 RUBBERS (EPDM)

Een bijzondere eigenschap van rubber is dat het uitstekend grote temperatuurverschillen kan opvangen. Het materiaal is UV-bestendig, zeer soepel en daarom goed te verwerken.

EPDM wordt ook toegepast voor dakbedekkingen. In het Dakhandboek van BDA-Intron zijn veel details te vinden voor het afdichten van doorvoeringen en het maken van aansluitingen (bijvoorbeeld in hoeken) of overgangen van horizontale naar verticale delen. De in dit handboek opgenomen details zijn gebaseerd op toepassing op een harde (starre) ondergrond. Voor bassins zonder een dergelijke ondergrond zijn de details niet geschikt. Aangezien voor toepassing op daken veel minder strenge criteria gelden dan bij bodembeschermende voorzieningen kan de in het Dakhandboek opgenomen informatie slechts als informatief worden aangemerkt. In alle gevallen van toepassing als bodembeschermende voorzieningen geldt dat de folie en de verwerking ervan dient te zijn gecertificeerd en dat de verbindingsmethoden en de details als goed zijn gekwalificeerd voor de toepassing. De beperkte chemische bestandheid van EPDM moet bij het ontwerp van een bodembeschermende voorzieningen kritisch punt van aandacht zijn.

Voor eisen te stellen aan EPDM folie wordt verwezen naar BRL 1143 [19] en voor eisen te stellen aan de verwerking ervan naar BRL 1149.

12.11 DETAILOPLOSSINGEN KUNSTSTOF FOLIESYSTEMEN



Figuur 12.2

Heipaaldoorvoer.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

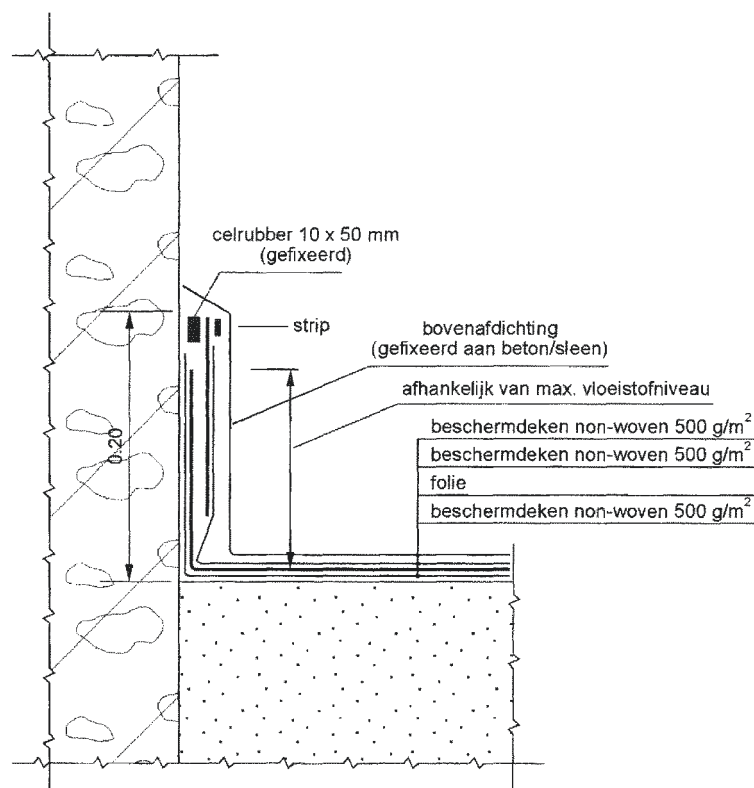
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

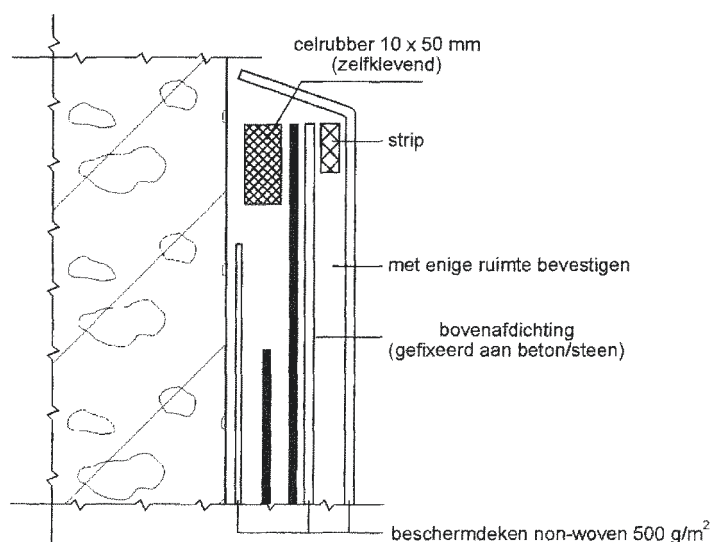
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 12.3

Schuifconstructie folie aan betonwand.



Figuur 12.4

Schuifconstructie folie aan betonwand.

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

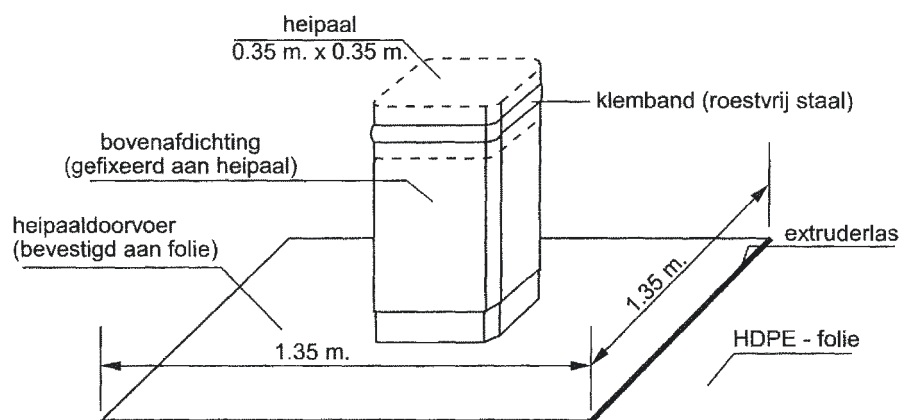
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

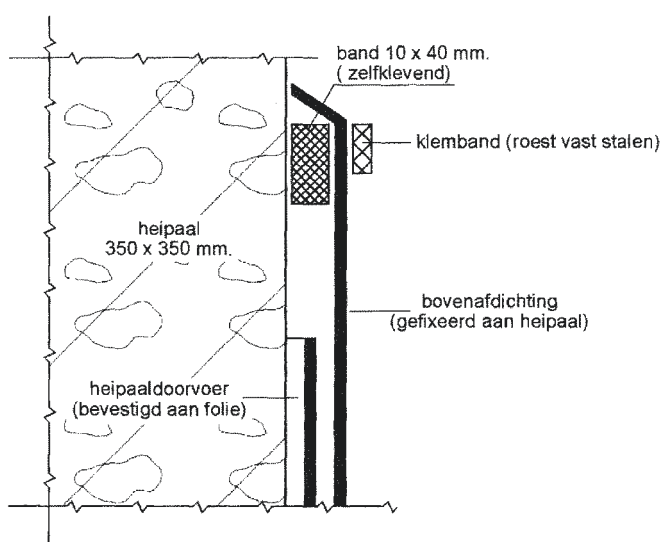
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 12.5 Heipaaldoorvoer.



Figuur 12.6 Klemconstructie.

12.12 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. Stortbesluit Bodembescherming, Ministerie van VROM, 1993, Stb.606, 1998, Stb.22, SdU, 's-Gravenhage.
2. Uitvoeringsregeling Bouwstoffenbesluit.
3. Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming (Deel I: Materialen, Deel II: Aanleg en acceptatie), TNO Industrie, TNO, Rijswijk, 1999.
4. Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen, VROM Publicatiereeks nr. 1991/2, 1991.
5. Richtlijnen voor toepassing van geomembranen ter bescherming van het milieu, VROM Publicatiereeks bodembescherming nr. 1991/5, 1991.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

6. Richtlijn voor onderafdichtingsconstructies stort- en opslagplaatsen, VROM Publicatiereeks bodem bodembescherming nr. 1993/2, 1993.
7. Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen, VROM Publicatiereeks bodem bodembescherming nr. 1993/2, 1993.
8. CUR/PBV-Aanbeveling 33, Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet, al of niet in combinatie met geomembranen, CUR, Gouda, 1996.
9. CUR/PBV-Aanbeveling 49, Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen, Beoordeling geschiktheid, CUR, Gouda, 1997.
10. CUR/PBV-Aanbeveling 50, Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen, Productie en verwerking, CUR, Gouda, 1997.
11. BRL 1121 (BRL-K553), Geokunststoffen: weefsels bestemd voor de toepassing als filter-, scheidings- en/of wapeningsconstructie, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
12. BRL 1132, Ontgassingsmatten voor toepassing onder een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron, Houten, 1997.
13. BRL 1133, Afdichtingsfolies van flexibele HDPE (HDPE-flex) voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron, Houten, 1997.
14. BRL 1134, Drainagematten voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron, Houten, 1997.
15. BRL 1136, Bentonietmatten, bestaande uit bentoniet ingesloten door ten minste twee geotextielen, voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron, Houten, 1997.
16. BRL 1137 (BRL K519), Afdichtingsfolie van weekgemaakt polyvinylchloride (PVC-P), met of zonder versterking, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
17. BRL 1139 (BRL-K546), Afdichtingsfolie van lage dichtheid-polyetheen zonder versterking, Kiwa N.V., Rijswijk, 1999.
18. BRL 1141 (BRL-K538), Afdichtingsfolie van hoge dichtheid-polyetheen (PE-HD) zonder versterking, Kiwa N.V., Rijswijk, 1999.
19. BRL 1143 (BRL-K559), Geomembranen van ge vulcaniseerde EPDM zonder versterking, Kiwa N.V., Rijswijk, 1997.
20. BRL 1150, Verlijmde bentonietmatten bestaande uit bentoniet met kunststof drager, Kiwa N.V., (nog in bewerking).
21. BRL-1130, Aanleg van afdichtingslagen met zandbentoniet/geomembranen inclusief combinatieafdichtingen, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
22. BRL 1131, Ontwerp van een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorie bouwstoffen op basis van een ontgassingsmat en/of geflexibiliseerde HDPE-folie en/of bentonietmat en/of drainagemat, BDA Intron, Houten, 1997.
23. BRL 1135, Uitvoering van een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen op basis van een ontgassingsmat, flexibele HDPE-folie, bentonietmat en/of drainagemat, BDA Intron, Houten, 1997.
24. BRL 1149 (BRL-K537), Verwerken van kunststoffolie, KIWA, Rijswijk, 1998.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

25. BRL-K908, Aanleg van kunststof geomembraanbaksystemen (voor tankstations), Kiwa N.V., Rijswijk, 1995.
26. Wiglassen van afdichtende folies voor toepassing bij bodembescherming en weg- en waterbouw, NGO/NIL, doc.nr. 96-111, juni 1996.
27. Extrusielassen van afdichtende folies voor toepassing bij bodembescherming en weg- en waterbouw, NGO/NIL, doc.nr. 96-112, juni 1996.
28. Controlesysteem voor het signaleren en lokaliseren van lekkages in de kunststof afdichting in eindafwerkingen van afval- en reststofbergingen. Uit: Publicatiereeks Milieutechnologie, Ministerie van VROM, Nr. 1996/3.

Met betrekking tot de overige door de gebruiker gedefinieerde eisen wordt verwezen naar de Aandachtspuntenchecklist (APC) in de bijlage.

De genoemde documenten zijn voornamelijk opgesteld voor toepassingen van kunststof foliesystemen ter plaatse van opslagplaatsen voor reststoffen. Voor toepassingen ter plaatse van bedrijfsterreinen zal uit de documenten een extractie van relevante punten moeten worden gemaakt. Bij bedrijfsterreinen moet men doorgaans rekening houden met:

- > geringere afmetingen van de af te dichten oppervlakken;
- > minder beschikbare werkruimte;
- > meer obstakels (zowel onder- als bovengronds).



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Werkzaamheden bij het aanbrengen van een minerale onderafdichting.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 13: Minerale afdichtingen

Onder minerale afdichtingen worden afdichtingslagen verstaan, die deels bestaan uit natuurlijke materialen. Voorbeelden hiervan zijn afdichtingen van zand-bentoniet, zand-bentoniet-polymeergel en bentonietmatten. Al deze afdichtingen zijn gebaseerd op bentoniet, een kleisoort van vulkanische oorsprong. Bentoniet heeft de eigenschap veel water te kunnen binden en daardoor sterk te zwellen. Hierdoor ontstaat een kleigel met een zeer lage waterdoorlatendheid. Minerale afdichtingen worden vaak gecombineerd met geokunststoffen.

Minerale afdichtingen worden met name toegepast als dit op grond van het Stortbesluit wordt voorgeschreven, zoals bij reststoffenbergingen. In toenemende mate worden deze materialen ook toegepast voor het afdichten van bedrijfsterreinen en voor locaties waar geen volledige sanering van de bodem plaatsvindt. Door de minerale afdichtingen wordt dan verontreinigde bodem van niet-verontreinigde bodem gescheiden (IBC-sanering). Het Stortbesluit bepaalt, dat met de minerale afdichtingslaag ten minste het beschermingsniveau moet worden gehaald als genoemd in de 'Richtlijn dichte eindafwerking'. De gelijkwaardigheid met de daarin omschreven technieken moet te allen tijde worden aangetoond. Dit aantonen kan door, of in combinatie van bijvoorbeeld: uitgevoerde studies, beproevingen, ervaring en deskundigheid.

Het is hierbij van belang om kennis te nemen van resultaten van lopend of recent afgeronde studies. Zo is in Duitsland relatief veel kennis aanwezig over het toepassen van zand-bentoniet en veel onderzoek verricht naar de gevoeligheid voor uitdroging in de tijd.

CUR/PBV-voorschriftencommissie 50 'Vervormingscriteria en meetmethoden van minerale afdichtingslagen' is nog bezig met onderzoek naar het gedrag van minerale afdichtingslagen. Geadviseerd wordt naar de recente stand van zaken te informeren, voordat een (definitief) ontwerp wordt gemaakt.

Voor het ontwerpen van een minerale afdichting moet worden uitgegaan van randvoorwaarden of ontwerp-eisen. Randvoorwaarden gelden meestal voor extreme situaties waarin de afdichtende werking nog moet voldoen aan bepaalde eisen. Van minerale afdichtingen op stortplaatsen wordt bijvoorbeeld geëist dat het lekverlies niet meer mag bedragen dan 0,1 mm per dag ($1,1574 \cdot 10^{-9}$ m/s) in een situatie waarin een laag water van 0,5 m op de afdichtingslaag staat en aan de onderzijde een onderdruk heerst die overeenkomt met een waterkolom van 0,5 m. De minimale laagdikte wordt berekend met behulp van de wet van Darcy:

$$d = k \cdot (h^+ - h^-) / (v - k)$$

waarin:

d is de laagdikte van de minerale afdichtingslaag, in m;

k is de doorlatendheidscoëfficiënt, in m/s;

v maximaal lekverlies, in m/s;

h^+ hoogte waterlaag op de afdichtingslaag, in m;

h^- waterspanning juist onder afdichtingslaag, in m (NB: onderdruk krijgt een '-' teken).

Om de in werkelijkheid aan te brengen laagdikte te bepalen, dient men er van uit te gaan dat de laag bij nacontrole met een zekere kans (bijvoorbeeld 95%) aan de eisen voldoet. Dat vereist inzicht in de (statistisch gedefinieerde) variabiliteit in de k -waarde.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Het praktijkgedrag van een minerale afdichtingslaag betekent, dat het nagenoeg onmogelijk is de daadwerkelijke lekkage voldoende betrouwbaar te berekenen. Een overschrijding van een kritieke doorlatendheid van 10^{-10} m/s in ten hoogste 5 % van het oppervlak van de afdichting wordt hierbij als norm gesteld. Deze waarde wordt geaccepteerd als de laagst haalbare doorlatendheid van minerale afdichtingsmaterialen die met de huidige stand van de techniek haalbaar is.

In dit hoofdstuk worden de volgende minerale afdichtingen behandeld:

- > zand-bentoniet;
- > zand-bentoniet-polymeergel;
- > bentonietmatten;
- > combinatieafdichtingen (minerale afdichtingen met een kunststof folie)

In het verleden zijn verschillende, met name tertiaire, kleisoorten toegepast als afdichtingslaag. In de toekomst, zo wordt voorzien, zullen ook nieuwe materialen beschikbaar komen, die in een afdichtingslaag zijn te verwerken. Te denken valt hierbij aan met behulp van waterglas geïmmobiliseerde afvalstoffen (Hydrostab) en Brainliner. In dit handboek worden deze materialen verder niet behandeld.

13.1 ONTWERPREGELS

Het ontwerpproces voor minerale afdichtingslagen verloopt als volgt:

1. Bepaal of de ondergrond geschikt is voor de op te nemen mechanische belastingen.
Houd hierbij rekening met het afschuifcriterium en de belastingen door:
 - het eigen gewicht van de afdichtingslaag of -lagen;
 - het gewicht van de te bergen verontreinigingen;
 - het gewicht van de eventueel aan te brengen bovenafdichtingen.
 Houd met betrekking tot de overige eisen rekening met het Programma van Eisen dat is opgesteld.
2. Bepaal aan de hand van de vereiste k -waarde de minimaal benodigde laagdikte.
3. Detailleer aansluitingen, lassen, overgangen en dergelijke met inachtneming van de principedetails in deel III van dit handboek en het gestelde in de referentiedocumenten.
4. Omschrijf de voorzieningen nauwkeurig, geef aan wat het verlangde kwaliteitsniveau is en omschrijf welke veiligheids- en gezondheidseisen van toepassing zijn. Verwijs hierbij naar de documenten die in dit handboek zijn opgenomen. Sluit in de werkomschrijving zo veel mogelijk aan bij hetgeen al in de protocollen is vastgelegd.

13.1.1 DETAILLERING

Voor de detaillering wordt verwezen naar de 13.6 opgenomen detailtekeningen.

In de hierna volgende paragrafen, waarin de verschillende materiaalsoorten worden beschreven, wordt per materiaalsoort alleen de materiaalkenmerken weergegeven. De in 13.1 beschreven ontwerpregels en detailleringen zijn in principe toepasbaar op alle hierna te noemen materialen. Uit de lijst van referentiedocumenten is eenvoudig af te leiden voor welk materiaal het document toepasbaar is.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

13.2 ZAND-BENTONIET

13.2.1 EIGENSCHAPPEN

Zand-bentoniet bestaat uit een mengsel van:

- > granulair materiaal zonder grove verontreinigingen;
- > bentoniet;
- > mengwater;
- > eventuele hulpstoffen.

De ruimte tussen de zandkorrels wordt door de toevoeging van bentoniet opgevuld. Het percentage holle ruimte van het mengsel is daarom ook kleiner dan van zand. De afdichtende werking ontstaat, doordat in het mengsel aanwezig of toestromend water de bentoniet laat zwellen. De nog aanwezige open ruimte in het mengsel wordt hierdoor gedicht. Soms wordt het natuurlijk zand vervangen door vormzand.

Een zand-bentonietmengsel hardt niet uit. In verzadigde toestand is het materiaal daarom in staat, afhankelijk van de laagdikte en het percentage bentoniet, 10% alzijdige rek op te nemen zonder noemenswaardig functieverlies of scheurvorming.

Beschadigingen door bijvoorbeeld worteldoorgroei en mechanische beschadigingen moeten worden voorkomen. Zand en bentoniet zijn niet gevoelig voor biologische aantasting door micro-organismen. Ook zijn ze niet gevoelig voor thermische belastingen die kunnen worden verwacht bij onder- of bovenafdichtingen van afval- en reststoffenbergingen.

De waterdoorlatendheid van zand-bentoniet neemt toe onder invloed van oplossingen met relatief hoge concentraties aan meerwaardige ionen, zoals calcium, zouten en percolaatwater uit een afvalstort. Sterke zuren en basen tasten de structuur van bentoniet aan.

Het gedrag van een niet met water verzadigde laag zand-bentoniet op plaatsen met grote zettingen, is nog onbekend. Bij toepassing op plaatsen waar grote zettingen kunnen optreden, is daarom onderzoek vooraf noodzakelijk naar het gedrag bij zettingen.

Zand-bentoniet geldt als referentiemateriaal, waarmee de stand der techniek in het Stortbesluit is gedefinieerd. Onder ontwerpcondities is het lekverlies door een zand-bentonietlaag minder dan $\pm 0,1$ mm per dag bij een laagdikte van 0,25 m en een waterkolom op de afdichting van 1,0 m. Voor zover bekend is er geen onderzoek verricht naar de gasdoorlatendheid van zand-bentoniet. Uit literatuuronderzoek is bekend dat minerale materialen niet onder alle omstandigheden gasdicht zijn.

13.2.2 TOEPASSING

Zand-bentoniet wordt veelal toegepast in combinatie met geomembranen in onder- en bovenafdichtingen van reststof- en afvalbergingen en voor afdichtingen van bedrijfsterreinen.

Bij grote oppervlakken ($> 10.000 \text{ m}^2$) wordt veelal een toetsingsvak gemaakt voor het optimaliseren van het in te zetten materiaal. Bij kleine werken wordt volstaan met een controle van de gereedgekomen laag.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Zand-bentoniet kan worden toegepast in taluds tot 1:3. Bij korte hellingen is zelfs een helling van 1:1 mogelijk. Voor de toelaatbare helling zijn de wrijvings- en stabiliteitseigenschappen met en van de andere lagen in de constructie van belang.

13.2.3 WIJZE VAN VERWERKEN

Zand-bentoniet wordt machinaal aangebracht. Het in te zetten materieel bestaat uit voorladers, walsen, bulldozers, graafmachines, dumpers en in bepaalde gevallen spreidmachines.

Voor grote hoeveelheden te verwerken materiaal wordt meestal een mobiele menginstallatie op de werkplek opgesteld. De laagdikte varieert van 0,25 tot 0,50 m.

Bij zorgvuldig storten of spreiden kan het materiaal ook direct vanuit transportvoertuigen worden opgebracht, bij voorkeur op een geotextiel als scheidingslaag tussen de ondergrond en de laag zand-bentoniet.

Verwerking van zand-bentoniet heeft zich de afgelopen jaren ontwikkeld tot een zeer gangbare techniek. Het materiaal wordt zowel 'mixed in place' als 'mixed in plant' gemengd.

In het werk moet de laag zand-bentoniet sterk worden verdicht. Dit maakt een stabiele ondergrond noodzakelijk. Verwerking onder slechte weersomstandigheden heeft een negatieve invloed op de kwaliteit van de afdichtingslaag.

13.3 ZAND-BENTONIET-POLYMEERGEL

De in deze paragraaf beschreven eigenschappen zijn ontleend aan Trisoplast® en kunnen derhalve niet als algemeen geldend voor zand-bentoniet-polymeergelmengsels worden beschouwd.

13.3.1 EIGENSCHAPPEN

Zand-bentoniet-polymeergel bestaat uit een mengsel van een speciale kleigel (op basis van bentoniet en een polymeer) en zand. Het materiaal ontleent zijn eigenschappen aan de moleculaire binding die ontstaat tussen de kleideeltjes van het bentoniet en het polymeer. Het gedrag van zand-bentoniet-polymeer in contact met oplossingen die de zwelcapaciteit van bentoniet normaliter verminderen, valt uit deze afname te verklaren.

Het materiaal onderscheidt zich van zand-bentoniet door:

- > een zeer lage waterdoorlatendheid (ten hoogste 10 % van de waarde van zand-bentoniet);
- > een grotere plasticiteit;
- > de chemische stabiliteit;
- > een geringere gasdoorlatendheid;
- > een langere levensduur.

Hierdoor kan worden volstaan met dunnere afdichtingen in vergelijking met zand-bentoniet.

Binnen een pH-traject van 1,5 tot 10 wordt de doorlatendheid niet beïnvloed. Blootstelling aan temperaturen tot 30 °C heeft geen nadelige effecten op de doorlatendheid. Door de kauwgumachtige eigenschappen kan het materiaal vervormingen en beperkte ongelijkmatige zettingen in de bodem volgen zonder nadelige effecten voor de waterdoorlatendheid.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

13.3.2 ISOLEREND VERMOGEN

Voor het isolerend vermogen zijn twee criteria van belang:

- > de waterdoorlatendheid, dus de mate van vloeistofdichtheid;
- > de gasdichtheid in verzadigde en onverzadigde toestand.

De (initiële) waterdoorlatendheid van Trisoplast®, gemeten bij een laagdikte van 25 mm, bedraagt gemiddeld 5×10^{-11} m/s. In de praktijk uitgevoerde metingen resulteerde in waarden groter dan 1×10^{-12} m/s. Bij laboratoriumonderzoek is vastgesteld, dat bij zuigspanningen tot 150 mbar wel krimp optreedt, maar nog geen luchtintreding. Praktisch betekent dit, dat Trisoplast® luchtdicht is.

Het lekverlies door een laag Trisoplast® van 0,25 m, berekend volgens de criteria in de 'Richtlijn dichte eindafwerking' bedraagt gemiddeld 0,02 mm/d. De norm in deze richtlijn is gesteld op 0,1 mm/d. In de praktijk zijn waarden gemeten die een factor 100 lager liggen.

De slechte doorlatendheid en het plastisch gedrag, alsmede de ongevoeligheid voor diverse aantastingen, laat toe dat Trisoplast® in dunne lagen, tot circa 70 mm, kan worden toegepast. Het materiaal leent zich ook goed voor het gasdicht afsluiten van gestort materiaal, omdat het ook in onverzadigde toestand, strikt gedefinieerd als de situatie waarbij in het bodemvocht een onderdruk heerst, gasdicht blijft. De gasdichtheid blijft bestaan tot een onderdruk van 150 mbar in het bodemvocht.

13.3.3 DUURZAAMHEID

Duurzaamheid wordt bepaald door de invloed die externe factoren hebben op het functioneren van de afdichtingslaag. Hierbij worden onderscheiden: factoren van mechanische, thermische, chemische en biologische aard. Onder mechanische factoren worden ongelijkmatige zettingen (met name rek) verstaan. Recent onderzoek van CUR/PBV-voorschriftencommissie 50 'Vervormingscriteria en meetmethoden van minerale afdichtingslagen' toont aan, dat Trisoplast® zonder noemenswaardig functieverlies alzijdige rekken kan ondergaan tot 10%. Daarbij maakt het niet uit of de rekken bij een verzadigde toestand optreden of dat het vochtgehalte overeenkomt met vochtgehalte op moment van aanleg (onverzadigde toestand).

Laboratoriumproeven tonen aan dat bij thermische belastingen tot 70°C geen degradatie van Trisoplast® plaatsvindt. Een verhoogde temperatuur lijkt de afdichtende werking eerder te bevorderen.

Uit onderzoek naar de invloed van extreme zuren en basen op de structuur van bentoniet en Trisoplast® bleek, dat bij een pH van 6 de structuur van bentoniet sterk verandert. De structuur van Trisoplast® veranderde pas bij een pH van 5, terwijl een zuurgraad van pH 3 nog niet leidt tot een chemische afbraak van het materiaal. Op basis van dergelijke onderzoeksresultaten kan worden geconcludeerd, dat de chemische stabiliteit van bentoniet aanzienlijk wordt verbeterd door toevoeging van de polymeergel.

De kleimineralen in het zand-bentoniet-polymeergel zijn gebonden aan het polymeer. Uitspoeling, bijvoorbeeld als gevolg van waterbewegingen, wordt hiermee voorkomen.

Het materiaal is ongevoelig voor aceton, fenol en ruwe olie. Dit geldt overigens alleen als het zand-bentoniet-polymeergel zich vooraf met water heeft kunnen ontwikkelen. Bij een permanente duurbelasting en hoge concentraties, is het materiaal enigszins gevoelig voor dieselolie en zeewater.

Biologische degradatie is in de beproevingen niet waargenomen.

13.3.4 TOEPASSING

De constructie- en toepassingsmogelijkheden zijn te vergelijken met die van zand-bentoniet. De benodigde laagdikte is echter kleiner.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

13.3.5 WIJZE VAN VERWERKEN

Zand-bentoniet-polymeergel wordt machinaal aangebracht. Het in te zetten materieel bestaat uit voorladers, walsen (of trilplaten), bulldozers, graafmachines en dumpers.

13.4 BENTONIETMATTEN

13.4.1 EIGENSCHAPPEN

De bentonietmat is een fabrieksmatig product, vervaardigd uit diverse grondstoffen. De belangrijkste zijn bentoniet en een geotextiel. De mat bestaat uit meer lagen geotextiel of geomembranen en een laag bentoniet. Doorgaans bestaat de opbouw van een bentonietmat uit een aantal kg/m² natrium- of calciumbentoniet, aangebracht tussen een wovens en een non-wovens geotextiel. De geotextielen zijn aan elkaar verbonden, waardoor de bentoniet op zijn plaats blijft en de interne stabiliteit is gewaarborgd.

Natriumbentoniet uit de Verenigde Staten (Wyoming) wordt beschouwd als de kwalitatief meest hoogwaardige bentonietsoort. Calciumbentoniet wordt in Europa gewonnen en wordt voor het verbeteren van de eigenschappen in bepaalde gevallen 'geactiveerd' met toevoegingen. In CUR/PBV-Aanbeveling 49 wordt gesteld, dat bentoniet in een bentonietmat moet bestaan uit een natuurlijke natriumbentoniet.

In elke toepassing moet aandacht worden besteed aan de stabiliteit van de constructie waarin bentonietmatten worden toegepast. Van belang daarbij zijn de afschuifweerstand tussen de mat en de boven- en onderliggende lagen, alsmede de interne afschuifweerstand. Bentonietmatten worden in rollen van een zekere breedte geleverd. In het werk moeten de banen goed op elkaar aansluiten. Speciale aandacht is dan ook nodig voor het ontwerp van de overlap.

Een belangrijke eigenschap van een bentonietmat is de waterdoorlatendheid. De mate van doorlatendheid bepaalt of de mat voldoet aan het criterium in de 'Richtlijn vloeistofdichte eindafwerking' van ten hoogste 0,1 mm/d.

Omdat verschillende productietechnieken worden gehanteerd, kunnen variaties in de opbouw optreden. De eigenschappen van de verschillende matten wijken dan ook af ten opzichte van elkaar. Voor elke toepassing moet worden bekeken aan welke eisen met betrekking tot de doorlatendheid, belastbaarheid, afschuivingsgedrag, treksterkte, rek en verwerkbaarheid ten minste moet worden voldaan.

13.4.2 ISOLEREND VERMOGEN

Praktijkresultaten tonen aan dat bentonietmatten, toegepast in bovenafdichtingen bij reststoffenbergingen, voldoen aan de maximale doorlatendheid van 20 mm/jaar. Gegevens over de doorlatendheid bij toepassing in onderafdichtingen van reststofbergingen zijn nog niet beschikbaar.

13.4.3 DUURZAAMHEID

Binnen CUR/PBV-commissie C 93 'Toepassing bentonietmatten voor milieubeschermdende constructies' is onderzoek uitgevoerd naar de duurzaamheid van bentonietmatten gevuld met natriumbentoniet. De chemische stabiliteit van natriumbentoniet is beter dan van natrium geactiveerde calciumbentoniet.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Op basis van literatuuronderzoek is geconcludeerd, dat deze matten niet worden aangetast onder omstandigheden die zich voordoen in een combinatieafdichting. Verder is uit dit onderzoek geconcludeerd dat bentonietmatten ten minste gelijkwaardig zijn aan zand-bentoniet voor wat betreft chemische, thermische en biologisch invloeden.

De hoeveelheid bentoniet per oppervlakte-eenheid is bij bentonietmatten minder dan bij zand-bentoniet. Daardoor is de bufferende werking geringer bij contact met vloeistoffen met een hoog elektrolytgehalte, een relatief hoge fractie aan meerwaardige ionen of een relatief lage diëlektrische constante. Bij het ontwerp moet met dit aspect rekening worden gehouden.

13.4.4 TOEPASSING

Bentonietmatten worden, veelal in combinatie met geomembranen, toegepast in bovenafdichtingen van reststoffenbergingen. Het toepassen als onderafdichting bij bedrijfsterreinen of delen van inrichtingen is denkbaar, maar niet getoetst in de praktijk. Op diverse locaties zijn al wel combinatieafdichtingen aangelegd in de vorm van een kunststoffolie en een bentonietmat. Ook voor kleinschalig werk en voor afdichtingen op moeilijk bereikbare plaatsen bieden deze matten goede oplossingen.

Bentonietmatten moeten worden voorzien van een permanente belasting zoals opgegeven door de leverancier of fabrikant (in de praktijk circa 200 kg/m²).

13.4.5 WIJZE VAN VERWERKEN

Bentonietmatten worden met de hand of machinaal met bijvoorbeeld een graafmachine gelegd. Voor kleine oppervlakken en moeilijk bereikbare plaatsen worden matten van geringe afmetingen gehanteerd. Voor grote oppervlakken worden rollen verwerkt met oppervlakken tot 200 m².

13.5 COMBINATIEAFDICHTINGEN

Met de in de voorgaande hoofdstukken beschreven materialen kunnen bodembeschermende voorzieningen worden gerealiseerd, die bij een goede uitvoering zijn aan te merken als een categorie 1-voorziening, zoals bedoeld in de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten. Soms is het nodig dat er gebruik wordt gemaakt van combinatieafdichtingen.

Belangrijk bij een combinatieafdichting is, dat op een juiste wijze gebruik wordt gemaakt van de verschillende eigenschappen van de materialen. Voordat een afdichtingsconstructie wordt ontworpen, is het van belang de uitgangspunten te kennen. Het doel van de voorziening moet worden vastgesteld.

Op hoofdlijnen kan worden gesteld, dat een combinatieafdichting zinvol is in situaties waar hoge eisen worden gesteld aan de bescherming van de bodem, monitoringssystemen met een korte signaleringstijd niet beschikbaar zijn en herstelmogelijkheden praktisch gesproken ontbreken.

Bij afdichtingsconstructies bij stortplaatsen verlangt het Stortbesluit een combinatieafdichting. Een combinatieafdichting bestaat uit een combinatie van een folie en een minerale afdichting. Door beide lagen in direct en volledig contact op elkaar te brengen, ontstaat een synergetisch effect. Dit effect bestaat eruit, dat stroming door de minerale laag beperkt blijft tot de omgeving van eventuele scheuren in de folie, en de stroming van water door de lage doorlatendheid van de minerale laag zeer gering blijft. Bij indirect en/of



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

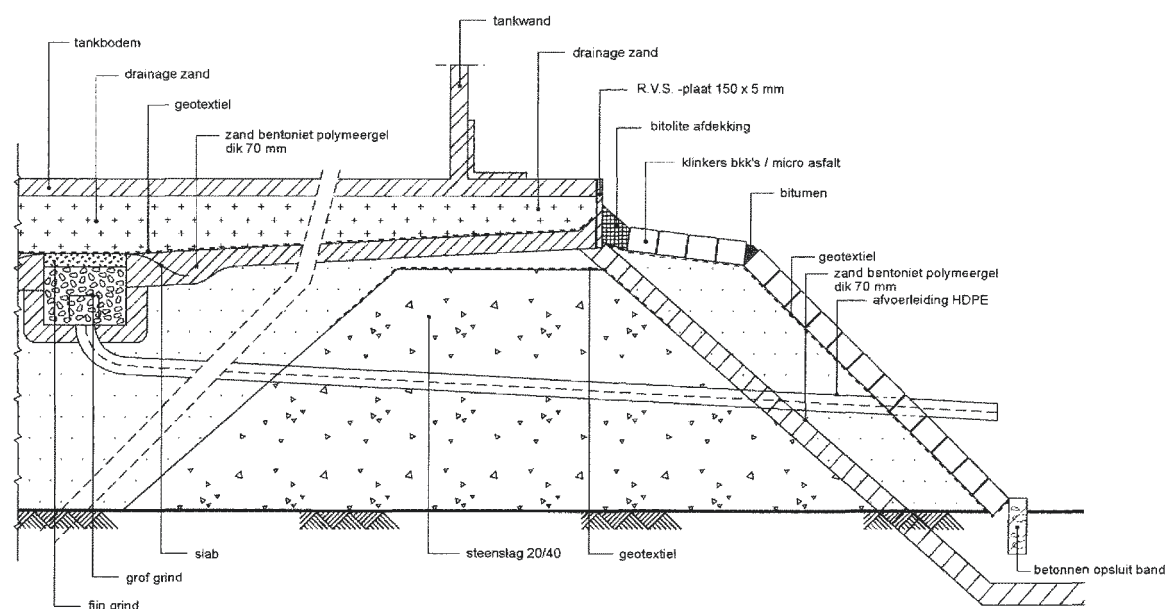
onvolledig contact ontstaat een tussenlaag met een drainerende werking. Daardoor is de stroming door de scheur van de folie aanzienlijk groter door de hogere afvoer (folie op mineraal) of toevoer (mineraal op folie) van water.

Uitgangspunt is dat de folie en de minerale afdichting in direct contact met elkaar worden toegepast. Het onderzoek dat door CUR/PBV-onderzoekcommissie C 93 'Toepassing bentonietmatten voor milieubeschermdende constructies' is uitgevoerd op bentonietmatten, heeft een meetbaar criterium opgeleverd voor het beoordelen van het contact tussen folie en minerale afdichtinglaag.

13.5.1 ISOLEREND VERMOGEN

De 'Richtlijn onderafdichtingsconstructies' geeft aan dat het lekverlies bij een combinatieafdichting op stortplaatsen beperkt moet blijven tot circa 0,02 mm/d.

13.6 TEKENINGEN DETAILOPLOSSINGEN



Figuur 13.1

Combinatieafdichting van een zandbentoniet-polymeergel en geotextiel ten behoeve van een tankpark gesitueerd op een betonnen verharding en omgeven door een betonnen keerwand.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

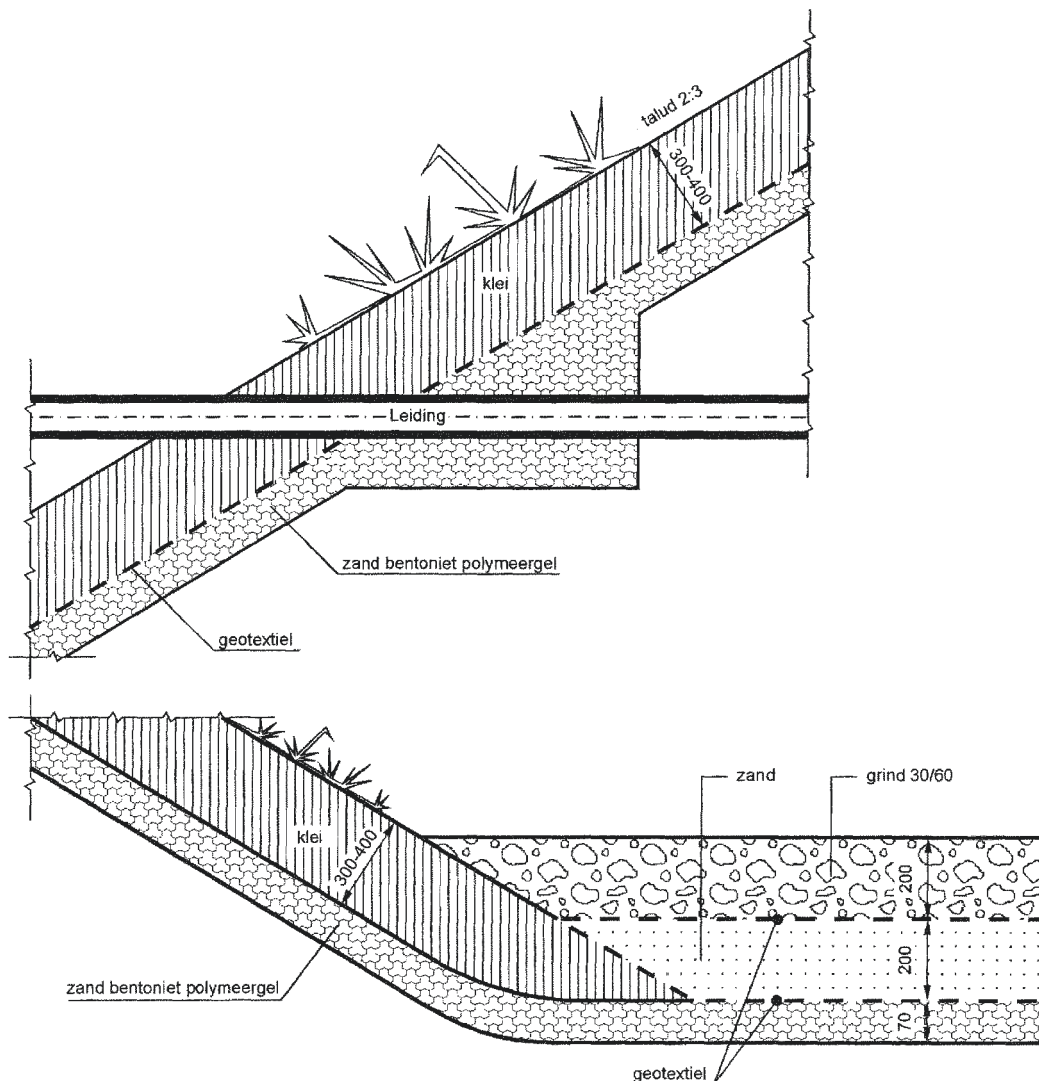
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 13.2

Combinatieafdichting van een zandbentoniet-polymeergel en geotextiel.
Details van doorvoer van een leiding (boven) en de voet van een talud (onder).



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

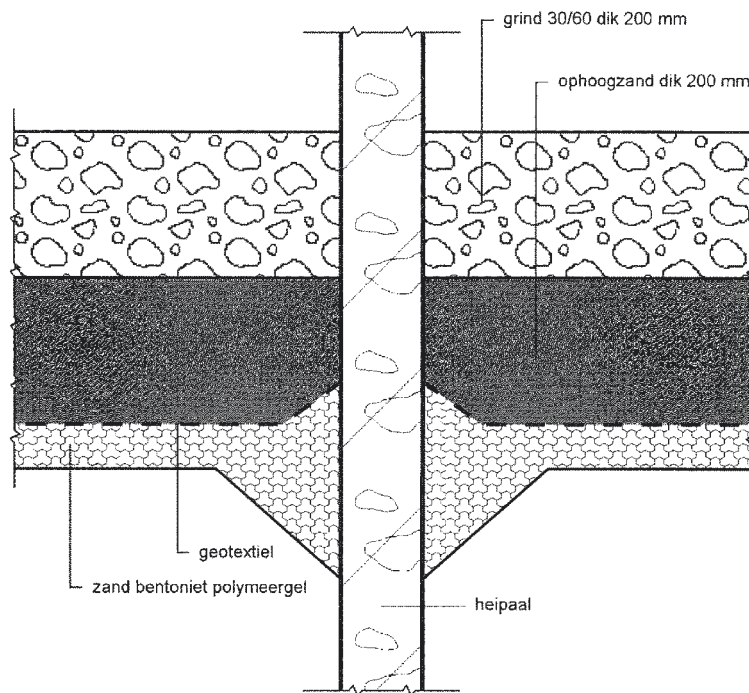
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

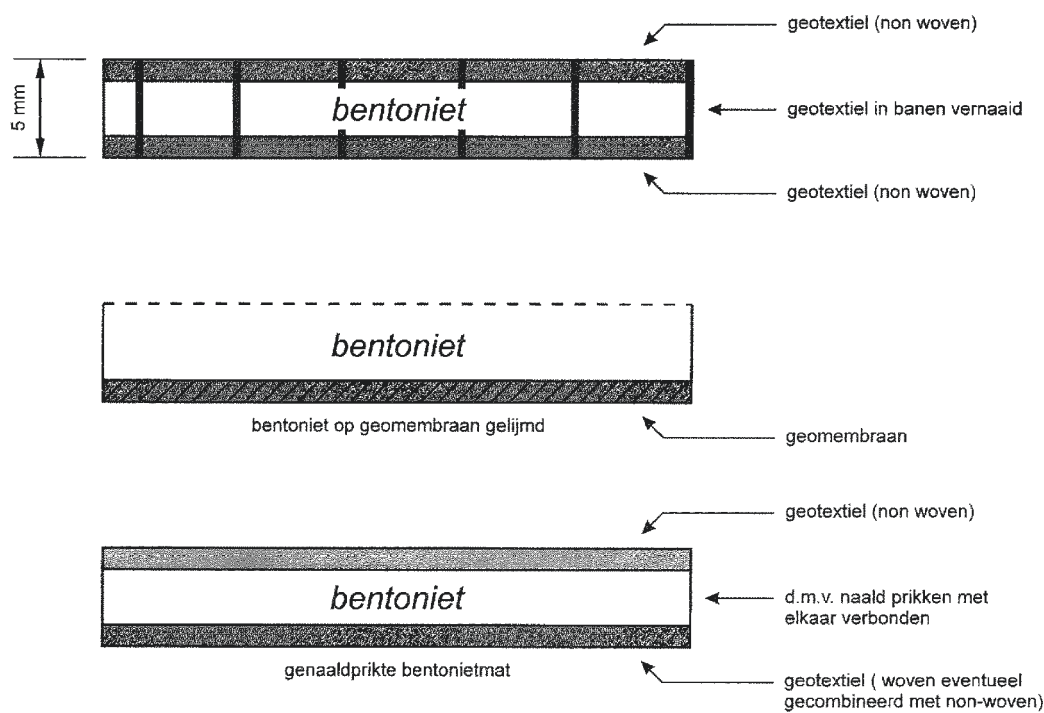
18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 13.3

Combinatieafdichting van een zandbentoniet polymeergel en geotextiel.
Detaillering van de doorvoer van een heipaal.



Figuur 13.4

Type bentonietmatten.

13.7 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

VROM Publicaties

1. Stortbesluit Bodembescherming, Ministerie van VROM, 1993, Stb.606, 1998, Stb.22, SdU, 's-Gravenhage.
2. Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming (1993, Stert.37), Ministerie van VROM, 's-Gravenhage, 1993.
3. Richtlijn voor onderafdichtingsconstructies stort- en opslagplaatsen, VROM Publicatiereeks nr. 1993/2, 1993.
4. Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststoffenbergingen. VROM Publicatiereeks nr. 1991/2, 1991.
5. Richtlijn drainagesystemen en controlesystemen grondwater voor stort- en opslagplaatsen, VROM nr. 1993/2, 1993.
6. Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu VROM, Publikatiereeks nr. 1991/5, 1991.
7. Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming, Deel I Materialen, TNO/Eindhoven, 1999.

CUR/PBV-Aanbevelingen:

1. CUR/PBV-Aanbeveling 33, Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet, al dan niet in combinatie met geomembranen, CUR, Gouda, 1996.
2. CUR/PBV-Aanbeveling 49, Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen. Beoordeling geschiktheid, CUR, Gouda, 1997.
3. CUR/PBV-Aanbeveling 50, Bentonietmatten in bodembeschermende voorzieningen. Productie en verwerking, CUR, Gouda, 1998.

Productbeoordelingsrichtlijnen :

1. BRL 1121 (BRL-K553), Geokunststoffen: weefsels bestemd voor de toepassing als filter-, scheidings- en/of wapeningsconstructie, KIWA, Rijswijk, 1998.
2. BRL 1132, Ontgassingsmatten voor toepassing onder een dichte (eind)afwerking van afval- en reststoffenbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron, Houten, 1997.
3. BRL 1133, Afdichtingsfolies van geflexibiliseerde HDPE (HDPE-flex) voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststoffenbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron Houten, 1997.
4. BRL 1134, Drainagematten voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststoffenbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron Houten, 1997.
5. BRL 1136, Bentonietmatten, bestaande uit bentoniet ingesloten door ten minste twee geotextielen, voor toepassing in een dichte (eind)afwerking van afval- en reststofbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen, BDA Intron Houten, 1997.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Procesbeoordelingsrichtlijnen:

1. Kiwa/PBV-BRL 1130, Aanleg van afdichtingen met zand-bentoniet/geomembranen inclusief combinatie-afdichtingen, Kiwa NV, Rijswijk, 1998.
2. BRL 1131, Ontwerp van een dichte (eind)afwerking van afval- en reststoffenbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorie bouwstoffen op basis van een ontgassingsmat en/of geflexibiliseerde HDPE-folie en/of bentonietmat en/of drainagemat, BDA Intron, Houten, 1997.
3. BRL 1135, Uitvoering van een dichte (eind)afwerking van afval- en reststoffenbergingen, categorie 2-bouwstoffen en bijzondere categorieën bouwstoffen op basis van een ontgassingsmat, geflexibiliseerde HDPE-folie, bentonietmat en/of drainagemat, BDA Intron, Houten, 1997.
4. Kiwa/PBV-BRL 1148, Ontwerp, Aanleg van afdichtingen met zand-bentonietpolymeergel inclusief combinatieafdichtingen, Kiwa N.V., Rijswijk, 1997.
5. BRL 1149, (BRL-K537). Verwerken van kunststoffolie, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.

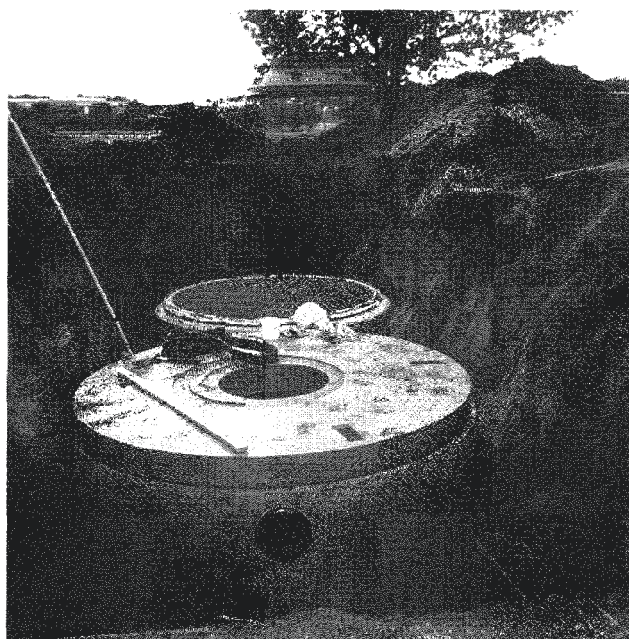
Overige:

- > Protocolen Trisoplast® ten behoeve van boven- en onderafdichtingen bij afvalbergingen, Grontmij, Houten, 1996.
- > Weitz, A.M., D. Boels, H.J.J. Wiegiers en J.J. Evers-Vermeer, Rapport 300, 'Toepassingsmogelijkheden van Trisoplast® voor de afdichting van afval- en reststofbergingen', DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1994.

De genoemde documenten zijn in beginsel opgesteld voor toepassingen van afdichtingssystemen van opslagplaatsen voor reststoffen. Voor toepassingen bij bedrijfsterreinen zal een extractie van relevante punten uit de documenten moeten worden gemaakt.

Voor bedrijfsterreinen gelden meestal de volgende punten van aandacht:

- > geringere afmetingen van de af te dichten oppervlakten;
- > minder beschikbare werkruimte;
- > meer obstakels (zowel onder- als bovengronds).



Ingraven van een prefab bodembeschermende voorziening.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 14: Niet-materiaalgebonden prefab voorzieningen

Geprefabriceerde bodembeschermende voorzieningen, zoals lekbakken, kluizen, kasten en containers, zijn er in tal van uitvoeringen en samengesteld uit allerlei materialen. Dit handboek gaat niet in op het ontwerpen van dergelijke voorzieningen, omdat ze meestal kant en klaar vanuit een catalogus kunnen worden besteld. Voor betonnen opvangbakken wordt verwezen naar BRL 5262 [1]. Betreft het maatwerk vanwege speciale wensen, dan maakt de leverancier vaak het benodigd ontwerp in eigen beheer. Voordeel hiervan is dat het ontwerp toegespitst is op de mogelijkheden en de capaciteit van de machines die de ontwerper tot zijn beschikking heeft.

Het handboek beschrijft mogelijke vormen van integratie met andere voorzieningen en toont enkele voorbeelden van dergelijke voorzieningen.

14.1 INTEGRATIE VAN PREFAB VOORZIENINGEN

Geprefabriceerde voorzieningen die worden geplaatst als een op zichzelf staande eenheid, behoeven verder weinig toelichting. Te denken valt hierbij aan een speciale kast of container voor de opslag van milieugevaarlijke stoffen. Meestal moeten deze voorzieningen voldoen aan de CPR-richtlijnen, CPR 15-1 [2], CPR 15-2 [3] en CPR 15 –3 [4].

Voor niet brandbare vloeistoffen geldt veelal dat opvangbakken de inhoud van de grootste emballage plus 10% van de overige emballage moeten kunnen opvangen.

Veilige opslag betekent het voorkomen dat gevaarlijke stoffen de bodem of het grondwater verontreinigen. Indien deze stoffen bij calamiteiten en/of werkzaamheden vrij kunnen komen, moet ervoor worden gezorgd dat deze stoffen afdoende worden opgevangen.

Voorbeelden van voorzieningen die kunnen worden geïnstalleerd, zijn:

- > verrijdbare milieupallets, vatenwagen en vatenrollers;
- > combi-systemen, zoals een stelling met opvangmogelijkheid of vatenopslag met opvangbak;
- > laboratoriumopvangbakken;
- > aftapstations, waarvan het aftappunt ruim binnen de opvangbak valt.

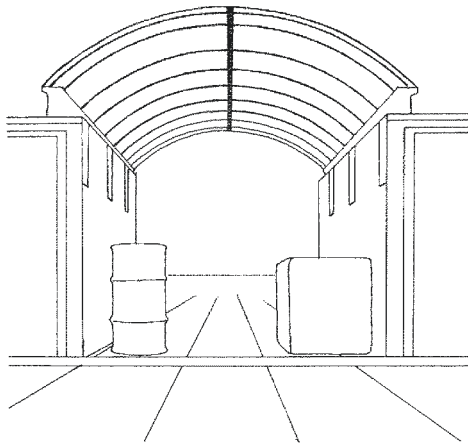
Een aantal voorbeelden hiervan is weergegeven in 14.2.

Bij integratie van geprefabriceerde voorzieningen in een groter geheel, is het van belang om voldoende drempels en overgangen aan te brengen, zodat uitstroom van bodemverontreinigende stoffen wordt voorkomen. Uiteraard is het verder van essentieel belang dat de onderlinge aansluitingen afdoende worden afgedicht. De wens tot veel drempels in verband met de uitstroom staat enigszins haaks op de wens om, vanwege het gebruik, zo min mogelijk drempels te hebben. Door het aanbrengen van verdiepte delen en het leggen van roosters kan tegemoet worden gekomen aan beide uitgangspunten.

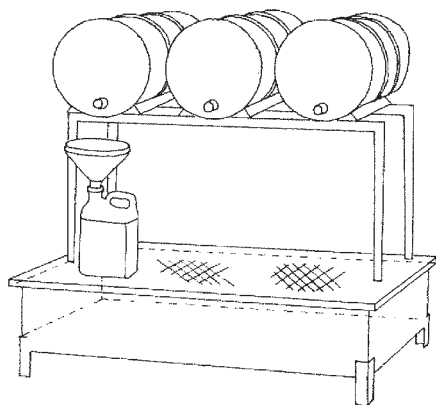


1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

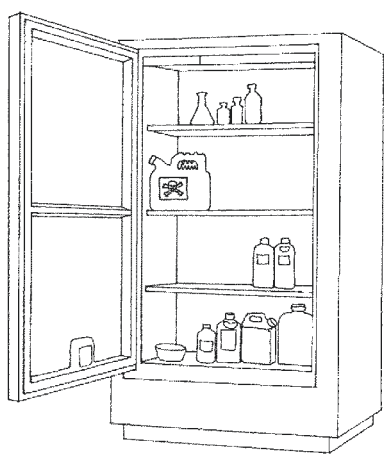
14.2 VOORBEELDEN VAN PREFAB VOORZIENINGEN



Figuur 14.1 Prefab opslagcontainer.



Figuur 14.2 Vatenopslag met tapmogelijkheid.



Figuur 14.3 Prefab opslagkast (CPR).



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

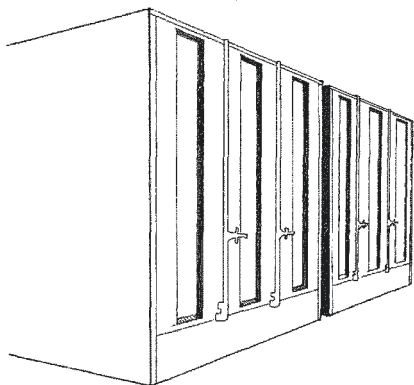
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

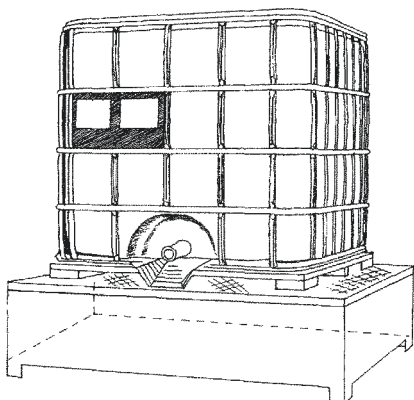
17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Figuur 14.4 Opslagcontainer.



Figuur 14.5 Prefab opvangvoorziening met lekbak.

14.3 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. BRL 5262, Het plaatsen en monteren van prefab elementen van beton tot vloeistofdichte opvangbakken, Kiwa N.V., Rijswijk, 1999.
2. CPR 15-1, Opslag gevaarlijke stoffen in emballage: opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0-10 ton), SdU, 's-Gravenhage, 1990.
3. CPR 15-2, Opslag gevaarlijke stoffen, chemisch afvalstoffen, chemische afvalstoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage, opslag van grote hoeveelheden: opslag van bestrijdingsmiddelen bij producenten, synthese- en formuleringsbedrijven, opslag van gevaarlijke stoffen vanaf 10 ton, opslag van chemische afvalstoffen vanaf 10 ton, SdU, 's-Gravenhage, 1991.
4. CPR 15-3, Opslag bestrijdingsmiddelen in emballage: opslag van bestrijdingsmiddelen in distributiebedrijven en aanverwante bedrijven (vanaf 400 kg), SdU, 's-Gravenhage, 1990.



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

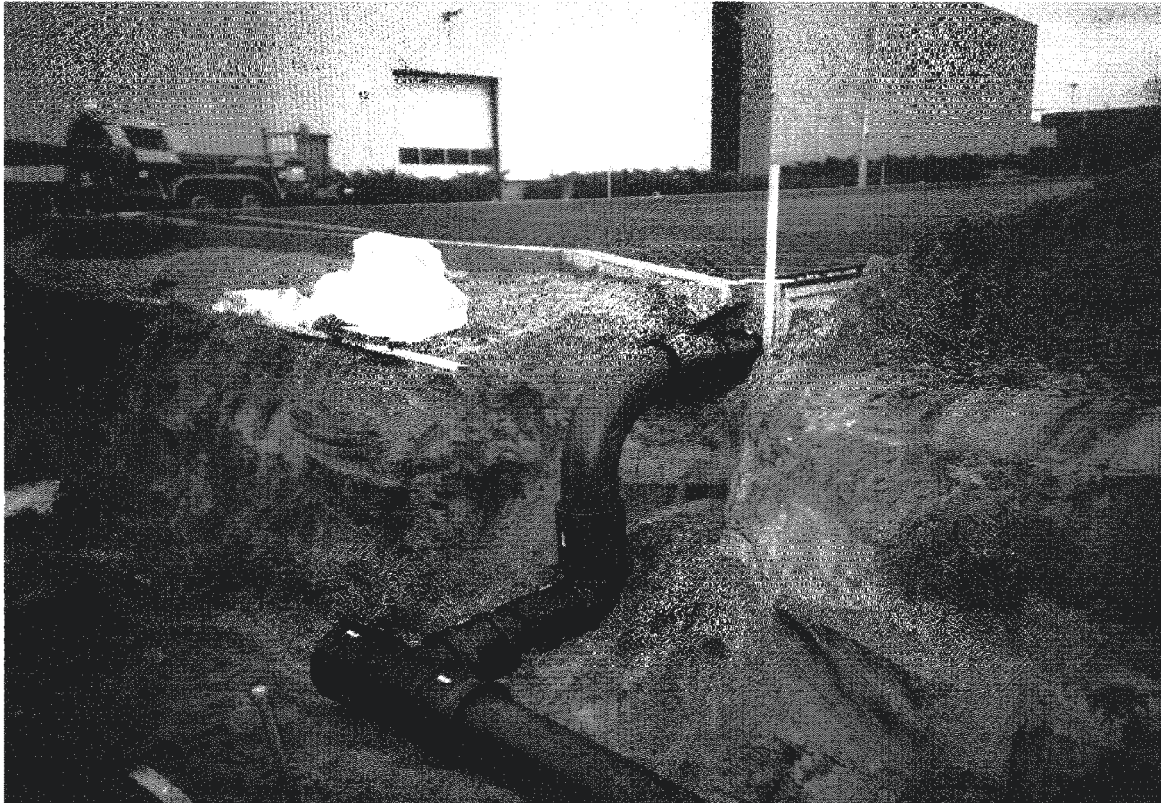
15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



Afvoer vanaf een vloeistofdichte verharding.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 15: Bedrijfsrioleringen

Een bedrijfsriolering is, in het kader van dit handboek, een constructie voor de afvoer van bedrijfsafvalwater op een bedrijfsterrein naar een openbaar riool of een andere constructie voor de inzameling en het transport van afvalwater, inclusief alle daarbij behorende verbindingen, putten en overige constructies.

Kolken, putten, olie-, en vetafscidders, goten in de vorm van lijnafwateringen, calamiteitenopvangtanks of -putten en voorzieningen voor het opvangen van bluswater vallen onder de 'overige constructies' in de hierboven genoemde definitie.

De milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen staan vermeld in CUR-Aanbeveling 51 [1]. Om te komen tot de optimale keuze van een bodembeschermende voorzieningen en bijbehorende maatregelen, gebaseerd op de stand der wetenschap en techniek, wordt verwezen naar de NRB [2].

Voor het beheer van bedrijfsrioleringen, waarvan de inspectie deel uitmaakt, verschijnt binnenkort een CUR/PBV-Aanbeveling [3].

15.1 SOORTEN BEDRIJFSRIOLERINGEN

Rioleringen zijn onder te verdelen in:

- > binnen- en buitenriolering;
- > rioleringen die vrij in de grond liggen, die zijn onderheid of boven de grond liggen op ondersteuning;
- > gescheiden of gemengde stelsels.

Bij gemengde stelsels wordt het hemelwater gezamenlijk met het overige afvalwater afgevoerd. Bij een gescheiden stelsel worden de waterstromen zoveel mogelijk gescheiden. Het spreekt voor zich dat voor de capaciteitsberekeningen de keuze van het systeem van grote invloed is.

Factoren die de keuze voor het juiste systeem bepalen, zijn onder andere sterk afhankelijk van de volgende factoren en randvoorwaarden:

- > bestaande of nieuwe situatie;
- > eigenschappen van de stoffen die worden getransporteerd;
- > constructieve eisen;
- > frequentie en tijdsduur van de belasting;
- > functionele eisen en soms ook esthetische aspecten;
- > bodembeschermingseisen;
- > levensduur en onderhoudsgevoeligheid;
- > kosten;
- > benodigde tijd voor aanleg.

15.1.1 MATERIAALGEBRUIK/KEUZE

Het materiaalgebruik van de buizen en hulp- of verbindingstukken moet zijn afgestemd op de verschillende eigenschappen en de bedrijfsspecifieke situatie van de riolering. De materiaalkeuze moet zijn afgestemd op

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

de eisen vastgelegd in ontwerpcriteria. Deze ontwerpcriteria zijn opgenomen in CUR/PBV-Aanbeveling 51. Het toe te passen materiaal moet bestand zijn tegen een chemische aantasting van binnen uit, door contact met het afvalwater, en aantasting van buitenaf, door contact met bijvoorbeeld agressieve of verontreinigde grond. Een overzicht van de chemische bestandheid van diverse materialen is opgenomen in CUR/PBV-Aanbeveling 51 (bijlage A en B).

Het draagvermogen van een buis en verbindingen is sterk afhankelijk van de mechanische belastingen. Deze kunnen statisch of dynamisch zijn. Er moet bij het ontwerp rekening worden gehouden met onder andere de grondeigenschappen (eventueel te verwachten grondzettingen), de grondwaterstand en variaties daarin, de optredende bovenbelasting en de verkeersbelastingen. Het draagvermogen van de buis en verbinding moet worden getoetst op sterkte, stabiliteit en vervorming, zoals aangegeven in bijlage C van CUR/PBV-Aanbeveling 51.

15.1.2 MATERIAALSOORTEN

Materialen die worden gebruikt voor bedrijfsrioleringen zijn:

> Beton

Beton kan zowel gewapend als ongewapend zijn. Als wapening kunnen de volgende materialen zijn gebruikt: betonstaal, al dan niet voorgespannen, staalvezels, kunststofvezels of een plaatstalen kern. Verbindingen worden veelal uitgevoerd met rubber profielen. Bij het gebruik van een plaatstalen kern kan er een lasverbinding tot stand worden gebracht. Het beton kan eventueel worden voorzien van een coating om de weerstand/duurzaamheid te vergroten.

Eisen en beproevingsmethoden voor betonnen buizen zijn opgenomen in NEN 7126 [4].

> Gres

Gres is een keramisch materiaal dat al dan niet is voorzien van een glazuurlaag. Het materiaal heeft daardoor een hoge bestandheid tegen het merendeel van de agressieve stoffen.

Eisen en beproevingsmethoden zijn opgenomen in NEN-EN 295 [5].

> Kunststof

Voor de toe te passen kunststoffen zijn veel alternatieven voorhanden. De meest toegepaste materialen zijn polyvinylchloride (PVC), polyetheen (PE), polypropreen (PP) en glasvezelversterkte kunststof (GVK). Verbindingen worden veelal uitgevoerd door mof- en flensverbindingen. Koppeling aan de leiding vindt plaats door lijmen, knelkoppelingen, lassen of lamineren.

Eisen en beproevingsmethoden zijn in diverse voorschriften opgenomen. Een overzicht hiervan is te vinden in de Kiwa-inventarisatie 1995 [6].

> Metaal

Metalen die worden toegepast zijn staal, gietijzer en roestvaststaal (RVS). Verbindingen worden gemaakt met rubber ringen, mof- en flensverbindingen of met lassen. Gietijzer en staal zijn zeer corrosiegevoelig. Het materiaal wordt dan ook vaak voorzien van een coating om de weerstand/duurzaamheid te vergroten. Een overzicht van de relevante voorschriften voor metalen rioleringen is te vinden in de Kiwa-inventarisatie 1995.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

15.2 ONTWERPCRITERIA

De criteria die hier worden behandeld, zijn met name gericht op de milieutechnische criteria die zijn beschreven in CUR/PBV-Aanbeveling 51. Voor de aanleg en het onderhoud van vloeistofdichte riolering wordt verwezen naar NEN-normen en naar NPR-richtlijnen.

De volgende gegevens moeten ten minste bekend zijn bij aanvang van het ontwerp en het liefst schriftelijk zijn overeengekomen:

- > de eis voor de mate van vloeistofdichtheid;
- > de samenstelling en kenmerken van het afvalwater;
- > de externe leidingomgeving (bodem, grondwater en belastingen);
- > de van buiten optredende belastingen;
- > de lozingsnorm(en);
- > de lozingshoogte;
- > de geplande levensduur;
- > de ontwerplevensduur;
- > de wijze van uitvoering;
- > de wijze van beheer.

15.2.1 EIS AAN VLOEISTOFDICHTHEID

Door de bedrijfsriolering of componenten daarvan, kan, afhankelijk van de stand der techniek van materialen en constructies, een bepaalde hoeveelheid lekverlies optreden. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de vloeistofdichtheidsklasse, zoals vastgelegd in CUR/PBV-Aanbeveling 51. Deze CUR-Aanbeveling gaat uit van drie klassen, te weten:

- > Vloeistofdichtheidsklasse A.

Van vloeistofdichtheidsklasse A is sprake als het afvalwater op basis van de samenstelling gelijk kan worden gesteld aan bedrijfsafvalwater en het lekverlies ten hoogste 0,1 ml/m² per uur bedraagt. In dat geval is er sprake van een verwaarloosbaar risico in het kader van de Nationale Richtlijn Bescherming bedrijfsmatige activiteiten.

- > Vloeistofdichtheidsklasse B.

Van vloeistofdichtheidsklasse B is sprake als het afvalwater op basis van de samenstelling gelijk kan worden gesteld aan bedrijfsafvalwater en het lekverlies ten hoogste 1,0 ml/m² per uur bedraagt. In dat geval is er sprake van een aanvaardbaar risico in het kader van de Nationale Richtlijn Bescherming bedrijfsmatige activiteiten. Er moet dan een adequaat lekdetectie en/of monitoringsysteem worden toegepast.

- > Vloeistofdichtheidsklasse C.

Van vloeistofdichtheidsklasse C is sprake als het afvalwater op basis van de samenstelling gelijk kan worden gesteld aan huishoudelijk afvalwater en het lekverlies ten hoogste 80 ml/m² per uur bedraagt. In dat geval is er sprake van een verwaarloosbaar risico in het kader van de Nationale Richtlijn Bescherming bedrijfsmatige activiteiten.

De keuze van de vloeistofdichtheidsklasse A, B of C hangt af van de aard en karakter van het bedrijfsafvalwater. De keuze tussen A of B kan afhangen van de concentratie van bodemverontreinigende stoffen in het afvalwater. Immers, bij A en B verschilt het lekverlies een factor 10.

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

De vloeistofdichtheidsklassen zijn van toepassing op buismaterialen en -verbindingen, aansluitingen tussen kolken en leidingen, aansluitingen met lijnafwatering, afscheiders en hun aansluitingen, aansluitingen met zuiveringsinstallaties, aansluitingen tussen de bedrijfsvloer en leiding, alsmede voor reserveaansluitingen. Voor vet-, olieafsluitingen en slibvangputten wordt voor aanvullende eisen verwezen naar NEN 7087 [7] en NEN 7089 [8]. Voor betonnen olieafscheiders is een herziening van de norm in voorbereiding.

15.2.2 SAMENSTELLING EN KENMERKEN VAN HET AFVALWATER

Voor het ontwerpen van het leidingsysteem moet van het bedrijfsafvalwater ten minste bekend zijn:

- > de stoffen of combinatie van stoffen in het afvalwater die van invloed kunnen zijn op de duurzaamheid van het rioolstelsel;
- > de temperatuur van het afvalwater en de variatie daarin in de tijd;
- > de concentratie van de aanwezige stoffen en de variatie daarin;
- > de vullingsgraad van het riool en de variatie daarin;
- > de aanwezigheid van bestanddelen die aanleiding geven tot erosie van de leidingen of leidingonderdelen (zand en slibtransport).

Hierbij moet rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van de hoeveelheid en samenstelling van het afvalwater dat de riolering moet verwerken.

Aan de hand van een analyse van de samenstelling en eigenschappen van het afvalwater, moet worden vastgesteld of er sprake is van afvalwater dat gelijk kan worden gesteld aan huishoudelijk afvalwater of van bedrijfsafvalwater.

15.2.3 EXTERNE LEIDINGOMGEVING

Belangrijk is dat bij het ontwerp rekening wordt gehouden met factoren uit de omgeving van de leiding, die van invloed kunnen zijn op de vloeistofdichtheid. Te denken valt aan:

- > de grondeigenschappen, zoals agressiviteit, opbouw en samenstelling;
- > het grondwater, zoals stroming, agressiviteit en variaties in waterstand.

Bij metalen leidingen moet ook rekening worden gehouden met de elektrische geleidbaarheid van de grond en zwerfstromen veroorzaakt door bijvoorbeeld kabels, leidingen en installaties.

15.2.4 VAN BUITEN OPTREDENDE BELASTING

Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met aanwezige, tijdelijke en in de toekomst te verwachten statische- en dynamische belastingen.

15.2.5 LOZINGSNORM(EN)

Voor de lozingsnorm moeten de wettelijke regelingen of vergunningsvoorschriften worden aangehouden. Deze zijn te vinden in de wet Milieubeheer en de wet Bodembescherming, die vaak vertaald zijn naar verschillende amvb's.

15.2.6 LOZINGSHOOGTE

Bij een vrijevalriolering moet rekening worden gehouden met de maximale lengte van het rioolstelsel, om overall een afschot van ten minste 5 mm per meter riolering te kunnen realiseren. Indien dit afschot niet mogelijk is, kan het water met pompen naar een lozingspunt worden afgevoerd. Van belang hierbij is de keuze van het type pomp. Het is niet toegestaan dat emulsievorming optreedt door te hard pompen.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

15.3 AANLEG

Bij de aanleg is met name de uitvoering van buisverbindingen en aansluitingen voor een groot deel bepalend voor de vloeistofdichtheid van het gehele rioleringsysteem. Het is van groot belang dat de werkzaamheden zorgvuldig en door vakbekwame en ervaren vaklieden worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt zoveel mogelijk gebruik te maken van producten die zijn voorzien van een productcertificaat en in zee te gaan met een verwerker/aannemer die in het bezit is van een procescertificaat.

Voor de aanleg van rioleringen bestaat geen procescertificatieregeling. Wel zijn er Nederlandse Praktijkrichtlijnen beschikbaar, te weten NPR 3218 [9] en NPR 3221 [10].

15.4 BEHEER

Bij het ontwerp of het opstellen van ontwerpcriteria moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid tot inspectie, onderhoud en doelmatig beheer van de bedrijfsriolering. In het kader van doelmatig beheer zullen namelijk regelmatig inspecties en onderhoud uitgevoerd moeten worden, op basis van een vooraf opgesteld tijdsschema. De NPR 3218 en NPR 3221 geven hiertoe enkele aanwijzingen. Voor het beheer in bredere zin kan NPR 3220 [11] worden geraadpleegd. Deze richtlijn is van toepassing op het beheer van gemeentelijke rioleringen, maar bevat ook aanwijzingen die bruikbaar zijn voor bedrijfsterreinen.

In een beheerplan kunnen bijvoorbeeld de volgende aspecten worden vastgelegd:

- > hoe vaak en op welke wijze de dichtheid en aantasting van het riool moet worden gecontroleerd om de vloeistofdichtheid te blijven waarborgen;
- > hoe te handelen bij eventuele calamiteiten en incidenten;
- > op welke wijze eventuele zettingen gecontroleerd kunnen worden in grond en/of leidingen;
- > het opstellen van een checklist voor de inspectie, bijvoorbeeld beoordeling van aanwezige bestanddelen, agressiviteit van het water, beschadigingen en verzakkingen;
- > veiligheid tijdens inspecties en werkzaamheden.

Vooralsnog wordt voor criteria hieromtrent verwezen naar de verwachte CUR/PBV-Aanbeveling [3] hiervoor.

15.5 WATERZUIVERINGSINSTALLATIES

Dit handboek beperkt zich ten aanzien van de waterzuiveringsinstallaties tot enkele algemene beschouwingen over slibvangputten en olie-benzineafscheiders. Omdat dergelijke voorzieningen veelal geprefabriceerd worden, zijn ontwerpaspecten in het kader van het handboek minder relevant. Belangrijk is het maken van de juiste keuze uit het grote aanbod. Kwaliteitsaspecten spelen hierbij een essentiële rol. Vooralsnog wordt volstaan met een verwijzing naar de documenten [12] tot en met [18].

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

15.6 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

1. CUR/PBV-Aanbeveling 51, Milieutechnisch ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen CUR/PBV, CUR, Gouda, 1997.
2. NRB, Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten, InfoMil, Den Haag, 1997.
3. CUR/PBV-Aanbeveling over Beheer van bedrijfsrioleringen, CUR/PBV, CUR, Gouda, in voorbereiding.
4. NEN 7126, Ronde buizen van ongewapend, gewapend en staalvezelbeton en vlakke voetbuizen van ongewapend beton -Eisen en beproevingsmethoden, NNI, Delft, 1991/C2, 1995.
5. NEN-EN 295, Keramisch buizen en hulpstukken alsmede buisverbindingen voor riolering onder vrij verval, NNI, Delft, 1992.
6. Kiwa-inventarisatie van beschikbare kennis, Leidingen voor het inzamelen en transporteren van afvalwater van bedrijfsterreinen, Kiwa N.V., Rijswijk, 1995.
7. NEN 7087, Vetafscheiders en slibvangputten -Type-indeling, eisen en beproevingsmethoden, NNI, Delft, 1990.
8. NEN 7089, Olie-afscheiders en slibvangputten -Type-indeling, eisen, en beproevingsmethoden, NNI, Delft, 1990.
9. NPR 3218, Buitenriolering onder vrij verval. Aanleg en onderhoud, NNI, Delft, 1984.
10. NPR 3221, Buitenriolering onder onder- en overdruk. Ontwerpcriteria, aanleg en onderhoud, NNI, Delft.
11. NPR 3220, Buitenriolering. Beheer, NNI, Delft, 1994.
12. BRL 5211, Elementen voor lijnafwatering, Kiwa N.V., Rijswijk, 1996.
13. BRL 5251, Betonnen olie-afscheiders en slibvangputten, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
14. BRL 5253, Olie-afscheiders en slibvangputten uitgevoerd in grijs gietijzer, Kiwa N.V., Rijswijk, 1996.
15. BRL 5254, Vetafscheiders en slibvangputten uitgevoerd in grijs gietijzer, Kiwa N.V., Rijswijk, 1996.
16. BRL 5255, Plaatstalen olie-afscheiders en slibvangputten, Kiwa N.V., Rijswijk, 1997.
17. BRL 5257, Kunststof vetafscheiders en slibvangputten, Kiwa N.V., Rijswijk, 1998.
18. CUR/PBV-rapport 98-7, Duurzaamheid betonnen olieafscheiders en slibvangputten, CUR, Gouda, 1998.



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

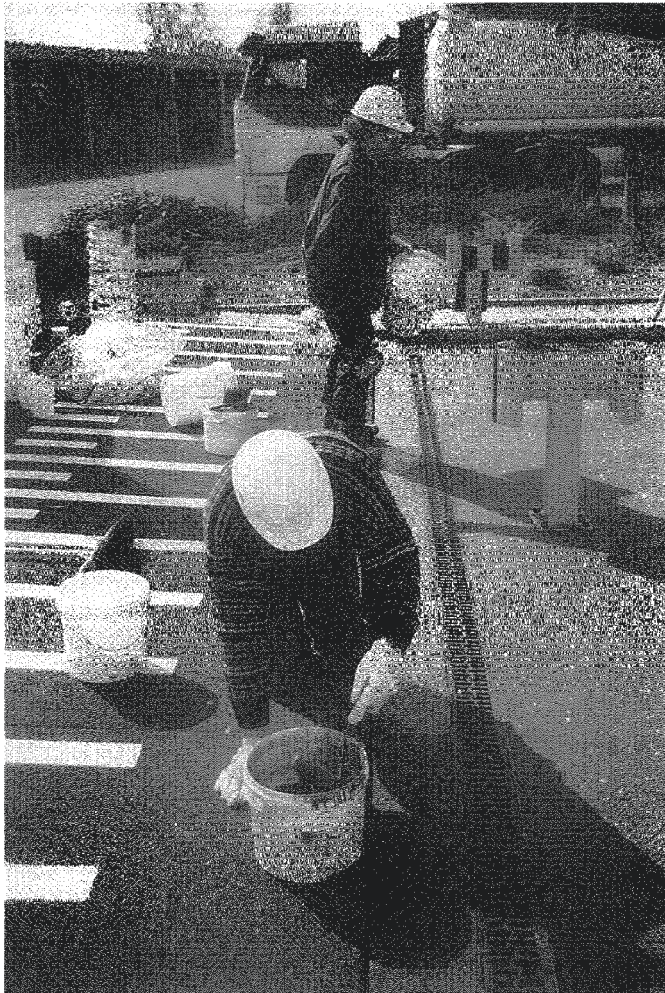
Bijlage 1

DEEL III

Keuze van bodembeschermende voorzieningen



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	



Met het doorlopen van het stappenplan NRB kan een keuze worden gemaakt voor bodembeschermende maatregelen of voorzieningen.



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 16: Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

Het volledig doorlopen van het Stappenplan NRB (hoofdstuk 3) leidt uiteindelijk tot een lijst van voorzieningen en/of maatregelen, eventueel aangevuld met monitoring, die in de gegeven situatie het vereiste niveau van bodembescherming bieden.

Het selecteren van de beste oplossing uit de vele mogelijkheden is vaak niet eenvoudig. In veel gevallen is een objectieve vergelijking tussen de verschillende alternatieven niet mogelijk. De ene voorziening kan bijvoorbeeld met veel meer onderzoeksgegevens worden onderbouwd dan de andere. Voor sommige toepassingen bestaan op maat gesneden richtlijnen, terwijl voor andere toepassingen zelfs geen algemeen geldende en geaccepteerde criteria beschikbaar zijn.

Voorkomen moet worden dat in dit stadium in het wilde weg een aantal voorzieningen en/of maatregelen worden vergeleken en vervolgens een ondoordachte keuze wordt gemaakt.

Als hulpmiddel is de Aandachtspuntenchecklist (APC) ontwikkeld. Daarmee zijn de uitgangspunten vast te leggen voor het op te stellen Programma van Eisen (hoofdstuk 3.1.1). Deze APC vormt de basis voor het te maken ontwerp en dient als hulpmiddel voor het maken en toetsen van de gekozen oplossing. Met de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen'[1] kan vervolgens een constructie worden gekozen die de voorkeur heeft. Met diezelfde tabel kan vervolgens een beoordeling op hoofdpunten worden uitgevoerd. De tabel geeft dan een indicatie voor het wel of niet hebben gekozen van de juiste voorziening. De terugkoppeling naar de geldende wet- en regelgeving en de gewenste bodemrisicocategorie maken deel uit van dit keuze-proces.

16.1 NIBV/PBV-TABEL CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Op basis van het ingevulde Programma van Eisen kan een keuze voor een bodembeschermende voorzieningen worden gemaakt. De volgende hulpmiddelen kunnen nuttig zijn bij het maken van die keuze:

> Kosten-batenanalyse

Een kosten-batenanalyse is het meest bekende gereedschap voor het maken van een keuze. In deze analyse worden alle aspecten die de keuze kunnen beïnvloeden, uitgedrukt in financiële termen. Veelal wordt per alternatief een analyse gemaakt van de investeringskosten en de exploitatiekosten.

> Cumulatief gekapitaliseerde kostprijsberekeningen

Dit type berekeningen maakt een objectieve vergelijking mogelijk van de kosten van de verschillende alternatieven gedurende een bepaalde periode. Uitgangspunt bij deze methode is dat de totale kosten van een aan te leggen constructie worden bepaald door:

- de stichtings- of aanlegkosten;
- de onderhoudskosten;
- de kosten door het falen van de constructie.

Het is vaak niet eenvoudig alle factoren die invloed hebben op de gekapitaliseerde kosten, vast te stellen. Met name de faalkans en faalkosten zijn onzekere factoren. Het kan daarom aantrekkelijk zijn de faalkosten in eerste instantie uit de berekening weg te laten.

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

> Multicriteria-analyse

In een multicriteria-analyse worden de verschillende alternatieven vergeleken aan de hand van de criteria/eisen aan het ontwerp. De kracht van deze methode is dat de alternatieven worden vergeleken op basis van zowel kwantitatieve criteria, kwalitatieve criteria als een combinatie van beide. Daarmee kunnen ook minder goed kwantificeerbare aspecten in de afweging worden meegenomen.

De te hanteren criteria vloeien voort uit het Programma van Eisen. In feite worden de verschillende alternatieven getoetst aan het Programma van Eisen.

Het moeilijkste onderdeel van de multicriteria-analyse is het vaststellen van het gewicht van de verschillende criteria. Dit is in belangrijke mate afhankelijk van degene die de beoordeling uitvoert. Er zijn verschillende methoden om uit de matrix het 'beste' alternatief vast te stellen. De uitkomst is mede afhankelijk van de gehanteerde methode.

Een handig hulpmiddel voor het maken van een snelle voorlopige keuze is de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen'. Deze tabel bevat een overzicht van de verschillende typen voorzieningen en materialen waarmee een categorie 1-voorziening kan worden gerealiseerd. Door typen voorzieningen en materialen te combineren, ontstaat een aantal mogelijke constructies. In de tabel is voor iedere constructie aangegeven hoe deze scoort op een aantal belangrijke punten uit het Programma van Eisen.

Bij het doorlopen van de NIBV/PBV-tabel moet de ingevulde Aandachtspuntenchecklist bij de hand worden gehouden, op basis waarvan:

- > Het toepassingsgebied wordt ingevuld.
Deze stap geeft aan welke regelgeving van toepassing is. Bij het toetsen van de gemaakte keuze aan regelgeving en uitgangspunten wordt hierop teruggekomen.
- > Het type bodembeschermende voorziening waarnaar de voorkeur uitgaat, wordt geselecteerd.
Deze stap maakt het mogelijk om op basis van gezond verstand een voorlopige keuze voor een type bodembeschermende voorziening te maken als uitgangspunt voor het verdere keuzeproces.
- > Het toe te passen materiaal waarnaar de voorkeur uitgaat, wordt geselecteerd.
- > Het type voorziening wordt geselecteerd.

In de betreffende kolom van de constructie is af te lezen of deze geschikt is voor het toepassingsgebied. Duidelijk wordt dan of de constructie op hoofdlijnen geschikt is of juist niet. Als blijkt dat de keuze niet geschikt is, zijn er twee mogelijkheden:

- > Zwak, zonodig in overleg met het bevoegd gezag, één of meer eisen in het Programma van Eisen af.
- > Kies voor een andere constructie en doorloop het stappenschema opnieuw.

Aan de hand van de NIBV/PBV-tabel 'Welke regelgeving bij bodembescherming' [2] kan worden bepaald of de gekozen constructie voldoet aan de regelgeving (vergunning of de geldende amvb). Onderstaande aandachtspunten komen overeen met de op de NIBV/PBV-tabel 'Constructies en materialen' vermelde aspecten, die kunnen helpen bij het maken van een weloverwogen keuze.

- > Het type bodembeschermende voorziening refereert aan de typen voorzieningen zoals toegelicht in hoofdstuk 2 van dit handboek.
- > De ondergrond refereert aan veel voorkomende materialen waarop de bodembeschermende voorziening kan worden aangebracht. Onderscheiden worden: zand, een ongebonden fundering, een



1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

cementgebonden ondergrond, een bitumengebonden ondergrond, een kunstharsgebonden ondergrond, een keramische ondergrond, een ondergrond van geomembranen, een houten en stalen ondergrond en een ondergrond die bestaat uit een categorie 2 bouwstof dan wel een bijzondere categorie bouwstof. In hoofdstuk 5 van dit handboek is dit nader beschreven.

- > De mechanische belasting verwijst naar de op te nemen belastingen, evenals de dynamische belasting of aslast dit doet.
- > Met de benodigde tijd wordt bedoeld de tijd die nodig is om de voorzieningen gebruiksklaar op te leveren, gerekend vanaf aanvang werkzaamheden op locatie tot en met de in gebruikname waarbij de verharding volop kan worden belast.
- > De vervormingscapaciteit geeft een indicatie van de op te nemen vervormingen, bijvoorbeeld door zettingen of grote temperatuurverschillen.
- > De minimale laagdikte geeft een indicatie van laagdikte waarmee ten minste rekening moet worden gehouden.

16.2 LIJST VAN REFERENTIEDOCUMENTEN

- 1 NIBV/PBV-tabel Constructies en materialen, NIBV, Woerden, 1997.
- 2 NIBV/PBV-tabel Wet- en regelgeving, NIBV, Woerden, 1997/01.



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

DEEL IV

Registers



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
	Bijlage 1



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording
Bijlage 1	

Hoofdstuk 17: Registers

17.1 INDEX

afdichting	14; 22; 67; 72
bovenafdichting	15; 81; 89
combinatieafdichting	89; 90
minerale afdichting	30; 85; 86; 88; 90
onderafdichting	14; 15; 79; 81; 89
agrarisch milieu	28; 44
asfalt	34; 35; 57; 58; 60
gietasfalt	57; 58; 60
walsasfalt	58; 59
asfaltbeton	57; 58; 62
aslast	27; 35
beddinggetal	37; 38
bedrijfsvloer	26; 46; 54
belasting	22; 26; 27; 35; 67
chemisch	13; 27; 41; 44; 64
fysisch	28; 44
mechanisch	13; 26
permanent	26
thermisch	13
veranderlijk	26
bentonietmat	78; 88; 89
bestek	23; 24
bitumen	41; 57; 58
bitumengebonden	22; 75
bitumineus membraan	62
capillaire absorptieproef	31; 45
CBR-waarde	36
cement	34; 43
cementgebonden	22; 43; 66; 75
coating	57; 64; 67; 69
combinatiedeklaag	57; 62
Darcy, wet van	85
dichtheid	
adequaat	47; 48
nominaal	47; 48
volledig	47; 48
dichtheidsklasse	47; 48
doorlatendheidscoëfficiënt	85



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

draagkracht	35
duurzaamheid	43; 44; 52; 77; 88; 89
eisenpiramide	21
elasticiteitsmodulus	35; 36; 38
folie	68; 77; 78; 79; 80; 81; 82; 83; 90
foliescherf	82
fundering	33; 34; 38
geocomposieten	78
geokunststoffen	78
geomembraan	22; 78
geotextielen	78; 89
gietvloer	64; 67; 70
grondverbetering	33
indringingsproef	31
keramisch systeem	72; 73; 74; 76
kunsthars	
acrylaat	64
epoxy	64; 74
polyester	64
polyurethaan	64
kunstharsgebonden	22; 64; 65; 66; 68
k-waarde	38
lekbak	16; 93
lekverlies	85; 87; 88; 90; 96
lining	78; 81
membraan	73
milieuklasse	44
NIBV/PBV-tabel	11; 13; 100
NRB Nederlandse Richtlijn Bodembescherming	11; 18
ondergrond	16; 33; 37; 65; 101
prefab	
elementen	53
voorzieningen	16; 93
proctorproef	35
reststoffenberging	15; 62; 86; 89
riolering	95
bedrijfsriolering	16; 30; 95
vrijvalriolering	97
rubber	82
staalvezelbeton	49
stappenplan	18; 108
sterkteklasse	43
stijfheidsmodulus	35



1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragere voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

stroefheid	67; 71
toeslagmateriaal	43
toetsing	23; 48
troffelvloer	64; 67; 70; 71
vergrotingsfactor	27
vlakheid	42; 70
vloeistofdichtheid	30; 31; 44; 46; 48; 96
vloeistofdichtheidsklasse	96; 97
voegafdichting	40
voegafmeting	40
voegprofiel	41; 42
water-cementfactor	44; 45
waterzuiveringsinstallatie	98
zandbentoniet	90
zettingsgedrag	35

17.2 LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1:	Reikwijdte van dit handboek
Figuur 1.2:	Relatie NRB - PBV-documenten
Figuur 2.1:	Legenda type voorziening
Figuur 2.2:	Enkelvoudige afdichting op vloerniveau
Figuur 2.3:	Enkelvoudige onderafdichting
Figuur 2.4:	Enkelvoudige afdichting op vloerniveau met een onderafdichting
Figuur 2.5:	Meervoudige onderafdichting (dezelfde materialen)
Figuur 2.6:	Meervoudige onderafdichting (verschillende materialen)
Figuur 2.7:	Enkelvoudige bovenafdichting
Figuur 2.8:	Bovenafdichting in het kader van het Stortbesluit Bodembescherming
Figuur 2.9:	Meervoudige onder- en bovenafdichting in het kader van het Stortbesluit Bodembescherming
Figuur 2.10:	Verticale schermen met een ondoordringbare laag
Figuur 2.11:	Prefab voorzieningen
Figuur 2.12:	Opvang/opslag- en calamiteitenbassin
Figuur 2.13:	Bedrijfsrioleringen
Figuur 2.14:	Bovengrondse opslagtanks
Figuur 2.15:	Ondergrondse opslagtanks
Figuur 3.1:	Het ontwerpproces
Figuur 3.2:	Eisenpiramide
Figuur 3.3:	Prestatie-eisen voor verschillende materialen
Figuur 6.1:	Opbouw constructie
Figuur 6.2:	Maatgevende vervormingen
Figuur 6.3:	Verband tussen de k-waarde (plaatdiameter 760 mm) en de CBR-waarde volgens Middlebrooks en Bertram



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

- Figuur 8.1: Permeabiliteit en porositeit
- Figuur 8.2: Bedrijfsvloeren en -verhardingen: typen I t/m V met positie van de krimpvoegen, wapening en voorspanning
- Figuur 8.3: Uitzetvoeg met deuvels en voegvulmassa in een betonverharding
- Figuur 8.4: Krimpvoeg voorzien van bitumineuze voegvulmassa, rugvulling en voegkoord
- Figuur 8.5: Constructievoeg voorzien van bitumineuze voegvulmassa en rugvulling
- Figuur 8.6: Uitzetvoeg in een betonverharding met geringe belasting
- Figuur 8.7: Vloeistofdichte aansluiting van een prefab goot met een elementenverharding
- Figuur 8.8: Vloeistofdichte aansluiting van een prefab opsluitband met een elementenverharding
- Figuur 8.9: Vloeistofdichte aansluiting van een prefab opsluitband met een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen
- Figuur 8.10: Vloeistofdichte aansluiting van een prefab goot met een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen
- Figuur 8.11: Vloeistofdichte inbouw van een prefab goot in een ter plaatse gestorte vloer of verharding
- Figuur 8.12: Schematische opbouw van een vloeistofdichte betonverharding
- Figuur 8.13: Vloeistofdichte voeg in een elementenverharding
- Figuur 8.14: Vloeistofdichte voeg in een verharding bestaande uit prefab (industrie)platen
- Figuur 8.15: Randconstructie van een vloeistofdichte verharding in ter plaatse gestort beton
- Figuur 8.16: Uitvoeringsfasen van een vloeistofdichte krimpvoeg
- Figuur 8.17: Correct voegenpatroon (hoeken $\geq 90^\circ$) in een scheve aansluiting van een kruising (links) en schuine beëindiging (rechts)
- Figuur 8.18: Correct voegenpatroon (hoeken $\geq 90^\circ$) in een scheve aansluiting van betonverhardingen (links) en ter plaatse van een kolom in een bedrijfsvloer (rechts)
- Figuur 8.19: Koppeling van de buitenste platen bij betonverhardingen met een lengte groter dan ca. 20 à 25 m. d.m.v. wapeningsnetjes of koppelstaven
- Figuur 8.20: Verzwaring van een berijdbare rand van een ongewapende betonverharding
- Figuur 9.1: Detail eindafwerking van een dilatatievoeg in een bedrijfsvloer waarbij gebruikt wordt gemaakt van een stalen hoekprofiel
- Figuur 9.2: Aansluiting wand met opstandstroken
- Figuur 9.3: Detail zuurbakbekleding
- Figuur 9.4: Keramische dilatatievoeg
- Figuur 9.5: Aansluiting wanden met gietasfalt
- Figuur 9.6: Keramische goot met rooster
- Figuur 10.1: Verschillende soorten impregnering
- Figuur 10.2: Detail hoekoplossing bij een niet doorgaande vloer
- Figuur 10.3: Detail hoekoplossing bij doorgaande vloeren
- Figuur 10.4: Detail aansluiting bij paneelwanden
- Figuur 10.5: Detail voorbehandeling beschadiging
- Figuur 10.6: Detail hoekoplossing
- Figuur 10.7: Detailoplossing bij een niet beweegbare scheur
- Figuur 10.8: Details voor eindafwerking troffelvloer
- Figuur 11.1: Legpatroon richting afvoerpunt
- Figuur 11.2: Hoekoplossing (inkassing)



1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Draggers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

- Figuur 11.3: Voeg keramische tegels
 Figuur 11.4: Hoekoplossing
 Figuur 11.5: Randoplossing
 Figuur 11.6: Randafwerking
 Figuur 12.1: Indeling geokunststoffen
 Figuur 12.2: Heipaaldoorvoer
 Figuur 12.3: Schuifconstructie folie aan betonwand
 Figuur 12.4: Schuifconstructie folie aan betonwand
 Figuur 12.5: Heipaaldoorvoer
 Figuur 12.6: Klemconstructie
 Figuur 13.1: Combinatieafdichting van een zandbentoniet-polymeergel en geotextiel ten behoeve van een tankpark gesitueerd op een betonnen verharding en omgeven door een betonnen keerwand
 Figuur 13.2: Combinatieafdichting van een zandbentoniet-polymeergel en geotextiel. Details van doorvoer van een leiding (boven) en de voet van een talud (onder)
 Figuur 13.3: Combinatieafdichting van een zandbentoniet polymeergel en geotextiel. Detaillering van de doorvoer van een heipaal
 Figuur 13.4: Type bentonietmatten
 Figuur 14.1: Prefab opslagcontainer met tussenliggende roostervloer
 Figuur 14.2: Vatenopslag met tapmogelijkheid
 Figuur 14.3: Prefab opslagkast (CPR)
 Figuur 14.4: Opslagcontainer
 Figuur 14.5: Prefab opvangvoorziening met lekbak

17.3 LIJST VAN TABELLEN

- Tabel 3.1: Bodemrisicocategorie volgens de NRB
 Tabel 4.1: Minimale waarden van gelijkmatig verdeelde belastingen op vloeren
 Tabel 4.2: Mobiele belastingen versus belastingklasse
 Tabel 4.3: Wiellasten van heftrucks bij verschillende hefvermogens
 Tabel 4.4: Voorbeeld productinformatieblad
 Tabel 6.1: Enkele richtwaarden voor verschillende grondeigen-schappen
 Tabel 6.2: Elasticiteitsmodulus E_{dyn} van verschillende funde-ringsmateri-alen
 Tabel 8.1: Milieuklassen volgens VBT 1995
 Tabel 8.2: Grenswaarden voor schadelijke stoffen overeenkomstig NEN 5996
 Tabel 8.3: Belangrijke kenmerken van de 5 typen 'op staal' gefundeerde betonnen bedrijfsvloeren en -verhardingen
 Tabel 8.4: Classificering van dichtheidscriteria voor betonnen beschermingssystemen
 Tabel 8.5: Toetsingscriteria voor vloeistofdichte betonconstructies
 Tabel 8.6: Wapeningspercentage scheurbeheersing bij beton onder trek
 Tabel 8.7: Kritische scheurwijdte voor doorgaande niet bewegende scheuren ($D_w=0$) en bewegende scheuren ($D_w>0$) in waterdichte betonconstructies
 Tabel 9.1: Kwaliteitsklassen gietasfalt

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 10.1: Scheurbehandeling

Tabel 10.2: Indeling ADR-klassen

Tabel 10.3: Droge methoden voor het reinigen van de ondergrond

Tabel 10.4: Natte methoden voor het reinigen van de ondergrond

Tabel 10.5: Belastingen versus kunstharsgebonden systemen



1 Inleiding

**2 Typen bodem-
beschermende
voorzieningen**

**3 Het ontwerp-
proces**

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

**6 Dragers voor bo-
dembeschermende
voorzieningen**

7 Voegafdichtingen

**8 Cementgebonden
constructies**

**9 Bitumineuze
constructies**

**10 Kunstharsgebonden
vloersystemen**

**11 Keramische
tegelsystemen**

**12 Kunststof
foliesystemen**

**13 Minerale
afdichtingen**

**14 Niet materiaal-
gebonden prefab
voorzieningen**

15 Bedrijfsrioleringen

**16 Voorlopige keuze
uit mogelijke
voorzieningen**

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Hoofdstuk 18: Verantwoording

Voor het tot stand brengen van dit handboek werd een begeleidingscommissie en zes werkgroepen ingesteld. Werkgroep 1 heeft invulling gegeven aan hoofdstuk 8 (beton), werkgroep 2 aan hoofdstuk 9 (asfalt), werkgroep 3 heeft de basis gelegd voor hoofdstuk 10 (coatings), werkgroep 4 richtte zich op de keramische afdichtingen (hoofdstuk 11), werkgroep 5 heeft hoofdstuk 12 (kunststof foliesystemen) tot stand gebracht en werkgroep 6 hoofdstuk 13 (minerale afdichtingslagen). Op het moment van verschijnen van dit handboek waren de werkgroepen als volgt samengesteld:

Werkgroep 1 is als volgt samengesteld:

ing. P. de Vries (voorzitter t/m sep. 1998)	ENCI N.V.
ir. G. Chr. Bouquet (voorzitter vanaf okt. 1998)	ENCI N.V.
M.J. van Berlo	VTV/Van Berlo Bedrijfsvloeren
ir. M. Bergijk	Oranjewoud Infragroep
ir. J.M.H.J. Smit (coördinator)	Stichting CUR
ing. J.S. Groenveld (rapporteur)	Ingenieursbureau Westenberg

Met betrekking tot de constructief gewapende vloeren is overleg gevoerd met:

ir. D.M. Alsem ci	Aronsohn Raadgevende Ingenieursbureau
ir. P. de Jong	Bureau Hageman

Werkgroep 2 is als volgt samengesteld:

ir. H. Roos (voorzitter)	VBW-Asfalt
A. Crocké (corresponderend lid)	Bruil Specialistische Bouwtechnieken
ir. R.W.M. Naus	Vermeer Infrastructuur
ir. J.M.H.J. Smit (coördinator)	Stichting CUR
ing. J.S. Groenveld (rapporteur)	Ingenieursbureau Westenberg

Werkgroep 3 is als volgt samengesteld:

H.P. Burger (voorzitter)	Federatie van Afbouwbedrijfschappen
ing. J.T. Dobbelsteen	VTV/DRT Vloer- en Betonbehandeling
G.A. van Goor	VTV/Vloertechniek Hoogeveen
ir. J.M.H.J. Smit (coördinator)	Stichting CUR
J.S. Groenveld (rapporteur)	Ingenieursbureau Westenberg

Werkgroep 4 is als volgt samengesteld:

H.F.M. Haukes (voorzitter)	NIBV
ir. P.P.J. Lahaye	Informatie en Advies Centrum Tegel (IACT)
A. Verhijde	Eurocol
ir. J.M.H.J. Smit (coördinator)	Stichting CUR
ing. J.S. Groenveld (rapporteur)	Ingenieursbureau Westenberg



1	Inleiding
2	Typen bodem- beschermende voorzieningen
3	Het ontwerp- proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Bijlage I: Aandachtspuntenchecklist voor het opstellen van een programma van eisen voor realisatie van een bodembeschermende voorziening

Deze Aandachtspuntenlijst vormt een hulpmiddel voor het opstellen van een programma van eisen voor alle bodembeschermende voorzieningen zoals vloeren, wanden, ondergrondse foliesystemen en minerale afdichtingen. Deze Aandachtspuntenchecklist bestaat uit twee tabellen:

- > tabel 1: Stappenplan NRB;
- > tabel 2: Aandachtspuntenchecklist opstellen Programma van Eisen bodembeschermende voorzieningen.

In tabel 1 is het stappenplan uit de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) in tabelvorm weergegeven. Het doorlopen van dit stappenplan is een noodzakelijke voorwaarde voor een onderbouwde keuze van bodembeschermende maatregelen en/of voorzieningen.

Deze Aandachtspuntenchecklist is uitsluitend bedoeld voor effectgerichte bodembeschermende voorzieningen. Een onderbouwde keuze voor een effectgerichte aanpak is pas mogelijk wanneer de stappen 1 t/m 7 uit het stappenplan NRB zijn doorlopen en specifieke resultaten hebben opgeleverd. Dit impliceert dat een aantal aandachtspunten zeker van toepassing is. Deze punten zijn in de tabel reeds aangekruist. Bij de overige aandachtspunten moet worden aangekruist of deze wel of niet van toepassing zijn.

Tabel 2 is de eigenlijke Aandachtspuntenchecklist voor het opstellen van een programma van eisen voor bodembeschermende voorzieningen.

In deze tabel moet worden aangekruist of de genoemde punten wel of niet van toepassing zijn. In de kolom 'specificatie' kan verwezen worden naar documenten die de aspecten uitvoeriger beschrijven of bijvoorbeeld minimum- en maximumwaarden opnemen.



1	Inleiding
2	Typen bodembeschermende voorzieningen
3	Het ontwerp-proces
4	Belastingen
5	Vloeistofdichtheid
6	Dragers voor bodembeschermende voorzieningen
7	Voegafdichtingen
8	Cementgebonden constructies
9	Bitumineuze constructies
10	Kunstharsgebonden vloersystemen
11	Keramische tegelsystemen
12	Kunststof foliesystemen
13	Minerale afdichtingen
14	Niet materiaalgebonden prefab voorzieningen
15	Bedrijfsrioleringen
16	Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen
17	Registers
18	Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 1: Stappenplan NRB

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
X		1	BODEMBEDREIGENDE ACTIVITEIT (stap 1 NRB) Activiteit of stof komt voor in één van de onderstaande tabellen/lijsten:			
		1.1	NRB, tabel 3.2			
		1.2	NRB, bijlage I, lijst 1			
		1.3	NRB, bijlage I, lijst 2			
		2	WET- EN REGELGEVING (stap 2 t/m 5 NRB) Activiteit of inrichting valt onder één van de onderstaande regelingen:			
		2.1	Ivb (stap 2 NRB)			
		2.2	AmvB Wbb (stap 3 NRB)			
		2.3	AmvB Wm (stap 4 NRB)			
		2.4	Nadere eis in AmvB (stap 5 NRB)			
		3	PROVINCIALE MILIEUVERORDENING (stap 6 NRB)			
		3.1	Inrichting ligt in een grondwaterbeschermingsgebied			
X		4	BODEMRISICOCATEGORIE (stap 7 NRB)			
		4.1	Bodemrisicocategorie B			
		4.2	Bodemrisicocategorie C			
X		5	AANPAK			
		5.1	Brongerichte aanpak (valt buiten het kader van dit handboek)			
X		5.2	Effectgerichte aanpak	Tabel 2		
		5.3	Monitoring (valt buiten het kader van dit handboek)			

1 Inleiding

2 Typen bodem- beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp- proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo- dembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal- gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Tabel 2: Aandachtspuntenchecklist opstellen programma van eisen bodembeschermende voorzieningen
Deze lijst per voorziening invullen.

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		1	ONDERGROND			
		1.1	SOORT EN TYPE ONDERGROND			
		1.1.1	Zand			
		1.1.2	Ongebonden fundering			
		1.1.3	Cementgebonden			
		1.1.4	Bitumengebonden			
		1.1.5	Kunstharsgebonden			
		1.1.6	Keramiek			
		1.1.7	Geomembranen (geotextielen, kunststof foliesystemen)			
		1.1.8	Minerale afdichtingslaag			
		1.1.9	Hout			
		1.1.10	Staal			
		1.1.11				
		1.2	MECHANISCHE STERKTE VAN DE ONDERGROND			
		1.2.1	Draagvermogen van de ondergrond			
		1.2.2	Bezwijkdraagvermogen			
		1.2.3	Vormveranderingsdraagvermogen			
		1.2.4	Samenstelling			
		1.2.5	Verdichting			
		1.2.6	Zettingsgevoeligheid			
		1.2.7				
		1.3	GRONDWATERSTAND			
		1.3.1	Waterdampdiffusie			
		1.3.2	Grondvocht			
		1.3.3	Variatie in de grondwaterstand			
		1.3.4	Drukkend of niet drukkend water			
		1.3.5	Optrekkend vocht			
		1.3.6				
		1.4	RAPPORTAGE BODEMONDERZOEK			
		1.4.1	Aanwezige bodemverontreinigende stoffen			
		1.4.2	Saneringsvoorstellen -aanpak			
		1.4.3				
		1.5	AANVULLEND GRONDMECHANISCH ONDERZOEK			
		1.5.1	Grondwerk dieper dan 1 meter heeft plaatsgevonden			
		1.5.2				

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		1.6	OVERIGE ASPECTEN			
		1.6.1	Eigen gewicht van de constructie			
		1.6.2	Hoeveelheid wapening			
		1.6.3	Wijze van funderen			
		1.6.4	Huidige onderhoudstoestand			
		1.6.5	Aanlegniveau			
		1.6.6	Verhang			
		1.6.7	Compartimentering			
		1.6.8	Vorm van compartimentering			
		1.6.9	Afrondingen aan de voet van taluds en bovenop kadelichamen			
		1.6.10	Hellingen van taluds			
		1.6.11				
		2	BELASTINGEN/GEWENSTE EIGENSCHAPPEN			
		2.1	MECHANISCHE BELASTINGEN			
		2.1.1	Statische belasting(en)			
		2.1.2	Dynamische belasting(en)			
		2.1.3	Schokbelasting(en)			
		2.1.4	Stootbelasting(en)			
		2.1.5	Puntbelasting(en)			
		2.1.6				
		2.2	GEWENSTE MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN			
		2.2.1	Hardheid			
		2.2.2	Buigsterkte			
		2.2.3	Hechtsterkte			
		2.2.4	Indrukdiepte / spoorvorming			
		2.2.5	Elasticiteit / vouwbaarheid			
		2.2.6	Zelfherstellend vermogen			
		2.2.7	Drukvervorming			
		2.2.8	Buigzaamheid			
		2.2.9	Slag- of stootvastheid			
		2.2.10	Stroefheid			
		2.2.11	Vlakheid			
		2.2.12	Weerstand tegen doorponsing			
		2.2.13	Reksterkte			
		2.2.14	Weerstand tegen worteldoorgroei			
		2.2.15	Weerstand tegen knaagdieren			
		2.2.16	Biaxiale rek-/scheurweerstand			
		2.2.17	sterkte van verbinding / lassen			
		2.2.18	sterkte van constructie			
		2.2.19				

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		2.3	CHEMISCHE BELASTINGEN			
		2.3.1	Specificatie van de chemische belastingen (aard/karakter)			
		2.3.2	Concentratie (hoeveelheid)			
		2.3.3	Temperatuur			
		2.3.4	Tijdsduur van de chemische belasting			
		2.3.5	Dooizouten			
		2.3.6				
		2.4	VLOEISTOFDICHTHEID			
		2.4.1	Maximale vloeistofindringing			
		2.4.2	Permeabiliteit			
		2.4.3	Ontwerpcriterium			
		2.4.4	Beproevingscriterium			
		2.4.5				
		2.5	THERMISCHE BELASTINGEN			
		2.5.1	Binnentemperatuur			
		2.5.2	Buitentemperatuur			
		2.5.3	Invloed van UV-straling			
		2.5.4	Minimumtemperatuur			
		2.5.5	Maximumtemperatuur			
		2.5.6				
		2.6	GEWENSTE THERMISCHE EIGENSCHAPPEN			
		2.6.1	Warmtegeleiding			
		2.6.2	Warmte-indringing			
		2.6.3	Thermische isolatie			
		2.6.4	Bestandheid tegen temperatuurwisselingen			
		2.6.5	Ontvlambaarheid / ontbrandingstemperatuur			
		2.6.6	'Vuurgeleiding' en rookontwikkeling			
		2.6.7	Brandvertraging / brandwerendheid			
		2.6.8	Onbrandbaarheid			
		2.6.9	Vries-dooibestandheid			
		2.6.10	Bestand tegen UV-straling			
		2.6.11				
		2.7	GEWENSTE GELUIDWERENDE EIGENSCHAPPEN			
		2.7.1	Geluidsisolatie (contact- en luchtgeluid)			
		2.7.2	Geluidsabsorptie			
		2.7.3				

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		2.8	GEWENSTE ELEKTRISCHE EIGENSCHAPPEN			
		2.8.1	Mogelijkheid voor elektrische isolatie			
		2.8.2	Elektrische geleiding			
		2.8.3	Bestandheid tegen kruipstromen			
		2.8.4	Doorgangsweerstand			
		2.8.5	Oppervlakteweerstand			
		2.8.6	Vonkvorming			
		2.8.7				
		2.9	GEWENSTE VORMVASTHEID			
		2.9.1	Maatvastheid			
		2.9.2	Toleranties			
		2.9.3				
		2.10	STOFONTWIKKELING			
		2.10.1	Stofafgifte			
		2.10.2				
		2.11	OVERIGE ASPECTEN			
		2.11.1	Bestandheid tegen verkleuring			
		2.11.2	Mogelijkheid voor kleurgeving			
		2.11.3	Bestandheid tegen vandalisme			
		2.11.4	Bacteriewerendheid			
		2.11.5	Afgifte van geur en/of schadelijke stoffen			
		2.11.6	Toelaatbare en/of gewenste laagdikte			
		2.11.7	Uitvoeringsperiode (zomer, winter, dag of nacht)			
		2.11.8	Uitvoeringstermijn (tijdsduur)			
		2.11.9	Naadloze uitvoering of voegen / lassen			
		2.11.10	Beschikbare ruimte voor verwerking			
		2.11.11	Beschikbare ruimte voor opslag			
		2.11.12	Mogelijkheden voor afschot			
		2.11.13	Aansluitingen			
		2.11.14	Mogelijkheden voor ventilatie en/of dampafvoer			
		2.11.15				
		2.12	BLUSSYSTEEM			
		2.12.1	Automatische sprinkler-installatie			
		2.12.2	Automatische deluge-installatie			
		2.12.3	Automatische gasblus-installatie			
		2.12.4	Lokale brandweer met droog deluge-systeem			
		2.12.5	Automatische hi-ex-installatie			
		2.12.6	Bedrijfsbrandweer met handbediende deluge-installatie			
		2.12.7	Bedrijfsbrand-weer met deluge-installatie			
		2.12.8	Bedrijfsbrandweer met ter plaatse blussysteem			
		2.12.9				

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragere voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		2.13	PRODUCTOPVANG / BLUS-WATEROPVANGVOORZIENING			
		2.13.1	Containment in opslagplaats / compartimentering			
		2.13.2	Kelder onder opslagplaats			
		2.13.3	Kelder buiten opslagplaats			
		2.13.4	Geheel of gedeeltelijk bovengronds gelegen bassin			
		2.13.5	Voegen en voegovergangen			
		2.13.6				
		2.14	OVERIGE VOORZIENINGEN			
		2.14.1	Kabel-/leidinggoten			
		2.14.2	Waterafvoer			
		2.14.3	Bedrijfsriolering			
		2.14.4	Beveiliging tegen explosiegevaar			
		2.14.5	Waterzuiveringsinstallatie			
		2.14.6	Elektrotechnische of mechanische voorzieningen			
		2.14.7	Bouwkundige elementen			
		2.14.8	Vloeistofkeringen			
		2.14.9	Aansluitingen en doorvoeringen			
		2.14.10	Roosters			
		2.14.11	Overige (nader te specificeren)			
		2.14.12				
		2.15	MONITORING			
		2.15.1	Controlemogelijkheden op functioneren			
		2.15.2				
		2.16	MOGELIJKHEDEN VOOR HERGEBRUIK BOUWSTOFFEN			
		2.16.1	Bouwstoffen die zich makkelijk laten herverwerken			
		2.16.2				
		2.17	DIVERSEN NADER TE SPECIFICEREN			
		2.17.1	Multifunctionaliteit (meerdere functies)			
		2.17.2	Onderhoudsaspecten			
		2.17.3	Onderhoudskosten			
		2.17.4	Levensduur			
		2.17.5	Stagnatie in bedrijfsprocessen			
		2.17.6	Garantie-eisen			
		2.17.7	Veiligheidsmaatregelen			
		2.17.8				

1 Inleiding

2 Typen bodem-beschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

Van toepassing		Aandachtspunten		Specificatie	Akkoord	
Ja	Nee	Nr.	Omschrijving		Ja	Nee
		3	WIJZE VAN BEHEER EN ONDERHOUD			
		3.1	REINIGING			
		3.1.1	Met de hand			
		3.1.2	Machinaal			
		3.1.3	Natte reiniging			
		3.1.4	Droge reiniging			
		3.1.5	Stoomreiniging			
		3.1.6	Reiniging onder hoge druk			
		3.1.7				
		3.2	INSPECTIE			
		3.2.1	Visueel			
		3.2.2	Destructief			
		3.2.3	Metingen			
		3.2.4				
		3.3	ONDERHOUD			
		3.3.1	Toestandsafhankelijk			
		3.3.2	Storingsafhankelijk			
		3.3.3	Gebruiksafhankelijk			
		3.3.4				
		3.4	FINANCIEN			
		3.4.1	Budget voor aanlegkosten			
		3.4.2	Budget voor onderhoudskosten			
		3.4.3	Verhouding aanleg-/onderhoudskosten			
		3.4.4				

1 Inleiding

2 Typen bodem-
beschermende
voorzieningen

3 Het ontwerp-
proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bo-
dembeschermende
voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden
constructies

9 Bitumineuze
constructies

10 Kunstharsgebonden
vloersystemen

11 Keramische
tegelsystemen

12 Kunststof
foliesystemen

13 Minerale
afdichtingen

14 Niet materiaal-
gebonden prefab
voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze
uit mogelijke
voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1

www.sikb.nl

Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR)

CUR richt zich op ontwikkeling, vergaring en overdracht van kennis en ervaring op het brede gebied van de civiele techniek. De kennis is van belang voor de bouw, zowel voor het bedrijfsleven als voor de bij de bouw betrokken overheden, alsook voor onderwijs, onderzoek en wetenschap. Voorts is karakteristiek voor CUR:

- aansturing door publieke en private marktpartijen die om kennis vragen,
- financiering door belanghebbenden (kennisvragers, ontwikkelaars en eindgebruikers),
- precompetitief, gezamenlijke uitvoering van projecten, begeleiding door commissies, breed draagvlak voor resultaten,
- koppeling tussen onderzoek, bouwvoorschriften, normering en certificering voor effectieve en efficiënte toepassing van onderzoekresultaten,
- netwerk van ruim 1500 deskundigen op het gebied van materialen en constructies, betonbouw, metselwerk, waterbouw, geotechniek, funderingstechniek, baggeren, milieu, natuurbouw, informatietechnologie, enzovoort,
- inhoudelijke en organisatorische ondersteuning van grootschalige programma's, zoals het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV), het Centrum Immobilisatie (CIM) en het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) en de ICES-investeringsprogramma's Stichting Kennisontwikkeling en Kennisoverdracht Bodem (SKB) en Habiforum, expertisenetwerk voor meervoudig ruimtegebruik.

CUR

Büchnerweg 1
Postbus 420, 2800 AK Gouda
Telefoon: 0182 - 540600
Telefax: 0182 - 540601
E-Mail: cur@cur.nl
Internet: <http://www.bouwweb.nl/>

Plan Bodembeschermende Voorzieningen

Het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV) is een samenwerkingsverband van:

- CUR: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving;
- NIBV: Nederlands Informatiecentrum Bodembeschermende Voorzieningen; de vereniging van aannemers, adviseurs en leveranciers op dit gebied;
- KiWA: certificatie en keuring.

Het PBV heeft tot doel technische grondslagen (in de vorm van CUR/PBV-Aanbevelingen en Kiwa/PBV-Bedoelingsrichtlijnen) te ontwikkelen voor het ontwerp, de uitvoering en het beheer en onderhoud van bodembeschermende voorzieningen, inclusief bedrijfsrioleringen.

Integraal onderdeel van het PBV is kennisoverdracht naar betrokkenen, zowel naar vergunningverlenende en handhavende overheden als naar vergunningplichtigen en het bedrijfsleven.

PBV

Büchnerweg 1
Postbus 420, 2800 AK Gouda
Telefoon: 0182 - 540630
Telefax: 0182 - 540621
E-mail: ilona.vdvoorden@cur.nl
Internet: <http://www.cur.nl/pbv>

1 Inleiding

2 Typen bodembeschermende voorzieningen

3 Het ontwerp-proces

4 Belastingen

5 Vloeistofdichtheid

6 Dragers voor bodembeschermende voorzieningen

7 Voegafdichtingen

8 Cementgebonden constructies

9 Bitumineuze constructies

10 Kunstharsgebonden vloersystemen

11 Keramische tegelsystemen

12 Kunststof foliesystemen

13 Minerale afdichtingen

14 Niet materiaal-gebonden prefab voorzieningen

15 Bedrijfsrioleringen

16 Voorlopige keuze uit mogelijke voorzieningen

17 Registers

18 Verantwoording

Bijlage 1