

TNO-rapport

Div499. 1098

(vorige versie 795/'92)

TNO Industrie

**Divisie Materiaaltechnologie
De Wielen 6
Postbus 6235
5600 HE EINDHOVEN**

**Telefoon 040 2650300
Fax 040 2650301**

**Divisie Productonderzoek
Schoemakerstraat 97
Postbus 6031
2600 JA DELFT**

**Telefoon 015 2696533
Fax 015 2566308**

PROTOCOLLEN VOOR HET TOEPASSEN VAN KUNSTSTOF GEOMEMBRANEN TEN BEHOEVE VAN BODEMBESCHERMING

Deel II Aanleg en acceptatie

Datum
Augustus 1999

Herzien door
J. Breen

Projectnummer
007.40177

Oprachtgever
Plan Bodembeschermende Voorzieningen

Aansprakelijkheid

TNO 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 TNO 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 TNO en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Bestelwijze

Extra exemplaren van dit rapport kunnen besteld worden door overmaking van f 30,- op bankrekening 515911291 t.n.v. TNO Industrie, onder vermelding van "Protocollen geomembranen, Deel II", Rapport DIV499.1098

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
VOORWOORD (VERSIE 1999)	4
1 INLEIDING	6
2. UITVOERING	7
2.1 INLEIDING	7
2.2 DOCUMENTATIE BIJ REALISATIE	7
2.3 AFLEVERING FOLIE EN TIJDELIJKE OPSLAG TER PLAATSE	8
2.4 ACCEPTATIE VAN HET GRONDWERK	9
2.5 UITROLLEN VAN DE FOLIE	9
2.6 ONDERLING VERBINDEN VAN DE FOLIEBANEN	10
2.6.1 <u>Geometrie van de verbindingen</u>	11
2.6.2 <u>Lasmethoden</u>	13
2.6.3 <u>Voorbereiding</u>	20
2.7 LASAPPARATUUR	22
2.7.1 <u>Heetelementapparatuur voor lange lassen</u>	22
2.7.2 <u>Extrusie- en heetgasapparatuur voor het uitvoeren van detailwerk van reparaties</u>	23
2.8 PROEFLASSEN	24
2.8.1 <u>Beoordeling van het uiterlijk en de geometrie</u>	24
2.8.2 <u>Bepaling van de mechanische eigenschappen</u>	25
2.8.3 <u>Beoordeling proeflassen</u>	25
2.9 LASSEN IN HET VELD	26
2.9.1 <u>Visuele controle</u>	27
2.9.2 <u>Afdichting kanaallas door afpersen van het kanaal</u>	28
2.9.3 <u>Afdichting enkele las</u>	29
2.9.4 <u>Lekdichtheidsbeproevingen</u>	30
2.10 DOORVOEREN, RANDAFWERKINGEN EN ANDERE DETAILS	32
2.11 ONGUNSTIGE WERKOMSTANDIGHEDEN	36
2.12 REPARATIEMETHODEN	36
2.13 AANVULLEN GELASTE FOLIEBANEN	38
2.14 DOCUMENTATIE BIJ DE AANLEG	38

3	KWALITEITSBORGING	39
3.1	KWALITEITSSYSTEEM	39
3.2	EISEN AAN DE VERLEGGER	39
3.2.1	<u>Productspecificaties</u>	39
3.2.2	<u>Toetsing en zonodig correctie productkwaliteit</u>	40
3.2.3	<u>Kwalificatie personeel</u>	41
3.3	EISEN AAN DE CONTROLERENDE INSTANTIE	41
4.	ANDERE TOEPASSINGEN	42
4.1	MATERIAALKEUZE	42
4.2	MATERIAALCONTROLE	44
4.2	UITVOERING	45
5	VERKLARENDE WOORDENLIJST	46
6	REFERENTIES	49

VOORWOORD (VERSIE 1999)

De basiseisen voor de isolerende voorziening op basis van geomembranen zijn vastgelegd in de "Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu". Deze richtlijn wordt verder aangeduid met "Richtlijn Geomembranen"¹. In deze richtlijn wordt uitgegaan van het grondbeginsel, dat de stort- of opslagplaats, waarvan de isolerende voorziening een onderdeel vormt moet voldoen aan de zogenoemde IBC-criteria (I_soleren, B_eheersen, C_ontroleren) met het doel behoud van bodemkwaliteit. Van geval tot geval zal op grond van de bodembedreigende situatie beoordeeld moeten worden welk beschermingsniveau vereist wordt. In de Richtlijn zijn functionele eisen gespecificeerd voor de constructie van de isolerende voorziening.

Deze functionele eisen resulteren in basiseisen aan het foliemateriaal, waaruit het geomembraan bestaat, en aan de aanleg. De "Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming" gaan in op de basiseisen aan het foliemateriaal en op het verbinden van foliebanen onderling en van foliebanen met doorvoeren en andere details, die bepalend zijn voor het beschermingsniveau van de constructie. Deel I is gewijd aan de materialen voor stortplaatsen en deel II aan de aanleg en de acceptatie van de voorziening. Verder wordt in deel II een algemene leidraad gegeven voor het toepassen van vloeistofdichte kunststof folies.

De protocollen hebben het karakter van een handleiding op grond waarvan een verantwoorde materiaalkeuze kan worden gedaan voor een bepaalde toepassing. Verder worden methoden aangegeven, waarmee kan worden aangetoond, dat aan de Richtlijn Geomembranen wordt voldaan.

De protocollen zijn bestemd voor alle instanties, die betrokken zijn bij het toepassen van geomembranen als vloeistofdichte laag. De protocollen kunnen in combinatie met de Richtlijn Geomembranen worden gebruikt voor bodembescherming op bedrijfsterreinen. Daarbij is de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB)² van toepassing. In NRB is in paragraaf 6.7 specifiek aandacht besteed aan geomembraansystemen.

Hoewel in de NRB enkele andere begrippen worden gehanteerd dan in de Richtlijn Geomembranen, zijn er geen fundamentele inhoudelijke verschillen. Vloeistofdichtheid is de tegenhanger van doorlatendheid, inspectie en onderhoud zijn vervangend voor beheersen en controleren, terwijl levensduur synoniem is voor duurzaamheid.

De onderliggende protocollen vormen een herziening van de "Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming", versie 1992; TNO rapport nr. 794/'92 en nr. 795/'92, en werden opgesteld in opdracht van Ministerie VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer in het kader van PBV (Plan Bodembeschermende Voorzieningen, fase 11). Als coördinator fungeerde Ing. P.A. Ruardi van VROM. Tot de herziening werd besloten op grond van signalen uit de praktijk. De las- en controlemethoden zijn geëvolueerd. Hiernaast zijn een aantal detailoplossingen uitgekristalliseerd en heeft er een ontwikkeling in de toe te passen materialen plaatsgevonden. NGO en NIL hebben met managementondersteuning van PMP op deze basis een project ingediend bij PBV.

¹ De "Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu" is nog verkrijgbaar via TNO.

² BO1, BODEM, "Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten", NRB, InfoMil, Den Haag (1997).

Voor het herzien van de protocollen werd de volgende commissie samengesteld:

R.M. Bodamèr	KA Techniek
J. Breen	TNO Industrie
H. de Bruijn	Röntgen Technische Dienst BV
H.J.L. Geusebroek	Grontmij Advies & Techniek BV
W.F. ten Hoeven	Arcadis Heidemij Advies BV
T.A. der Kinderen	
A.P. de Lange	Cofra BV
P.C.G. Langeveld	TNO Industrie
M.J.A. van Leth	Haskoning
C. van Ommeren	Genap BV
Mw. P.M. Oude Weme	KEMA Nederland BV
A.M. Peters	Kiwa NV
P.A. Ruardi	Ministerie VROM/DGM/Bodem
J.M.H.J. Smit	CUR
A. Steerenberg	NGO
C.W.M. Theuns	Naue Benelux
G.H.G. Vaessen	PMP
H.J. Varossieau	Verder Vleuten
J. de Vries	Bouwdienst RWS

De bijdragen van met name KIWA te Rijswijk, RTD te Rotterdam, KEMA te Arnhem, Genap te 's-Heerenberg, Cofra te Amsterdam, Haskoning te Nijmegen, KA Techniek te Zeewolde, Grontmij te Houten, Bouwdienst RWS te Utrecht en van de heer Der Kinderen, opsteller van de vorige Protocollen, werden hierbij als zeer constructief ervaren.

De concepten van deze protocollen werden met verzoek om commentaar toegestuurd aan ontwerpers, bestekschrijvers, aannemers, verleggers, controlerende instanties en betrokken overheidsinstanties. Het toegezonden commentaar is voor zover dit mogelijk was in de definitieve versies verwerkt.

Deel I, 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 van de toe te passen proefmethoden. Een speciaal hoofdstuk is gewijd aan kwaliteitszorg.

Deel II, Aanleg en acceptatie, geeft richtlijnen over 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. Verder wordt in deel II een algemene leidraad gegeven voor het toepassen van vloeistofdichte kunststof folies.

Bij het opstellen zijn de internationale ontwikkelingen gevolgd, in het bijzonder in CEN.

Wegens algemeen geldig spraakgebruik is bij de benaming van de kunststoffen bij Polyetheen afgeweken van de genormaliseerde namen; PE-HD wordt aangeduid met HDPE.

Eindhoven, juli 1999.

1 INLEIDING

Acceptatie van bodembeschermende voorzieningen, waarbij afdichtingsfolie wordt toegepast, vindt plaats wanneer aan de eisen vermeld in de "Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu"¹, Par. 5.5. wordt voldaan. Methoden om vast te stellen dat aan deze eisen wordt voldaan worden voor de materialen weergegeven in deel I van deze protocollen, voor de aanleg en de acceptatie daarvan in deel II. Beide delen van dit protocol hebben het karakter van een handleiding op bovengenoemde Richtlijn, verder kortweg aangeduid met "Richtlijn Geomembranen". Daarnaast echter worden in deze protocollen in een aantal gevallen nadere eisen gesteld, naar aanleiding van nationale en internationale ontwikkelingen sinds het uitkomen van de Richtlijn. Dit betreft o.a. eisen aan de geometrie en het uiterlijk van de lassen, de eisen te stellen bij de afpelproef en concrete eisen aan de folies, o.a. wat betreft de chemische resistentie en de weerstand tegen spanningscorrosie, voor toepassing bij stortplaatsen voor huishoudelijk en daarmee gelijkgesteld industrieel afval.

Acceptatie van de voorziening kan plaats vinden:

- wanneer de folie voldoet aan de eisen vermeld in deel I van deze protocollen.
- wanneer de uitvoering van het leggen, het onderling verbinden van de folies en de afwerking voldoen aan de eisen gesteld in deel II van deze protocollen.

De protocollen zijn toepasbaar voor alle bodembeschermende voorzieningen en voorzieningen in de weg- en waterbouw waarbij kunststof folie wordt toegepast, maar zijn in het bijzonder gericht op de aanleg van de onderafdichting en de bovenafdichting van stort- en opslagplaatsen zoals vermeld in hoofdstuk 1 van de Richtlijn Geomembranen. Voor andere toepassingen van afdichtingsfolies dan voor stort- en grootschalige opslagplaatsen kunnen aangepaste regels en voorschriften verschijnen. Dit is o.a. reeds geschied voor de voorzieningen voor opslag van mest.

Voor de aanleg van bovenafdichtingen wordt, in het bijzonder voor de niet-kunststof aspecten van de aanleg, tevens verwezen naar de "Handleiding voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen"² en de "Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen"³.

Deel II van de protocollen is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 1 wordt een algemene inleiding gegeven.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de uitvoering. Hierbij wordt kort ingegaan op de documentatie, de aflevering van de folie, de acceptatie van het grondwerk en het uitrollen. Uitbreider wordt ingegaan op het verbinden van de foliebanen, de hiervoor beschikbare apparatuur met bijbehorende instellingen, het verkrijgen van zekerheid door het uitvoeren van proeflassen, het controleren van lassen in het veld. Enkele uitgekristalliseerde details worden toegelicht. Onder niet alle (weers)omstandigheden zijn foliebanen te verbinden en te repareren. Bij het aanvullen van een gelegde foliebaan dient de nodige voorzichtigheid te worden betracht. Op deze aspecten wordt kort ingegaan.

In hoofdstuk 3 wordt de kwaliteitsborging toegelicht. Waar het de verwerking van de kunststof folie betreft is toetsing van de productkwaliteit, het verleggen, het verbinden en het controleren nodig.

In hoofdstuk 4 wordt de materiaalkeuze voor andere toepassingen uitgewerkt op basis van materiaaleigenschappen, testen en controles (kwaliteitsborging).

2. UITVOERING

2.1 INLEIDING

De uitvoering van de aanleg, de realisatie, van een afdichting van kunststof folie omvat de volgende stappen:

- Aflevering folie en tijdelijke opslag ter plaatse.
- Acceptatie van het uitgevoerde grondwerk en de daarbij getroffen voorzieningen zoals controledrains en de afwerking van een eventuele minerale afdichtlaag.
- Leggen van de folie.
- Lassen van de folie.
- Controleren van de lassen.
- Uitvoeren van reparaties en van details, zoals doorvoeren, put aansluitingen etc.

De uitvoering van de aanleg dient te geschieden door een erkende verwerker. Op de erkenning van verwerkers en verdere kwaliteitsborging van de realisatie wordt nader ingegaan in hoofdstuk 3 van dit protocol.

2.2 DOCUMENTATIE BIJ REALISATIE

Voor elke aan te leggen voorziening of eventuele uitbreiding van een bestaande voorziening dient een bestek te zijn opgesteld, waarin naast ontwerp, legplan, eisen aan materialen en uitvoering en verdere gebruikelijke bepalingen concrete eisen en beproevingsmethoden zijn aangegeven voor de materialen en de uitvoering van de ondergrond waarop de kunststof folieafdichting zal worden aangebracht.

Alvorens tot aanleg over te gaan dient door de folieverwerker een legplan en een uitvoeringsplan ter goedkeuring te worden aangeboden aan de opdrachtgever c.q. directievoerder.

Het legplan moet aan de hand van het ontwerp en het bestek worden opgesteld. Het legplan bestaat uit een principetekening en omvat:

- de wijze waarop kunststof banen, elk geïdentificeerd met een nummer, gelegd zullen worden en hun legvolgorde;
- de plaats van putten, drainagesystemen, doorvoeren, afscheidingen tussen compartimenten, randafwerkingen etc.

Het legplan moet daarbij aan de volgende eisen voldoen:

- het aantal in het veld te maken lassen dient tot een minimum te worden beperkt;
- er mogen geen kruislassen voorkomen;
- de legvolgorde moet in principe het cunet volgen, m.a.w. werken vanuit het laagste punt van de afdichting;
- de lassen op een talud met een hoek groter dan 30° moeten, tenzij dit om dwingende redenen niet anders mogelijk is, ten alle tijden in de richting van de helling lopen;
- lassen parallel aan het talud dienen minstens 1,5 meter van de teen van het talud af te liggen;
- bij het uitvoeren van doorvoeren dient gebruik te worden gemaakt van speciaal voor dit doel ontworpen, geprefabriceerde hulpstukken;
- waar dit technisch niet mogelijk is dient uitdrukkelijk toestemming van de opdrachtgever te worden verkregen om de lassen anders te leggen.

In het uitvoeringsplan, dat in overeenstemming moet zijn met de Richtlijn Geomembranen, met het bestek en met de inhoud van het onderhavige deel van deze protocollen, dienen ten minste de volgende onderwerpen beschreven te zijn:

- procedures voor ontvangst van de folie en de opslag daarvan;
- procedures voor de acceptatie van het uitgevoerde grondwerk en eventueel van de afwerking van de minerale afdichtlaag;
- methoden voor het uitrollen van de folie;
- specificatie van de lasmethoden, in het bijzonder wat betreft temperaturen, aandrukkracht, snelheid van lassen, breedte van de las, toe te passen overlap, specificatie voor het lastoevoegmateriaal, het granulaat of de draad, bij extrusielassen en de voorbereiding van de lasvlakken. Dit geldt zowel voor de lasmethode voor de lange lassen als voor de lasmethode te gebruiken voor details en voor reparatie;
- lasapparatuur en de specificatie daarvan;
- vervaardigen van proeflassen en de uit te voeren visuele inspecties en mechanische beproevingen;
- toe te passen beproevingsmethoden voor het beproeven van de lektheid van de lange lassen, van detaillassen en van uit te voeren reparaties;
- details van doorvoeren, aansluiten drainsystemen, randafwerkingen etc.;
- te treffen maatregelen bij ongunstige werkomstandigheden zoals regen (ook motregen), harde wind etc. Aangeven bij welke temperatuur, zowel bovengrens als ondergrens, en vanaf welke windsnelheid, geen folie gelegd of gelast mag worden;
- de methoden van reparatie van beschadigingen in de folie en van defecte lassen;
- voorbeelden van de te gebruiken formulieren bij de kwaliteitsbewaking, zoals lasprotocollen etc.;

In de hierna volgende paragrafen zullen bovengenoemde punten nader worden uitgewerkt.

2.3 AFLEVERING FOLIE EN TIJDELIJKE OPSLAG TER PLAATSE

In de onmiddellijke nabijheid van de in te richten stortplaats moet voor opslag een vlak en voor derden ontoegankelijk terrein beschikbaar zijn waar de rollen afdichtingsmateriaal kunnen worden opgeslagen en geïnspecteerd.

Het uitladen bij aflevering, de opslag en het vervoer naar de definitieve ligplaats van de rollen afdichtingsfolie dient zorgvuldig te worden uitgevoerd, zodat de rollen niet beschadigen en de te lassen vlakken niet vervuilen. De rollen mogen in opslag uitsluitend gecontroleerd worden gestapeld als hierdoor geen permanente vervormingen in de folie ontstaan. Wanneer zij tijdens transport wel gestapeld moeten worden moet tussen de rollen zacht opvulmateriaal worden aangebracht om wederzijdse beschadiging te voorkomen.

Is de opslag van lange duur, dan verdient het aanbeveling de rollen overdekt op te slaan of deze af te dekken tegen zonlicht met zeilen of iets dergelijks. Er dient wel voor voldoende ventilatie onder de afdekking te worden gezorgd.

2.4 ACCEPTATIE VAN HET GRONDWERK

Het grondwerk dient conform het bestek te zijn uitgevoerd. De ondergrond moet vrij zijn van scherpe voorwerpen en andere onvolkomenheden om beschadiging van de folie te voorkomen. De korrelgrootte van het matrixmateriaal mag ten hoogste 3 mm zijn, tenzij het bestek dit anders voorschrijft. De ondergrond moet voldoende en gelijkmatig zijn verdicht. Abrupte hoogteverschillen, zoals voorkomen bij sporen, rillen e.d., mogen niet groter zijn dan 10 mm. Bovendien mag de vochtigheid van de ondergrond niet zodanig zijn dat uitrollen van de folie niet meer mogelijk of leidt tot vervuiling van de folie. De afrondingsstraal tussen talud en bodem en tussen talud en bovenzijde moet tenminste 1,0 m bedragen.

Wordt de folie aangebracht op een minerale afdichtingslaag, bijvoorbeeld zand-bentoniet, dan worden, om een goede aansluiting tussen deze laag en de kunststoflaag te waarborgen, aan het oppervlak van deze laag in cunet of talud nog de volgende additionele eisen gesteld:

- De grootte van kiezels e.d. mag maximaal 10 mm bedragen. Eventueel aanwezige kiezelsteentjes moeten aan alle zijden door het matrixmateriaal zijn omgeven. Nesten van kiezels zijn niet toegestaan.
- Over een horizontale afstand van 4 meter zijn geen grotere hoogteverschillen toegestaan dan ± 20 mm tenzij in het ontwerp anders is aangegeven. Abrupte hoogteverschillen, bijvoorbeeld sporen, mogen niet dieper zijn dan 5 mm.
- Diepe droogtescheuren zijn, evenals met water verzadigde toplagen of poederdroge toplagen, niet toegestaan.

Ook nadat het grondwerk en het oppervlak van de minerale afdichtingslaag door of namens de opdrachtgever en de folieaannemer in orde zijn bevonden dient de verlegger zich vóór het uitrollen van elke rol folie te vergewissen, dat in de situatie geen verandering is gekomen. In geval afwijkingen worden geconstateerd dienen deze eerst te worden verholpen alvorens de folie wordt uitgerold. De acceptatie van het grondwerk dient schriftelijk vast te liggen.

2.5 UITROLLEN VAN DE FOLIE

De uitvoering van het aanbrengen van de afdichtingsfolies in de aan te leggen stortplaats moet plaats vinden volgens het goedgekeurde legplan, gebruikmakend van de in het uitvoeringsplan aangegeven werkwijze. Deze werkwijze dient zo te zijn dat de folie tijdens het verleggen niet permanent beschadigd wordt (zie opmerking in Deel I, 3.4.2.B.1). De afdichtingsfolies worden met de hand of met daarvoor geschikte apparatuur afgerold en gelegd zonder dat daarbij beschadigingen mogen optreden en zonder dat ontoelaatbare rillen en sporen in de ondergrond worden getrokken, in het bijzonder wanneer de folie op een minerale afdichtingslaag wordt gelegd. Wanneer één van de zijden is aangemerkt als bovenzijde, dient daarmee rekening te worden gehouden. Tijdens het uitrollen wordt de baan zoveel mogelijk uitgericht en wel zo, dat een overlap ontstaat van tenminste 90 mm, die voldoende is om een goede lasverbinding van de voorgeschreven geometrie mogelijk te maken.

Iedere folielaag wordt tijdens en na het leggen aan voor- en achterzijde visueel gecontroleerd op eventueel voorkomende beschadigingen of andere onregelmatigheden, zoals lokale dunne plekken etc.. Eventuele onregelmatigheden worden gemerkt en in overleg met de opdrachtgever en de keurende instantie gerepareerd. Indien van ernstige onregelmatigheden sprake is dient de rol of een gedeelte daarvan te worden vervangen. Indien nodig worden maatregelen genomen om opwaaien te verhinderen. Wanneer belopen van gelegde folielagen noodzakelijk is, mag dit slechts zo gebeuren dat daarbij geen beschadigingen optreden en de te lassen vlakken niet worden verontreinigd. Het belopen dient in ieder

geval te geschieden met schoeisel, waaraan geen scherpe uitsteeksels voorkomen. Gebruik van schoeisel met profielzolen eist grote oplettendheid. Op de folie mag niet worden gerookt. Voertuigen mogen niet op een onafgedekte folie rijden. Voor banden transport dient een afdeklaag van minimaal 1 m te worden aangehouden en voor rupstransport van 0,5 m.

Zodra twee aangrenzende foliebanen zijn gelegd, dienen de folies onderling te worden verbonden. In verband met externe invloeden, zoals de mogelijkheid dat 's nachts door dauwvorming vocht tussen de overlap komt, waardoor het lassen aanzienlijk wordt bemoeilijkt, verdient het sterk aanbeveling niet meer folie uit te rollen dan dezelfde dag nog kan worden verbonden.

2.6 ONDERLING VERBINDEN VAN DE FOLIEBANEN

Bij het verbinden geldt een aantal algemene aandachtspunten met betrekking tot:

- kwaliteitsborging;
- veiligheid;
- deskundigheid en vaardigheid.

Kwaliteitsborging

Voordat tot het bestellen van materiaal wordt overgegaan, zullen de vergunningen en de keuze van het materiaal moeten worden gecontroleerd.

Voordat tot het lassen wordt overgegaan, moeten de voorwaarden van de opdrachtgever en de lasmethodebeschrijving worden gecontroleerd. Bij tegenstrijdigheden hierin zal door de verantwoordelijke instantie een beslissing moeten worden genomen.

Veiligheid

De laswerkzaamheden zullen moeten worden uitgevoerd met inachtneming van de ARBO-wet. Het toe te passen materieel en gereedschap zullen moeten voldoen aan de veiligheidsbesluiten (o.a. NEN 1010). De uitvoering van de lasmethode zal moeten voldoen aan de Wet op de Gezondheid.

Deskundigheid en vaardigheid

Het bedrijf dat de folies gaat lassen, moet beschikken over een deskundige onder wiens verantwoording op het werk wordt gecontroleerd en/of het werk wordt uitgevoerd. Onderdelen van de uitvoering c.q. controle zijn:

- de beschrijving van de lasmethode;
- de vervaardiging van de referentielassen (proeflassen);
- de bevoegdheid van de lasser;
- de keuze van het materiaal en de lasapparatuur met het daarbij behorende gereedschap. De kalibrering en de controle op de staat waarin deze zich bevinden;
- de administratie van het materiaal en het uitgevoerde laswerk;
- het afstemmen met de opdrachtgever over de toe te passen kwalificatiemethoden, de eisen die daarbij zullen worden gesteld en door wie de keuring zal worden uitgevoerd. Het vastleggen van deze afspraken;
- de controle op het in uitvoer zijnde laswerk.

Methoden

Voor het verbinden van afdichtingsfolies in het veld zijn verschillende methoden in gebruik, heetelement-, hetelucht- en extrusielassen. Voor reparaties en details wordt bij PVC-P in een heel enkel geval gebruik gemaakt van oplosmiddellassen. In deze paragraaf zal kort worden ingegaan op het lasproces en op de diverse methoden.

Lascondities

De leverancier of verwerker beschrijft in het uitvoeringsplan in detail de te volgen werkwijze onder verwijzing naar een gedetailleerd voorschrift, dat tevens de instelwaarden en de toleranties daarop van de lasapparatuur bevat. De uitvoering moet plaats vinden door goed geïnstrueerde, erkende vaklieden, geheel volgens het betreffende voorschrift. Voor eisen, te stellen aan de lassers c.q. uitvoerders, wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

Afdichtingsfolies worden zoals reeds vermeld, bijna uitsluitend thermisch gelast. Dit omvat de te verbinden vlakken op de vereiste lastemperatuur brengen, deze vervolgens, al dan niet met toevoegmateriaal, met een zekere mate van druk op elkaar brengen en deze daarna af te laten koelen. In tegenstelling tot de werkwijze bij het lassen van plaatmateriaal vindt de afkoeling van de las niet onder druk plaats. De kwaliteit van de aldus verkregen verbinding hangt af van de lasbaarheid van het materiaal en van de juiste keuze van de lasparameters. Daarnaast is de staat waarin de lasvlakken zich bevinden van groot belang.

Het lasproces wordt beheerst door de volgende parameters:

- de temperatuur van de verwarmingsbron;
- de snelheid waarmee gelast wordt, en daarmee de snelheid van opwarmen van het materiaal en te bereiken oppervlaktetemperatuur;
- de aandrukkracht;
- externe invloeden, zoals wind, koude etc.

De aandrukkracht wordt verkregen door de folie tussen twee rollen door te voeren, of door druk op de folies uit te oefenen middels rol of lasschoen, waarbij de ondergrond de vereiste tegendruk moet geven.

Door middel van het vervaardigen van proeflassen voordat met het feitelijke lassen wordt begonnen worden de voor de heersende omstandigheden juiste parameters vastgesteld. Hierop wordt nader ingegaan in par.2.8.

Naar aanleiding van deze parameters kunnen de volgende algemene opmerkingen worden gemaakt:

- Het is enerzijds in verband met het kunnen aanbrengen van de aandrukkracht noodzakelijk dat slechts sprake is van ondiepe verwarming van de lasvlakken, anderzijds dienen scherpe overgangen tussen verwarmd materiaal en niet verwarmd materiaal te worden vermeden. Daarop kunnen op de lange duur scheuren ontstaan. Door middel van een juiste afstemming van lassnelheid en temperatuur, c.q. vermogen, van de verwarmingsbron, kan een optimale las worden verkregen. Over de aanwezigheid van dergelijke scherpe overgangen kunnen resultaten van trekslagproeven en afpelproeven een indicatie geven.
- De aandrukkracht dient enerzijds zo hoog te zijn dat voldoende wrijving aanwezig is om de lasapparatuur zich te laten voortbewegen, anderzijds zo laag, dat slechts een beperkte stroming van het gesmolten materiaal tussen de lasvlakken plaatsvindt. Hierop wordt nader ingegaan in par.2.6.1.
- Wind heeft door de afkoeling die deze veroorzaakt grote invloed op het lasproces. Het is van belang voor voldoende afscherming zorg te dragen en eventueel de temperatuur van de warmtebron en/of de lassnelheid aan te passen. Uiteraard speelt de omgevings- en folie-temperatuur hierbij ook een grote rol.

Voor het vervaardigen van lange lassen wordt gebruik gemaakt van (semi)automatische lasmachines, voor het uitvoeren van details en van reparaties wordt gebruik gemaakt van handapparatuur. Op de eisen waaraan de lasapparatuur moet voldoen wordt ingegaan in par.2.7.

2.6.1 Geometrie van de verbindingen

Bij alle verbindingsmethoden voor afdichtingsfolies is sprake van overlappen. Hierbij komen enkele en dubbele lassen voor. Bij de dubbele las worden gelijktijdig twee evenwijdige lasverbindingen gelegd met daartussen een kanaal. Dit kanaal maakt het beproeven van grote lengten las op lektheid en in zekere zin op sterkte van de verbinding mogelijk, met behulp van luchtdruk (zie par.2.9.2). *Wanneer van een voorziening extra grote of grote zekerheid wordt vereist (zie par. 4.2.1 van de Richtlijn Geomembranen) is het toepassen van kanaallassen voor de lange lassen verplicht.* De enkele las wordt voornamelijk gebruikt voor detailwerk, voor verbindingen op moeilijk bereikbare plaatsen en voor reparaties. De verschillende naadvormen en hun afmetingen zijn weergegeven in figuur 1. De lasbreedte van een enkele las moet tenminste 30 mm bedragen en voor een kanaallas ten minste 10 mm voor elke van beide lassen. Aan beide zijden van de enkele overlapplas en van de kanaallas dient een overlap aanwezig te zijn. De grootte van deze overlap is voor l_1 tenminste 10 mm¹ voor lassen in het veld en 20 mm voor proeflassen. Voor proeflassen wordt een grotere overlap aangehouden in verband met inklemming voor onder andere uit te voeren afpelproeven. De overlap, l_2 , dient tenminste 50 mm te zijn.

Bij de extrusielas dient de overlap aan de binnenzijde tenminste 50 mm te bedragen. Bij een reparatie dient de naad overall tenminste 200 mm buiten de beschadiging of de fout te liggen (zie par. 2.12).

Voor de dikte ter plaatse van de las geldt:

$$\text{voor heetelementlassen:} \quad 0,2 \leq d_b + d_o - d_L \leq 0,8$$

$$\text{voor heetgaslassen:} \quad 0 \leq d_b + d_o - d_L \leq 0,6$$

$$\text{voor enkele las met toevoegstof:} \quad -1,0 \leq d_b + d_o - d_L \leq -0,2$$

$$\text{voor extrusielas:} \quad 1,25 \leq \frac{d_L}{d_b + d_o} \leq 1,75$$

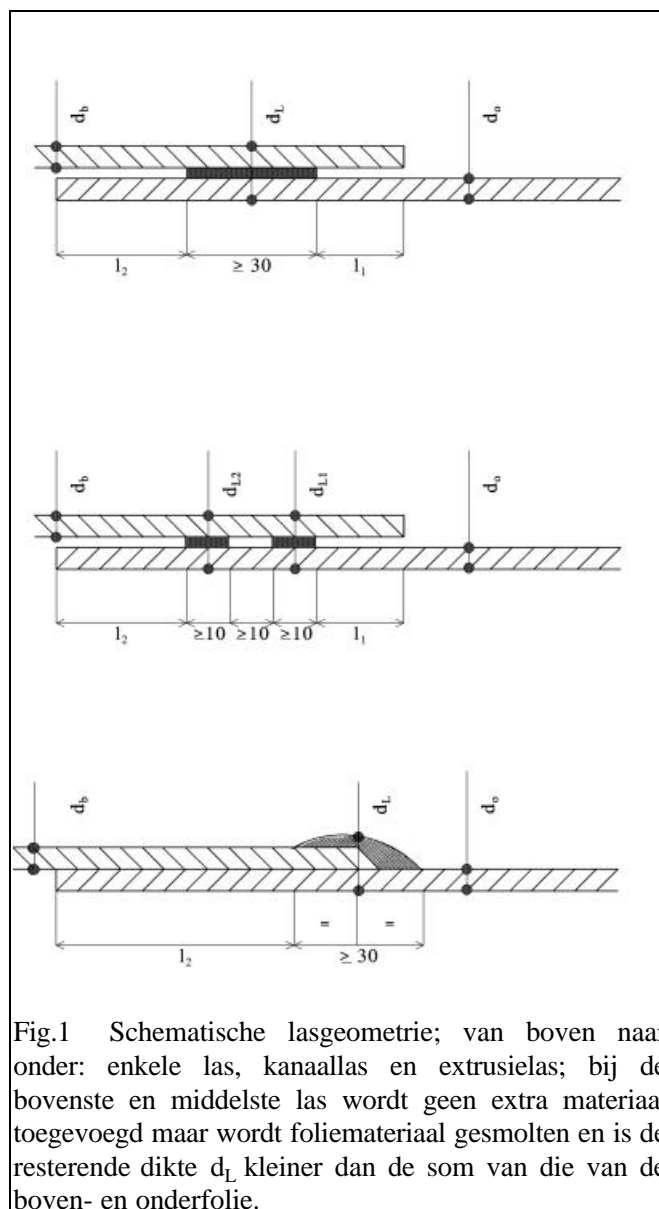


Fig.1 Schematische lasgeometrie; van boven naar onder: enkele las, kanaallas en extrusielas; bij de bovenste en middelste las wordt geen extra materiaal toegevoegd maar wordt foliemateriaal gesmolten en is de resterende dikte d_L kleiner dan de som van die van de boven- en onderfolie.

¹ Een uitzondering betreft het heetgaslassen. Hiervoor is een l_1 van 0 mm toegestaan in verband met het visueel kunnen beoordelen van de vervaardigde las.

N.B. Bij een extrusielas moet de bovenste folie worden aangeschuind. De hoek tussen de aangeschuinde zijde en de folie dient $45 \pm 15^\circ$ te bedragen.

2.6.2 Lasmethoden

A. Heetelement lassen

Door heetelement lassen kunnen o.a. foliebanen van polyetheen, blends van polyetheen met materialen om de flexibiliteit te verhogen, polypropreen en weekgemaakte polyvinylchloride.

Het verbinden van verschillende typen PE foliebanen bij uitbreidingen of het aanbrengen van een bovenafdichting is veelal mogelijk, maar vereist wel extra voorbereiding en reiniging van lasvlakken en extra afpelsterkte en langeduur scheurweerstandsmetingen ter bepaling van optimale lascondities.

Dit proces laat zich als volgt omschrijven:

- de te verbinden vlakken worden verwarmd door deze over een wigvormig verwarmingselement (Heizkeil) te leiden* ;
- de vlakken worden direct na het verwarmen op elkaar gedrukt;
- er wordt geen toevoegmateriaal gebruikt.

Het lasproces is bekend onder de naam wiglassen.

Het principe van het proces is weergegeven in fig 2. Deze methode leent zich goed voor het maken van lange verbindingen. Door gebruik te maken van een tweevoudig verwarmingselement en dubbele aandrukrollen kan een tweevoudige, een zogenaamde kanaallas worden vervaardigd. Belangrijk voor dit proces is een goede geleiding van de folie over het verwarmingselement, een voldoende constante voortbeweging van het lasapparaat en het goed uitlijnen van de machine. Daar de verwarmde zone beperkt is moet het aandrukken op de juiste plaats geschieden, daar anders de mogelijkheid bestaat voor het ontstaan

van scherpe overgangen tussen verwarmd en onverwarmd materiaal. Hoewel op dit principe gebaseerde handapparatuur bestaat wordt, wegens bovenvermelde punten, het gebruik hiervan voor detailwerk ontraden. Reparaties kunnen met deze methode niet worden uitgevoerd.

Apparatuur

De heetelementmachine dient in goede staat van onderhoud te verkeren en dient zo te zijn geconstrueerd dat tengevolge van optredende krachten gedurende het lassen, geen doorbuigingen of afwijkingen ontstaan waardoor de toleranties worden overschreden. De elektrische installaties van de heetelementmachine dienen te voldoen aan de NEN 3140.

Laswig

De laswig moet glad, schoon en onbeschadigd zijn. De laswig kan vervaardigd zijn uit verschillende materialen. De warmtegeleiding van het gekozen materiaal moet voldoende zijn om het vermogen voor

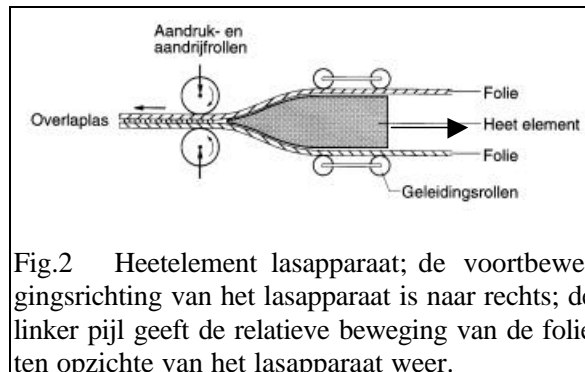


Fig.2 Heetelement lasapparaat; de voortbewegingsrichting van het lasapparaat is naar rechts; de linker pijl geeft de relatieve beweging van de folie ten opzichte van het lasapparaat weer.

* In het veld wordt de wig over de lasvlakken geleid.

het smelten van de lasvlakken aan de folie af te geven. Er kunnen eventueel coatings op het oppervlak zijn aangebracht. Omdat de wig langs de folie wordt gehaald dient bij de keuze van het materiaal en bij het toepassen van een coating rekening te worden gehouden met een voldoende slijtvastheid. De temperatuurregeling moet in staat zijn om de ingestelde laswigtemperatuur binnen het voorgeschreven temperatuurbereik te houden. Dit is in het bijzonder van belang bij het starten van het lasproces; de regeling moet zich dan aanpassen aan het door de folie opgenomen vermogen.

De te gebruiken wiggen hebben de vorm van de te maken las. Meestal wordt een zogenaamde kanaallas gemaakt, waarbij de afstand van de vlakken die in contact komen met de te lassen folie tenminste 10 mm bedraagt.

Het verschil in temperatuur tussen de beide contactvlakken van de wig mag niet meer bedragen dan 5% van het voorgeschreven temperatuurbereik, waarbij de temperatuur van de beide contactvlakken binnen het voorgeschreven temperatuurbereik moeten blijven.

N.B. *PTFE-spray of andere sprays mogen nooit op de laswig worden aangebracht. De spray blijft voor een deel op het lasvlak achter en komt bij het samenvoegen van de beide folies in de lasnaad terecht. Hierdoor wordt de mechanische sterkte van de las sterk nadelig beïnvloed.*

Aandrukrollen

De aandrukrollen hebben meestal een dubbelfunctie:

- voortbewegen van de wiglasmachine langs de folie met de ingestelde lassnelheid;
- het aandrukken van de folies met een bepaalde lasdruk direct nadat de lasvlakken door contact met de laswig zijn gesmolten.

Lassnelheid

De aandrijfrollen zijn ten alle tijde dubbel uitgevoerd d.w.z. aan de boven en aan de onderzijde van de overlaps bevindt zich tegenover elkaar een aandrukrol. Beide rollen worden met dezelfde snelheid aangedreven. De motor die voor de aandrijving zorgt moet in staat zijn om de lassnelheid binnen $\pm 5\%$ van de ingestelde waarde constant te houden. De aandrukrollen moeten van een materiaal zijn vervaardigd dat voldoende weerstand biedt tegen slijtage in verband met de constantheid van de lasdruk en de lassnelheid.

De rollen mogen alleen oppervlakkige indrukkingen achterlaten op de folie zonder dat dit van invloed is op de levensduur en de kwaliteit van de folie en de las.

Het wordt aanbevolen dat de breedte van de aandrukrollen kleiner of gelijk is aan de breedte van de wig. De aandrijfrollen zijn zo gepositioneerd dat ze in hetzelfde spoor lopen als de laswig.

Als er een dubbele wig wordt gebruikt voor het maken van een kanaallas, moeten ook de aandrukrollen dubbel zijn uitgevoerd.

Lasdruk

De lasdruk wordt meestal ingesteld door de afstand tussen de aandrukrollen in combinatie met de folie zo af te stellen dat de aandrukrollen met een bepaalde druk op de folie drukken. Bij de niet alle lasmachines is de druk instelbaar. Dit wordt bepaald door de constructie van het apparaat. Wanneer dit wel het geval is wordt verwezen naar de materiaalbladen. Indien de druk niet meetbaar is dient de druk zodanig te zijn ingesteld dat met de ingestelde temperatuur en snelheid een kwalitatief goede las wordt verkregen. De lasdruk dient te worden beoordeeld aan de hand van referentielassen.

In tabel 1 zijn enkele richtwaarden gegeven voor de verschillende lasparameters.

TABEL 1 Richtwaarden voor lasparameters voor heetelement lassen

	HDPE VLDPE LLDPE	HDPE-flex	PVC-P
Heetelement temp. °C	380 ± 30	370 ± 10	425 ± 25
Aandrukkraft N/mm rolbreedte	25	25	3 – 5
Lassnelheid m/min	2 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2 ± 0,5

Deze tabel is gedeeltelijk ontleend aan eigen onderzoek (laspraktijkaanbeveling VF 99-47) en aan DVS 2225, Teil 1.⁴

B. Heetgaslassen (Föhnlassen)

Föhnlasapparaten worden momenteel hoofdzakelijk gebruikt voor het lassen van kunststoffolies die niet met andere lastechnieken kunnen worden gelast, van doorvoeringen, van aansluitingen van de folie op hulpstukken en van reparaties. De temperatuur van het gas, de lassnelheid en de aandrukkraft moeten binnen bepaalde waarden zijn in te stellen.

Materialen welke voor dit lasproces in aanmerking komen zijn o.a. polyetheen, blends van polyetheen met andere polymere materialen om de flexibiliteit te verhogen, polypropreen en weegemaakte polyvinylchloride.

Dit proces laat zich als volgt omschrijven:

- de te verbinden vlakken worden verwarmd door er warm gas, bijvoorbeeld lucht, overheen te blazen;
- de vlakken worden direct na het verwarmen op elkaar gedrukt;
- er wordt geen toevoegmateriaal gebruikt.

Het principe van het proces bij een lasmachine om machinaal lange lassen te maken is weergegeven in figuur 3. Door gebruik te maken van een tweevoudige luchtmond en dubbele aandrukrollen kan een tweevoudige, een zogenaamde kanaallas worden vervaardigd. Belangrijk voor dit proces is een goed constante voortbeweging van het lasapparaat en het goed uitlijnen van de machine, in het bijzonder het richten van de luchtstroom. Het aandrukken moet op de juiste plaats geschieden, daar anders de mogelijkheid bestaat voor het ontstaan van scherpe overgangen tussen verwarmd en onverwarmd materiaal. Daar de verwarmde zones niet scherp begrensd zijn bestaat bij dubbele lassen de kans dat het kanaal zich plaatselijk sluit. In Nederland worden voor lange lassen veelal het heetelement lassen toegepast.

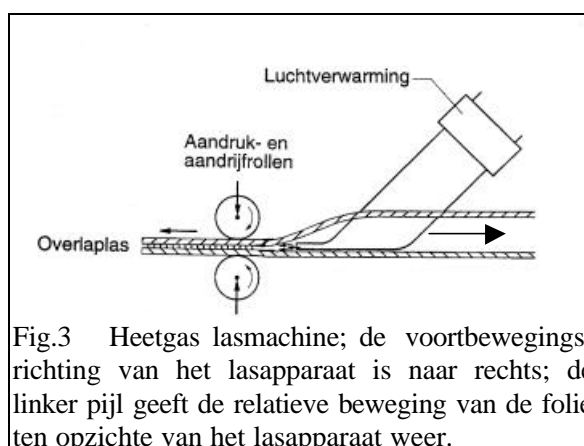


Fig.3 Heetgas lasmachine; de voortbewegingsrichting van het lasapparaat is naar rechts; de linker pijl geeft de relatieve beweging van de folie ten opzichte van het lasapparaat weer.

De handapparatuur gebaseerd op het heetgasprincipe wordt toegepast voor details. Nadat de lasvlakken zijn verwarmd, wordt de las met een handroller aangedrukt, waarbij de tegendruk door de ondergrond wordt opgebracht. PE, PE-flex en PVC-P in verschillende lasgangen onder een hoek van 45° aangerold. Een en ander is afgebeeld in figuur 4. Deze handapparatuur wordt voornamelijk gebruikt voor het uitvoeren van details en reparaties bij PE-flex, LLDPE en PVC-P. Bij HDPE vaak bij het zogenaamde aanhechten van reparatiefolie bij reparaties en voor het voorlopig vasthechten van detailverbindingen, die vervolgens met extrusielasapparatuur worden afgewerkt.

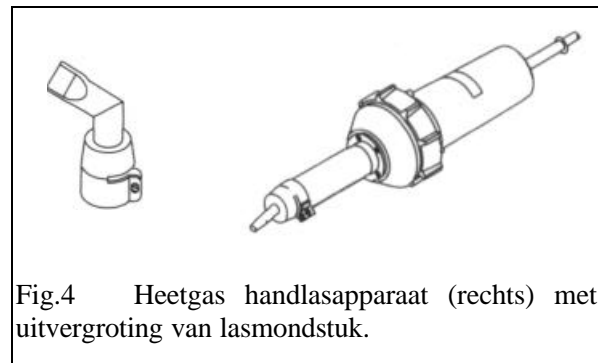


Fig.4 Heetgas handlasapparaat (rechts) met uitvergroting van lasmondstuk.

Aangezien er geen volledig betrouwbare niet-destructieve inspectiemethode van de handgemaakte föhnlassen beschikbaar is, dient veel zorg te worden besteed aan een goede uitvoering van de lassen door bijvoorbeeld intensief toezicht. Voor de aanvang van het föhnlassen dienen de te hanteren lascondities (gastemperatuur, druk, snelheid, e.d.) voor de desbetreffende folie gedetailleerd aanwezig te zijn. Ook verdient het aanbeveling regelmatig proeflassen te maken. Beoordelingsmethoden voor deze referentielassen zijn in deze publicatie opgenomen.

Apparatuur

De föhn dient in goede staat van onderhoud te verkeren. De lasapparatuur moet in staat zijn om de te lassen oppervlakken gelijkmatig tot boven de smeltemperatuur te verhitten.

De druk om de verbinding tot stand te brengen wordt handmatig aangebracht met behulp van een aandrukrol. De bekleding van de aandrukrol is afhankelijk van de te lassen folie. Voor PVC-P folie wordt meestal een siliconen rubber gebruikt en voor PE folie een PTFE (polytetrafluoretheen) bekleding.

De lasmondstukken bestaan in verschillende uitvoeringsvormen een en ander afhankelijk van de vorm van de te lassen folie, en worden geplaatst op de blaasopening van de föhn. De lasmonden dienen schoon te zijn en vrij van beschadigingen.

In de praktijk worden verschillende föhn typen gebruikt; van laag tot hoog vermogen. De toepassing hiervan wordt bepaald door de te lassen folie (materiaaltype, dikte enz.). De deskundigheid van de lasser is in dit verband essentieel.

De lasparameters moeten instelbaar zijn, afhankelijk van het toe te passen materiaal en de omstandigheden in de praktijk.

De lasser zorgt voor:

- een constante lassnelheid;
- een constante aandrukkracht;
- de juiste keuze van de temperatuur.

Bij het vervaardigen van een föhnlas wordt een passend lasmondstuk bevestigd op de handföhn. Het doel van het lasmondstuk is het sturen en verdelen van het door de föhn geproduceerde hete lucht over het lasvlak.

Aan het materiaal van het lasmondstuk worden de volgende eisen gesteld:

- vormvast tijdens het lassen;
- een glad oppervlak;
- geen hechting van het gesmolten materiaal aan het lasmondstuk (eventueel gebruik maken van met PTFE beklede mondstukken).

Aandrukrollen bestaan in verschillende uitvoeringen voor wat betreft materiaal en breedte (figuur 3.3). De meest gangbare zijn van PTFE of van (siliconen)rubber en hebben een breedte van 6 mm ten behoeve van detailwerkzaamheden, 28 mm of 40 mm.

Richtgetallen voor lasparameters voor heetgas lassen zijn weergegeven in tabel 2.

TABEL 2 Richtwaarden voor lasparameters voor heetgas lassen

	HDPE		HDPE-flex		PVC-P	
	Hand	Machine	Hand	Machine	Hand	Machine
Gastemperatuur °C	280-320	350-450	320-500	450-550	450-500	450-550
Gasstroom l/min	circa 230	circa 600	circa 230	Circa 600	Circa 230	circa 600
Lasdruk N/mm rolbr.	nvt	20	nvt	10	Nvt	10
Lassnelheid m/min	0,1-0,2	0,5-2,5	0,4-0,6	0,5-2,5	0,2-0,4	1,0-3,0

Tabel is ontleend aan DVS 2225, Teil 1.⁵ (zie ook de laspraktijkaanbeveling VF 99-49)

C. Extrusielassen

Extrusielassen worden momenteel alleen nog maar gebruikt voor het lassen van doorvoeringen, van aansluitingen van de folie op hulpstukken, lasverbindingen die niet via wiglassen gemaakt kunnen worden en van reparaties. De temperatuur van het extrudaat, de hoeveelheid extrudaat (mede bepalend voor de lassnelheid), de temperatuur en de hoeveelheid van het hete gas, dat voor het voorverwarmen van de lasvlakken wordt gebruikt, moeten binnen bepaalde waarden zijn in te stellen.

Dit proces laat zich als volgt omschrijven:

- er wordt met toegevoegd materiaal gelast;
- de te verbinden vlakken worden verwarmd door er warm gas, bijvoorbeeld lucht, overheen te blazen of deze, bij hoge uitzondering, door straling te verwarmen;
- het toevoegmateriaal wordt met een plastificeerapparaat, bijvoorbeeld een klein model schroefextruder, geplasticeerd en als een gesmolten streng op de lasvlakken gebracht middels een lasschoen of een spuitmond;
- de vlakken worden direct nadat het materiaal is opgebracht op elkaar gedrukt door middel van de aandrijfrollen of, wanneer er sprake is van een extrusielas, door middel van de lasschoen.

Het principe van het proces voor de vervaardiging van een extrusielas wordt getoond in figuur 5. Bij het maken van een extrusielas moet de tegenkracht door de ondergrond worden opgebracht. Handapparatuur gebaseerd op het principe van figuur 5 is standaard voor het uitvoeren van detailwerk en van reparaties bij HDPE folie met extrusielassen.

Speciaal bij de handapparatuur verdient het voorverwarmen extra aandacht, daar de luchtstroom vaak niet goed gericht wordt. Bovendien bestaat de verleiding te snel te willen lassen, waardoor de vlakken te weinig worden voorverwarmd. Dit laatste kan zowel zogenaamde plaklassen ten gevolge hebben als brosse lassen wegens te scherpe overgangen tussen verwarmd en niet verwarmd materiaal. Men mag er niet vanuit gaan dat de streng gesmolten materiaal het onderliggende lasvlak voldoende opwarmt. Bij een extrusielas dient aandacht te worden besteed aan de juiste positie van de streng; de naad dient zich in essentie onder het dikste deel daarvan te bevinden (zie figuur 1).

Als toevoegmateriaal dienen draad of granulaat te worden gebruikt van de grondstof, die is voorgeschreven door de fabrikant van de folie. In de meeste gevallen zal dit dezelfde grondstof zijn als die waarvan de folie is vervaardigd. Het granulaat moet goed droog zijn. Het dient in luchtdichte verpakking te worden aangevoerd en bewaard of alvorens te worden gebruikt ter plaatse worden gedroogd.

Speciaal bij het uitvoeren van reparaties is de zorgvuldige voorbereiding van het oppervlak zeer belangrijk.

Deze lasmethode wordt voornamelijk toegepast bij HDPE en in de apparatenbouw, onder andere ook bij PP (polypropeen).

Aangezien er geen volledig betrouwbare niet-destructieve inspectiemethode van de gemaakte extrusielassen in het veld beschikbaar is, dient veel zorg te worden besteed aan een goede uitvoering van de lassen door bijvoorbeeld intensief toezicht. Voor de aanvang van het extrusielassen dienen de te hanteren lascondities (gas- en extrudaattemperatuur, snelheid, e.d.) voor de desbetreffende folie gedetailleerd aanwezig te zijn. Ook verdient het aanbeveling regelmatig proeflassen te maken.

Apparatuur

De extrusielasmachine dient in goede staat van onderhoud te verkeren. De lasapparatuur moet in staat zijn, om de te lassen oppervlakken gelijkmatig tot boven de smelttemperatuur te verhitten. Dit gebeurt meestal met een heetgasapparaat (föhn), dat een integraal onderdeel uitmaakt van het extrusielasapparaat.

Het toevoegmateriaal (extrudaat) moet homogeen tot aan de opgegeven smelttemperatuur worden opgewarmd. De lasdruk wordt handmatig met behulp van een aan de extruder bevestigde lasschoen op het toevoegmateriaal aangebracht. De extruder wordt hierbij handmatig voortbewogen.

De lasmachine moet kunnen werken met:

- een constante hoeveelheid toevoegmateriaal met een constante en homogene smelttemperatuur;
- een constante op- en doorwarming van de lasvlakken.

Deze lasparameters moeten instelbaar zijn, afhankelijk van het toe te passen materiaal en de

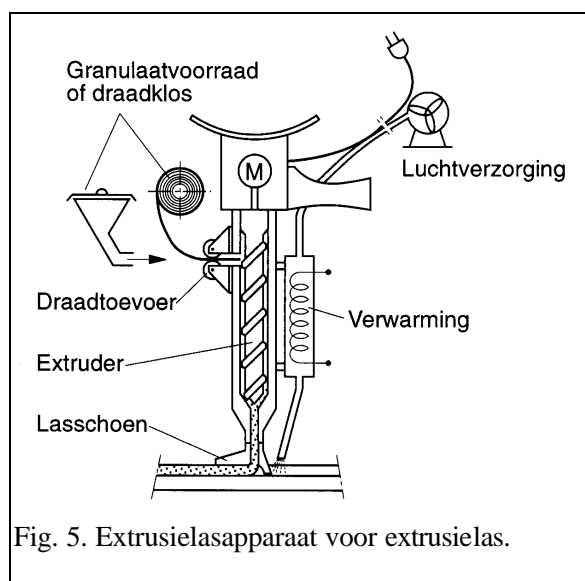


Fig. 5. Extrusielasapparaat voor extrusielas.

omstandigheden in de praktijk.

De lasser zorgt voor:

- een constante lassnelheid;
- een constante aandrukkraft.

Bij aanvang van het lassen en na iedere onderbreking dient het materiaal in het eind van de extruder en in de lasschoen te worden verwijderd.

In verband met degradatie van het extrudaat dient, wanneer de extrusielasapparatuur langer dan 10 minuten heeft stilgestaan (er is geen materiaal geëxtrudeerd), het in de extruder aanwezige materiaal te worden verwijderd.

N.B. Het uit de lasextruder verwijderde materiaal mag nooit op de folie worden gelegd.

De elektrische installaties van het extrusielasmachine dienen te voldoen aan de NEN 3140.

Lasschoen

Bij het vervaardigen van een extrusielas wordt een passende lasschoen bevestigd aan de extruder. Het doel van de lasschoen is het verdelen van het door de extruder opgesmolten materiaal over het lasvlak. De vorm van de lasschoen dient zo te zijn dat de vorm van de las na afkoelen overeenkomt met de gestelde eisen. Rekening dient te worden gehouden met de materiaalkrimp tijdens het afkoelen. De lasschoen is aan de voorzijde en aan beide zijkanten gesloten zodat tijdens het lassen (voorwaartse beweging) alleen materiaal via de achterzijde op het lasvlak wordt aangebracht.

De breedte van de lasschoen dient zo te zijn dat deze steunt op de folie buiten het lasvlak, de lengte van de lasschoen zal in de regel minimaal gelijk zijn aan de breedte.

Aan het materiaal van de lasschoen worden de volgende eisen gesteld:

- vormvast tijdens het lassen;
- een glad oppervlak zowel in contact met het gesmolten materiaal als in contact met de folie;
- geen hechting van het gesmolten materiaal aan de lasschoen.

Meestal wordt voor de lasschoen PTFE gebruikt.

In tabel 3 zijn richtgetallen gegeven voor de lasparameters voor HDPE.

TABEL 3 Richtwaarden voor lasparameters voor extrusielassen voor HDPE.

	Mechanisch lassen	handlassen
Warmgastemperatuur (°C)	300-360	220-260
Extrudaattemperatuur (°C)	220-250	220-250
Lasdruk N/mm rolbreedte	10	nvt
Lassnelheid m/min	1-4	0,2-0,5

De tabel is gedeeltelijk ontleend aan DVS 2225, Teil 1.⁶ De optimale extrudaattemperatuur is afhankelijk van het type lastoevoegmateriaal en dient door proeflassen te worden bepaald.

2.6.3 Voorbereiding

Onder ongunstige omstandigheden dient niet te worden gelast (zie par. 2.11). Bij lage temperatuur kunnen geen betrouwbare lassen worden gemaakt. De eerste stappen in de voorbereiding zijn:

- i. ga na of de omgevingstemperatuur boven 0 °C ligt. Is dit niet het geval dan moeten of beschuttende maatregelen worden genomen (bijvoorbeeld een tent) waardoor de omgevingstemperatuur boven 0 °C komt, anders is het lassen niet toelaatbaar;
- ii. controleer of de temperatuur van de te verbinden delen hoger is dan 5 °C;
- iii. controleer of het temperatuurverschil tussen de foliebanen tijdens het lassen niet groter wordt dan 10 °C dit in verband met ongewenste plooivorming (folie laten acclimatiseren);

Alvorens te beginnen dient de lasmachine en de te lassen delen te worden gereed gemaakt. Er bestaat enig verschil tussen de lange lassen en de reparatie en detaillassen.

2.6.3.1 Voorbereiding lasmachine

De voorbereiding van de wiglasmachine voor het heetelementlassen bestaat uit de volgende stappen:

- a. controleer de staat en de werking van de lasmachine;
- b. controleer en reinig indien nodig de laswig met een daarvoor geschikt gereedschap;
- c. stel de gewenste lassnelheid in en controleer deze;
- d. verwarm de laswig tot de gewenste lastemperatuur;
- e. controleer de temperatuur van de laswig(gen) met de geijkte contact-thermometer van het lasapparaat. Een goed contact met de laswig is noodzakelijk voor een betrouwbare temperatuurmeting;
- f. stel de gewenste lasdruk in aan de hand van een proeflas;
- g. controleer de juiste lascondities aan de hand van de referentielassen. De referentielassen moeten onder praktijkcondities worden vervaardigd (omgevings-, lastemperatuur, ondergrond, geometrie e.d.).

De voorbereiding van de föhn voor het heetgaslassen bestaat uit de volgende stappen:

- a. controleer de staat en de werking van de föhn en ga na of alle benodigdheden aanwezig zijn, o.a. juiste lasmondstuk, aandrukrol;
- b. verwarm de föhn en controleer de temperaturen van het verwarmingsgas (T_g) met een periodiek geijkte (insteek-)thermometer;
- c. controleer de juiste lascondities aan de hand van de referentielassen. De referentielassen moeten onder praktijkcondities worden vervaardigd (omgevings-, lastemperatuur, ondergrond, geometrie e.d.).

De voorbereiding van de handextruder voor het extrusielassen bestaat uit de volgende stappen:

- a. controleer de staat en de werking van de lasmachine en ga na of alle benodigdheden aanwezig zijn, o.a. de juiste lasschoen;
- b. controleer het toevoegmateriaal op fabrikaat, ouderdom, vervuiling en vochtigheidsgehalte. De temperatuur van het toevoegmateriaal dient boven de 5 °C liggen. Het toevoegmateriaal dient droog te worden opgeslagen;
- c. verwarm de extruder en stel, indien mogelijk, de gewenste opbrengst in. Controleer de temperaturen van de smelt (T_s) en van het verwarmingsgas (T_g) met een (insteek-)thermometer, en de hoeveelheid gas per tijdseenheid (Q) aan de hand van de apparatuurinstelling.
- d. controleer de juiste lascondities aan de hand van de referentielassen. De referentielassen moeten onder praktijkcondities worden vervaardigd (omgevings-, lastemperatuur, ondergrond, geometrie e.d.).

2.6.3.2 Voorbereiding lasvlakken

Wanneer met recent gefabriceerde folie, die niet lang in opslag heeft gelegen, wordt gewerkt behoeven de lasvlakken in het algemeen alleen droog en stofvrij te worden gemaakt. De daarbij te gebruiken lappen, borstels etc. moeten beslist vetvrij zijn. De handelingen zijn dan:

- a. nagaan of de randen van de folies geen hinderlijk beschadigingen hebben die het lasproces kunnen verstoren;
- b. nagaan of de te lassen folies een voldoende en gelijkmatige overlap hebben met elkaar en of deze overlap overeenkomt met de te gebruiken lasmachine;
- c. zand, vocht en water van de lasvlakken verwijderen, de lasvlakken dienen schoon en droog te zijn;
- d. indien nodig de lasvlakken reinigen met een geëigend reinigingsmiddel. Maak hierbij gebruik van een niet-pluizende doek of van niet-pluizend papier;
- e. nagaan of de onderzijde van de onderste folie en de bovenzijde van de bovenste folie schoon en droog te zijn om te voorkomen dat de aandruk- en aandrijfrollen vervuilen en dichtlopen;

N.B. De gereinigde strook dient breder te zijn dan de lasvlakken.

Wanneer op het te lassen vlak een oxidehuidje is ontstaan, onder andere door invloed van zonlicht, of wanneer de lasvlakken door luchtvervuiling of chemicaliën zijn verontreinigd, dienen deze licht opgeschuurd te worden. Hierbij mogen geen krassen in de folie ontstaan en mag geen grotere diktevermindering optreden dan 5% van de nominale dikte. Het opgeschuurde vlak moet na het lassen geheel door gesmolten polymeer zijn afgedekt. In geval van twijfel verdient het aanbeveling de vlakken toch te schuren.

Reinigingsmiddelen die het oppervlak aantasten of laten zwellen mogen niet worden gebruikt. Voor het gebruik van reinigingsmiddelen wordt verwezen naar de materiaalbladen.

Voor het uitvoeren van detailwerk en reparaties dienen de lasvlakken direct voor het lassen te worden gereinigd (alle folietypen) en eventueel mechanisch worden voorbereid (o.a. bij polyolefinen). Het mechanisch voorbereiden kan worden gedaan met een schraapstaal of door de te lassen vlakken te frezen. Schuren is ook toegestaan mits de voorbereide laszone volledig valt binnen de uiteindelijke las. Men dient ervoor te zorgen dat met name de onderfolie niet beschadigd wordt tijdens het voorbereiden van de bovenfolie. Beschadigingen kunnen voorkomen worden door tijdens het voorbereiden tijdelijk een plaat tussen de beide folies aan te brengen.

N.B. Bij extrusielassen dient de bovenste folie te worden aangeschuind.

De te lassen onderdelen dienen bij extrusie- en heetgaslassen zo te worden vastgeklemd of met behulp van föhnlassen zo te worden gefixeerd, dat de aangegeven positionering gehandhaafd blijft, ook tijdens het lassen. Bij fixeren met föhnlassen is van belang dit zo te doen dat er ten gevolge van uitzetting geen plooien ontstaan. Het verdient aanbeveling om, evenwijdig aan de lasnaad maar buiten het lasvlak, met een stift o.i.d. een lijn aan te brengen. Deze lijn kan worden gebruikt als hulplijn bij het maken van de las. Zorg ervoor dat er geen zand e.d. zich in de overlap bevindt.

2.6.4 Lasmethode- en lasserkwalificatie

De te volgen gedetailleerde lasmethode, de te gebruiken lasapparatuur en de lassers moeten door middel van het observeren van de wijze van werken en door vervaardigen van proeflassen, die door een onafhankelijke ter zake kundige instantie of door eigen kwaliteitsfunctionarissen van gecertificeerde verleggers worden beoordeeld, worden gekwalificeerd. Op dit punt wordt nader ingegaan in par. 2.8 en 3.2.3.

2.7 LASAPPARATUUR

Bij de lasapparatuur wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor lange lassen en handapparatuur voor het uitvoeren van details en reparaties. In de Richtlijn Geomembranen zijn de basiseisen opgenomen waaraan lasapparatuur moet voldoen. Deze eisen worden in het navolgende nader uitgewerkt voor het heetelementlassen van lange lassen en het heetgas- en extrusielassen van detailwerk.

2.7.1 Heetelementapparatuur voor lange lassen

Met de apparatuur moeten volgens een semi-automatisch continu proces verbindingen van een constant goede kwaliteit kunnen worden gelegd in de folieafdichting. Daarom dient de apparatuur ten minste aan de volgende eisen te voldoen:

- 1 De verwarming dient elektrisch te zijn en van voldoende vermogen om onder de gegeven omstandigheden de ingestelde temperaturen te kunnen handhaven. De temperaturen van de heetelementen dienen onafhankelijk van elkaar door temperatuurregelaars op de ingestelde waarden te worden gehouden. Het is noodzakelijk dat de regelkarakteristieken van deze regelaars, hetzij automatisch, hetzij met de hand, kunnen worden aangepast aan de heersende omstandigheden, zoals buitenluchttemperatuur, folietemperatuur en windsnelheid.
- 2 De temperaturen dienen onafhankelijk van de gebruikte regelaar tijdens het lassen continu te

- worden gemeten, deze temperaturen moeten onder alle veldomstandigheden gemakkelijk voor de lasser afleesbaar zijn. De temperatuur van het heetelement dient net onder het oppervlak van het element te worden gemeten. Door middel van regelmatige controles dient de lasser/uitvoerder zich ervan te overtuigen dat de twee helften van het heet element over hun gehele oppervlak geen grotere afwijking van de afgelezen temperatuur geven dan $\pm 3^{\circ}\text{C}$.
- 3 De lasmachine moet, zonder dat hiervoor overmatig veel kracht wordt vereist, zich tijdens het lassen over de folie kunnen voortbewegen. De voortbeweegsnelheid van de laswagen moet traploos instelbaar zijn, het aandrijfmechanisme moet voldoende vermogen hebben om de ingestelde snelheid te kunnen handhaven. Wanneer de aandrukrollen tevens de aandrijfrollen voor de laswagen zijn, dient het oppervlak van de rollen een zodanige structuur te hebben, dat zonder dat overmatige lasdruk hoeft te worden uitgeoefend en zonder dat de folie beschadigd wordt, de laswagen wordt voortbewogen. Voor werkzaamheden op taludhellingen verdient het aanbeveling gebruik te maken van een soort lier of van een constructie met contragewicht.
 - 4 De apparatuur moet in principe zijn uitgevoerd volgens figuur 2 waarbij de tegendruk tijdens het lasproces wordt geleverd door een onderrol. De lasdruk moet vastliggen door de constructie van het apparaat of deze dient instelbaar te zijn. De afstand tussen de rollen dient aan de nominale dikte van de folie te kunnen worden aangepast. Indien de ingestelde druk niet betrouwbaar is af te lezen van de apparatuur, dient de instelling aan de hand van proeflassen te worden bepaald.
 - 5 Wanneer de apparatuur voorzieningen heeft voor het tijdens het lassen opslaan van procesgegevens, dient de meetfrequentie tenminste 1x per 0,1 m las te bedragen en dient de apparatuur voorzien te zijn van voldoende opslagcapaciteit voor meetresultaten. De eisen verwoord in punt 2 blijven echter onverkort van kracht.

2.7.2 Extrusie- en heetgasapparatuur voor het uitvoeren van detailwerk van reparaties

Met de apparatuur moeten handmatig verbindingen van de gewenste constante goede kwaliteit kunnen worden gelegd in de folieafdichting. Daarom dient de apparatuur aan de volgende eisen te voldoen:

- 1 Het apparaat moet normaal gesproken in het veld goed hanteerbaar zijn.
- 2 De verwarming dient elektrisch te zijn met voldoende vermogen om de ingestelde temperaturen te handhaven. De temperaturen van de voorwarmlucht en het extrudaat of van de voorwarmlucht dienen door temperatuurregelaars op de ingestelde waarden te worden gehouden tijdens het lassen. De hoeveelheid verwarmde lucht dient bij voorkeur instelbaar te zijn.
- 3 De temperaturen dienen tijdens het lassen gemakkelijk afleesbaar te zijn.

Andere verbindingsmethoden, zoals ultrasoon lassen, hoog frequent lassen of lijmverbindingen/vloeistofflassen zijn in bepaalde gevallen voor detailverbindingen en reparaties toegestaan, indien door een terzake deskundige instantie is aangetoond dat volgens die methode betrouwbare verbindingen gemaakt kunnen worden,

2.8 PROEFLASSEN

Proeflassen kunnen voor verschillende doeleinden worden vervaardigd:

- kwalificatie van de lasmethode en de lasapparatuur;
- kwalificatie van de lassers;
- instellen van de juiste lasparameters voor de heersende omstandigheden;
- vaststellen van de lasbaarheid van toe te passen folie na langdurige opslag of van een aansluiting op een reeds bestaande afdichting.

Wanneer de lassen worden gebruikt voor kwalificatiedoeleinden dienen kanaallassen tenminste 4,0 m lang te zijn; voor detaillassen en voor het instellen van lasparameters kan met tenminste 2,0 m worden volstaan. De proeflassen worden door een deskundige eerst onderworpen aan een beoordeling van het uiterlijk en van de geometrie en daarna aan mechanische beproevingen. Bij twijfel dient altijd een onafhankelijk deskundige te worden ingeschakeld. Wanneer de proeflassen deel uitmaken van een kwalificatieonderzoek dienen zij ook worden onderworpen aan een dichtheidsbeproeving zoals omschreven in par. 2.9.2.

De beoordeling van het uiterlijk en van de geometrie heeft tot doel de volgende punten vast te stellen:

- de regelmaat van het uitgevoerde lasproces;
- het voldoen aan de eisen voor de afmetingen;
- de uitlijning van de apparatuur;
- de instelling van de lasdruk in relatie tot de lastemperatuur en de snelheid van lassen.

Het uitvoeren van mechanische proeven aan proefstukken uit de las heeft tot doel uitsluitsel te geven over de volgende punten:

- is de hechting in de las zodanig goed, dat ook op de langeduur een bedrijfszekere verbinding mag worden verwacht;
- zijn er geen plaatsen in de las van waaruit door kerfwerking op de langeduur scheuren kunnen ontstaan.

De afpelproef geeft een indicatie over de hechting, daarnaast geeft deze voor semi-kristallijne materialen tevens een indicatie over de aanwezigheid van te scherpe overgangen tussen verwarmd en onverwarmd materiaal. De trekslagproef geeft een indicatie over de kerfwerking van de lasril of, bij de extrusie-naad, over te groot verschil in temperatuur tussen lasvlak en toevoegmateriaal tijdens het lassen. Onder de lasril wordt verstaan het gesmolten materiaal dat tijdens het lassen tussen de te lassen vlakken wordt uitgedrukt.

2.8.1 Beoordeling van het uiterlijk en de geometrie

De beoordeling geschiedt visueel en met schuifmaat, micrometer of meetpasser. De afmetingen en de geometrie van de las worden beoordeeld aan de hand van de proefstukken die voor het uitvoeren van mechanische beproevingen over de lengte verspreid uit de las worden genomen.

De proeflassen moeten aan de volgende eisen voldoen:

- Het uiterlijk van de lassen moet in essentie regelmatig zijn, tekenen van haperen van het proces en andere onregelmatigheden mogen niet worden geconstateerd.
- De afmetingen van de lassen moeten voldoen aan de eisen, vermeld in par. 2.6.1 in figuur 1. Bij

een extrusielas dient de naad zich in essentie onder het dikste deel van de streng toevoegmateriaal te bevinden.

- De overlappen dienen in essentie evenwijdig te zijn aan de doorlopende folie, een ingesloten hoek van maximaal 10° is nog acceptabel.

2.8.2 Bepaling van de mechanische eigenschappen

De afpelproef, uitgevoerd conform par. 7.3.13 van deel I van deze protocollen, dient als resultaat te hebben, dat het materiaal over tenminste 4/5 van de lasbreedte aan de beide vlakken blijkt te hebben gehecht. Voor materialen zonder vloeipunt blijkt dit uit het feit dat geen der afgepelde vlakken de oppervlaktestructuur vertoont van het ongelaste materiaal. Voor semi-kristallijne materialen en materialen die zich in de trekproef gedragen overeenkomstig figuur 2a uit deel I van deze protocollen blijkt dit uit het feit dat op het afgepelde oppervlak duidelijk sporen van vloeï aanwezig zijn. Voor deze materialen geldt bovendien de eis dat het materiaal buiten de las moet vloeien of taai breken voordat 30% van de las is afgepeld.

Aan semikristallijne materialen, materialen die zich in de trekproef gedragen overeenkomstig figuur 2a uit deel I van deze protocollen, met een dikte > 1,5 mm dient een trekslagproef te worden uitgevoerd conform par. 7.3.8 van deel I van deze protocollen. Voor HDPE geldt als eis, dat de trekslagsterkte tenminste 250 kJ/m² bedraagt. Voor alle materialen geldt, dat de breuk een taai karakter moet hebben.

TABEL 4 Eisen aan lassen in onversterkte materialen.

Eigenschap	eisen
Trekslagsterkte	≥250 kJ/m ² of vloeï ¹⁾
Afpelproef	vloeï

1) 250 kJ/m² geldt voor HDPE.

2.8.3 Beoordeling proefflassen

De beproeving van de lassen voor kwalificatiedoeleinden dient te geschieden in een onafhankelijk terzake kundig laboratorium.

Proefflassen voor het instellen van de lasparameters dienen dagelijks te worden vervaardigd alvorens gelast wordt en telkens wanneer de omstandigheden op de lokatie duidelijk veranderen. De bepaling van de mechanische eigenschappen van de proefflassen geschiedt voor wat de afpelproef betreft door de verlegger met een mobiele trekeenheid met elektrische aandrijving, die het mogelijk maakt om deze proef gecontroleerd met een constante snelheid uit te voeren. De trekslagproef kan zowel in het veld als in het laboratorium worden uitgevoerd door een onafhankelijk terzake kundige instantie of door eigen kwaliteitsfunctionarissen van gecertificeerde folieverleggers. De proefflassen en de gebruikte proefstukken dienen zorgvuldig te worden gemerkt, gedurende het project tot maximaal 1 week na oplevering te worden bewaard en desgevraagd aan de keurende instantie of aan de directie of opdrachtgever ter beschikking te worden gesteld voor het uitvoeren van verificatieproeven of contra expertise.

2.9 LASSEN IN HET VELD

De in de fabriek vervaardigde verbindingen (zie deel I par. 5.3) en alle in het veld gemaakte verbindingen van afdichtingsfolies moeten op hun laskwaliteit en op hun afdichtingseigenschappen worden gecontroleerd. De las heeft een goede kwaliteit wanneer de las, ook op de lange duur dicht is, voldoende mechanische sterkte heeft, de laszone homogeen is en vrij van scheuren, insluitels, holten, e.d.

Algemeen

Voor een goede kwaliteitscontrole is het vereist om, alvorens met de productielassen te beginnen, enkele referentielassen te maken. De referentielassen worden als vergelijkingsmateriaal gebruikt bij de visuele beoordeling van de praktijklassen, wanneer ze voldoen aan de beproevingseisen vermeld in de betreffende materiaalbladen. Wanneer tijdens het lassen blijkt dat de lascondities afwijken van de condities tijdens het vervaardigen van de referentielas, dient het lassen te worden gestopt. De lassen die met de afwijkende lascondities zijn gemaakt, dienen te voldoen aan de eisen vermeld in de betreffende materiaalbladen. Als de lassen die gemaakt zijn met afwijkende lascondities, niet aan de eisen voldoen, dienen ze te worden hersteld. Hetzelfde geldt wanneer de visuele inspectie en eventueel andere beoordelingsmethoden aangeven dat de las niet voldoet aan de gestelde voorwaarden.

Lange lassen

Door visuele inspecties worden indicaties verkregen over het verloop van het lasproces, door middel van lektheidspoeven worden de afdichtingseigenschappen bepaald. Tevens is het mogelijk na te gaan of zich lokale onregelmatigheden in de las voordoen. Zekerheid over de afwezigheid van kleine lekkages kan hiermee echter niet worden verkregen.

De geometrie van de las en de lasril, die bij het lassen ontstaat, dient aan de gestelde afmetingen te voldoen.

Bovendien is het vereist om naast de controle achteraf, ook tijdens het lassen voortdurend de lascondities, waarden voor lasdrukken, lassnelheid en wigtemperatuur, e.d. te controleren, waar nodig bij te stellen en regelmatig na te gaan of de lasapparatuur goed werkt. Controle achteraf garandeert namelijk niet dat alle fouten worden vastgesteld. Vooral inhomogeniteiten in de las waarbij de lasvlakken wel contact met elkaar maken, maar niet of nauwelijks zijn samengevloeid (bijvoorbeeld plaklassen) worden niet gevonden.

Bij de destructieve beproeving van de (referentie-)lassen, dienen tenminste een tweetal beproevingsmethoden te worden gebruikt. Aanbevolen wordt een pelproef en een lange-duur constant-load proef of als de tijd dat niet toestaat tenminste een pelproef en een trekslagproef.

Detail- en reparatielassen (zie laspraktijkaanbeveling VF 99-48)

De gemaakte productielassen moeten achteraf worden gecontroleerd. De las heeft een goede kwaliteit wanneer de las, ook op de lange duur dicht is, voldoende mechanische sterkte heeft, de laszone homogeen is en vrij van scheuren, insluitels, holten, en dergelijke. De geometrie van de las dient aan de gestelde afmetingen te voldoen. In figuur 6 zijn enige fouten bij extrusielassen weergegeven. Bij heetgaslassen kunnen de volgende fouten voorkomen:

- plaklas
- te weinig overlap
- verbranding materiaal
- blaasvorming
- wegvloeiën materiaal
- kanaalvorming
- ploovorming
- opeenhoping gesmolten materiaal.

Bovendien is het vereist om naast de controle achteraf, ook tijdens het lassen voortdurend de geëxtrudeerde las te controleren, waar nodig bij te stellen en regelmatig na te gaan of de lasapparatuur goed werkt.

Controle achteraf garandeert namelijk niet dat alle fouten worden vastgesteld. Vooral inhomogeniteiten in de las waarbij de lasvlakken wel contact met elkaar maken, maar niet of nauwelijks zijn samengevloeid (bijvoorbeeld plaklassen) worden niet gevonden.

Bij de destructieve beproeving van de (referentie-)lassen, dienen tenminste een tweetal beproevingsmethoden te worden gebruikt. Aanbevolen wordt een pelproef en een lange-duur constant-load proef of als de tijd dat niet toestaat tenminste een pelproef en een trekslagproef.

2.9.1 Visuele controle

De visuele controle richt zich op het constateren van onregelmatigheden in het lasproces. Het uiterlijk van de productielassen wordt nauwkeurig bekeken en vergeleken met dat van de referentielassen. Er mogen zich geen grote afwijkingen voordoen ten opzichte van de referentielassen. Verder wordt speciaal gelet op ploovorming, inhomogeniteiten, scheuren, gelijkmatigheid van de las, voldoen aan vereiste lasgeometrie zoals breedten en dikten, slipsoren van aandrijfrollen, opsteken van de overlap etc. Op verdachte plekken wordt nagegaan of hechting aanwezig is. Aan plaatsen met afwijkingen moet bij de controle op afdichting van de las bijzondere aandacht worden besteed. Deze plaatsen worden gemerkt.

Wanneer op grond van visuele waarneming wordt getwijfeld of de vereiste lasbreedte is gerealiseerd, moet de betreffende plaats nader worden gecontroleerd. De vereiste lasbreedte uit figuur 1 is in figuur 7 aangeduid met de letter b. Plaatselijke versmallingen in de las, c, leiden niet in alle gevallen tot de aanduiding "te repareren plaats". Daarvoor is het noodzakelijk, dat de lengte van de versmalling, d, een bepaalde maat overschrijdt. De versmalling in de las wordt aangemerkt als te repareren plaats wanneer

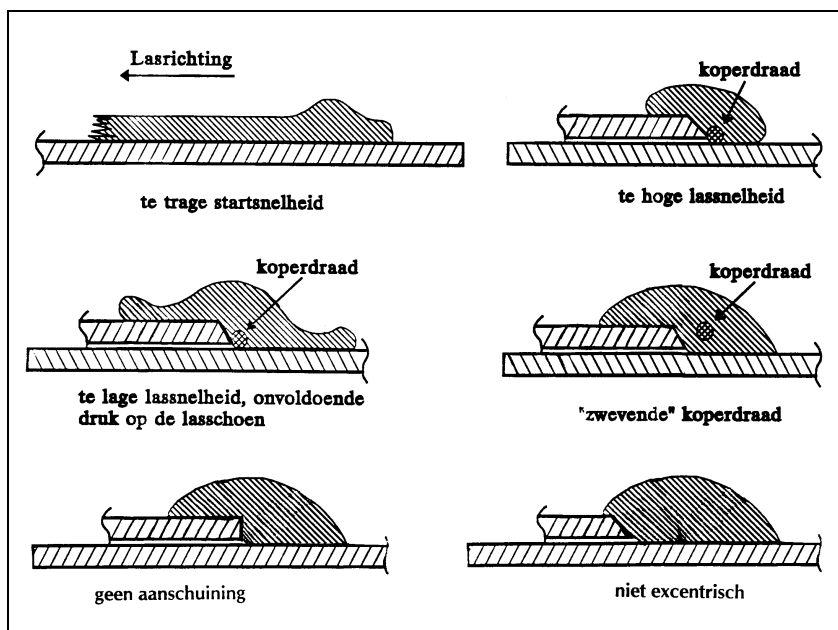
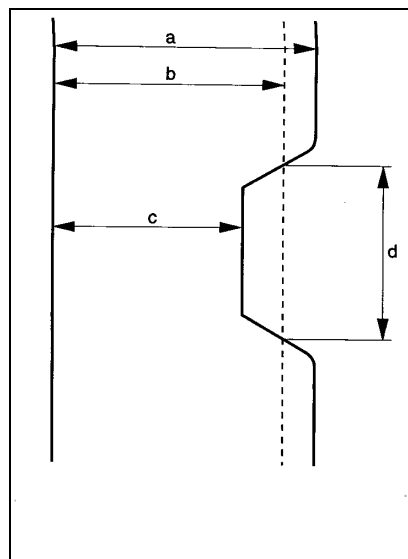


Fig. 6 Enige mogelijke fouten bij het extrusielassen

aan één van onderstaande voorwaarden wordt voldaan:



a = werkelijke lasbreedte
 b = vereiste lasbreedte
 c = plaatselijke versmalling van de las
 d = lengte van de versmalling

als $d \geq 200$ mm en $c \geq 0,9 b$
 als $d \geq 100$ mm en $c \geq 0,75 b$
 als $d \geq 40$ mm en $c \geq 0,6 b$
 $c < 0,6 b$

Fig 7. Dimensies van een lasverbinding.

2.9.2 Afdichting kanaallas door afpersen van het kanaal

Bij de beproeving van de kanaallassen wordt er vanuit gegaan dat de las dicht is wanneer het uitgespaarde kanaal in de las dicht is.

Er moet dus worden nagegaan in hoeverre het tussen de evenwijdige lassen uitgespaarde kanaal lekdicht is nadat deze kamer op inwendige druk is gebracht. Deze beproeving wordt als volgt uitgevoerd:

De las wordt eerst aan de beide uiteinden afgesloten, bijvoorbeeld door er een speciale slangpilaar op te lassen, door het kanaal dicht te lassen of door het kanaal dicht te klemmen. Vervolgens wordt een holle naald, voorzien van een slangpilaar, door de folie in het luchtkanaal gestoken. Op de slangpilaar worden een luchtinlaat, drukregelaar en een manometer aangesloten (meetbereik max. 6 bar, afleesbaarheid minimaal 0,1 bar). De manometer staat in open verbinding met het kanaal. Tussen de compressor en de luchtinlaat bevindt zich een afsluiter. Eerst wordt het kanaal doorgeblazen.

De tijd tussen het lassen en afpersen is gebonden aan een minimum. Deze wachttijd bedraagt ten minste 30 minuten tenzij in de materiaalbladen anders is aangegeven. Na het verstrijken van de wachttijd, kan het kanaal op de vereiste druk worden gebracht en wordt gedurende 15 minuten op deze druk gehouden, dit om de invloed van kruipeffecten te minimaliseren. Vervolgens wordt de afsluiter dichtgedraaid en wordt de druk op de manometer afgelezen. Na 15 minuten wordt de druk opnieuw afgelezen (totale proeftijd is dus 30 minuten). De druk is afhankelijk van de aard van de folie, de dikte en de temperatuur. Een aantal richtwaarden is gegeven in tabel 5.

Een drukdaling $\leq 0,1$ bar duidt nog niet op een lek. Na goedkeuring van het resultaat wordt het kanaal aan beide zijden dichtgelast evenals de naaldgaten en andere insnijdingen. Het dichtlassen wordt gedaan met extrusielassen.

Een drukdaling $> 0,1$ bar duidt op een mogelijk lek. De beproeving wordt herhaald nadat de las en alle

slangaansluitingen e.d. zijn ingesmeerd met een schuimvormende niet agressieve vloeistof. Blijken er geen lekken in de aansluitingen of de bovenlas te zijn, dan is de kans groot dat de lekkage zich in de onderlas bevindt. Bijvoorbeeld met een stethoscoop o.i.d. is de lekkage op te sporen. De lekkage wordt gerepareerd en de beproeving wordt nogmaals uitgevoerd.

Als de lekkage niet te lokaliseren is kan de te beproeven baan in tweeën worden gedeeld door het kanaal in het midden af te sluiten. Na deze procedure eventueel enige malen te herhalen, is het lek gelokaliseerd en kan het worden gerepareerd.

Na de drukproef wordt één uiteinde opengesneden. Wanneer aan het andere einde van het kanaal een luchtstroom wordt geconstateerd is het kanaal open en wordt ook die zijde afgesloten.

Wanneer het kanaal verstopt is moet de plaats van de verstopping of lekkage worden opgespoord. In geval van een verstopping zal de las in delen moeten worden afgeperst.

TABEL 5 Proefdruk afhankelijk van foliedikte en temperatuur.

	Proefdruk (bar)					
	HDPE	HDPE-flex	LLDPE	LDPE-flex	PVC-P	
foliedikte (mm)	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	2,5
folietemp. 20°C	2,0	3,0	4,0	1,0	1,5	2,0
folietemp. 35°C	1,3	2,0	3,0	0,6	0,9	1,3
folietemp. 50°C	--	1,0	2,0	--	--	--

N.B. De beproeving dient bij voorkeur te worden uitgevoerd bij een zo constant mogelijke folietemperatuur (maximaal 30°C). Bij sterk wisselende temperaturen ($\pm 5^\circ$) zullen in het kanaal drukfluctuaties optreden, die de meting verstoren. De meting dient dan te worden uitgesteld tot de temperatuur meer gelijkmatig is.

Nadat de lassen door afpersen zijn gekeurd, dienden de ontstane naaldgaatjes door extrusielassen te worden gerepareerd.

2.9.3 Afdichting enkele las

Voor het bepalen van de afdichting van enkelvoudige lassen staan twee methoden ter beschikking:

- Vacuüm klok
- Afvonken.

Bij de te volgen procedures wordt onderscheid gemaakt tussen lange lassen en detail- en reparatielassen.

2.9.3.1 Afdichting lange enkele las

Bij de bepaling van de dichtheid van lange enkele lassen wordt er vanuit gegaan, dat deze lassen niet worden toegepast wanneer een grote zekerheid en een doorlatendheid nihil worden vereist (zie par 4.2 uit Richtlijn Geomembranen).

De lange lassen worden allereerst visueel beproefd zoals aangegeven in par.2.9.1. en vervolgens met de vacuüm klok, zoals is aangegeven in par. 2.9.4.1 of als koperdraad is aangebracht door afvonken, zoals aangegeven in par. 2.9.4.3 te worden beproefd. Blijkt de structuur van de las plaatselijk verstoord, dan

wordt die plaats gerepareerd, ongeacht of de verbinding inderdaad lek is of niet, overeenkomstig de procedure aangegeven in par. 2.12. De plekken die bij de visuele beoordeling wegens afwijkingen werden gemerkt, maar die bij het afvonken geen afwijkingen vertoonden, worden met een vacuüm klok op lekdichtheid en sterkte gecontroleerd zoals aangegeven in par. 2.9.4.1. De plaatsen waar lekkages worden gevonden moeten worden gerepareerd.

Wanneer geen lekkages worden geconstateerd, of wanneer de reparaties in orde zijn bevonden wordt de verbinding goedgekeurd.

2.9.3.2 *Afdichting detail- en reparatielassen*

Detail- en reparatielassen worden allereerst visueel beoordeeld volgens par. 2.9.1, waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan de juiste uitvoering van het detail c.q. van de reparatie (zie par. 2.12). Daarna wordt de las over zijn totale lengte afgevonkt als koperdraad aanwezig is. Voor zover dit in verband met de vorm mogelijk wordt de las met de vacuüm klok beproefd (zie par. 2.9.4.1). Het kan nodig zijn in bepaalde gevallen gebruik te maken van een vacuüm klok van zeer beperkte omvang met speciale afdichtingsranden. Wanneer bij de visuele beoordeling geen ernstige afwijkingen worden gevonden en de verbinding zowel bij de vonktest als bij de vacuümtest dicht is, wordt deze goedgekeurd. Wanneer bij de visuele beoordeling ernstige fouten worden gevonden wordt, in geval grote zekerheid en doorlatendheid nihil worden vereist, ongeacht of lekkage wordt gevonden met de vacuümtest of met de afvonktest, gerepareerd om te voorkomen dat eventueel op de lange duur lekkage zou ontstaan. Wordt hetzij bij het afvonken, hetzij bij de vacuümtest lekkage gevonden, dan wordt deze gerepareerd op de wijze aangegeven in par. 2.12 waarna opnieuw beproefd wordt volgens deze paragraaf.

2.9.4 Lekdichtheidsbeproevingen

Voor het beproeven van de lekdichtheid staan naast de reeds beschreven proeven aan kanaallassen met luchtdruk, eveneens de reeds genoemde drie andere methoden ter beschikking:

- 1 Vacuüm klok onderzoek
- 2 Afvonken

In de navolgende paragrafen zal worden ingegaan op deze methoden en zullen de mogelijkheden, de beperkingen, de voor- en de nadelen van elk worden besproken.

2.9.4.1 *Vacuüm klok onderzoek*

Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een vacuüm klok. Dit apparaat bestaat uit een, meestal rechthoekige, klok van doorzichtig materiaal die met een vacuümslang is verbonden aan een vacuümpompje. De rand van de klok is voorzien van een flexibele strook om een goede afdichting op de folie te verzekeren. Het te beproeven deel van de las wordt voorzien van een proefvloeistof (bijvoorbeeld via kwasten of spuiten). Deze vloeistof mag niet te rijkelijk zijn aangebracht en niet agressief zijn voor de te beproeven folie. De vacuüm klok wordt over de te beproeven las, of deel daarvan, geplaatst zodat de las ongeveer in het midden van de vacuüm klok bevindt. De vacuümpomp wordt aangezet en het ventiel naar de klok wordt geopend. Er wordt vacuüm* gezogen tot 0,2 bar absoluut en dit wordt gedurende 30 seconden gehandhaafd. Tijdens het opkomen van het vacuüm zijn lekkages het beste zichtbaar. In geval van een lek is een duidelijke stroom luchtbellen waarneembaar ter plaatse van het lek. Bij een lek dient de proef te worden herhaald met het mogelijke lek in het midden van de vacuüm klok. De uitslag van de tweede proef is bepalend. Als er binnen 30 seconden geen

* De term vacuüm is in dit verband algemeen gebruikelijk, feitelijk is er sprake van enige onderdruk.

lekkage is geconstateerd is dat deel van de las lekdicht. Hoewel de beproeving met de vacuüm klok alleen iets zegt over de lekdichtheid wordt op de las ook een zekere afpelkracht uitgeoefend, waardoor toch sprake is van een zekere mate van sterkte beproeving.

Naar aanleiding van de methode kan het volgende worden opgemerkt:

- De methode is, daar zelfs van de eenvoudige rechthoekige klok de afmetingen slechts beperkt kunnen zijn, voor lange lassen zeer bewerkelijk.
- Voor afwijkende lassen, zoals die o.a. voorkomen in details, dienen aan de vorm aangepaste klokken voorhanden te zijn (hoeklassen!).
- De methode is in eerste instantie een meting van de waterdichtheid, tijdens de meting wordt echter op de las ook een zekere afpelkracht uitgeoefend, waardoor toch sprake is van een zekere mate van sterktebeproeving.

2.9.4.2 Afvonken

De vonktest wordt gebruikt voor het onderzoeken van de lekdichtheid van een las. Voor het lassen wordt een dunne, ongecoate koperdraad (\varnothing 0,4-0,5 mm) aangebracht. Met behulp van het afvonkapparaat wordt op een smalle metalen borstel of een puntvormige sonde een hoge spanning aangebracht waarmee de las wordt afgetast. Op plaatsen waar niet is gelast, waar geen hechting heeft plaatsgevonden en/of waar zich gaatjes in de folie of las bevinden, dus op die plaatsen waar de draad direct in verbinding staat met de buitenlucht, treedt vonkoverslag op. Deze vonkoverslag moet, bij voorkeur akoestisch, door het apparaat worden gesignaleerd. De plaats waar de vonkoverslag heeft plaatsgevonden moet worden gemarkeerd en gerepareerd. In tabel 6 is voor enkele materialen aanbevolen testspanning gegeven.

Wanneer een laagfrequent afvonkapparaat wordt gebruikt dient de koperdraad verbonden te zijn met het apparaat en dient men zich ervan te overtuigen dat de koperdraad niet is onderbroken.

De vonktest heeft als nadeel dat er geen enkele uitspraak over de sterkte van de las kan worden gedaan. Met de vonktest kunnen dus geen plaklassen worden aangetoond. Een ander nadeel is dat de koperdraad zal gaan corroderen en daardoor de las gaat belasten zodat de lange duur sterkte kan afnemen. Om de lekdichtheid aan te tonen verdient de vacuüm klok de voorkeur.

TABEL 6 Minimale testspanning voor enkele kunststoffen.

Materiaal	Testspanning (kV/mm)
PE	10
PVC-P	9
versterkt PVC-P	9

2.10 DOORVOEREN, RANDAFWERKINGEN EN ANDERE DETAILS

Voor details moet voor zover mogelijk gebruik worden gemaakt van geprefabriceerde stukken, dit geldt in het bijzonder voor doorvoeren. Doorvoeren van percolaatvoerbuizen door de folie dienen te worden vermeden wegens de kans op ontoelaatbare belastingen op de folie en de daarmee samenhangende verhoogde kans op lekkage. Wanneer toch van doorvoeren gebruik gemaakt moet worden dient een prefabdoorvoerstuk te worden toegepast, vervaardigd uit een afgeronde plaat van hetzelfde materiaal als de afdichtingsfolie met een dikte die zowel aan pijp als aan folie een goede thermische lasverbinding garandeert. De lekdichtheid en de sterkte van deze verbinding dienen controleerbaar te zijn, ook na installatie. Dit doorvoerstuk moet speciaal voor dit doel zijn ontworpen, rekening houdend met taludhellingen e.d. De folie wordt thermisch op de kraag gelast. De percolaatvoerbuiss moet aan de binnenzijde van de afdichting aan de doorvoerbuis worden verbonden met behulp van een speciaal ontworpen expansie- of schuifstuk.

Wanneer het voor aansluiting op putten, pompkelders en dergelijke niet mogelijk is gebruik te maken van thermische lassen en daarom gebruik moet worden gemaakt van afdichtingselementen van rubber, metalen klemstrips of van enige vorm van afdichtkit, dient deze verbinding zodanig gesitueerd te worden dat vervanging van het afdichtingselement c.q. het opnieuw kitten van de verbinding ten alle tijde mogelijk blijft.

Enkele voorbeelden van doorvoeren, randafwerkingen en andere details worden nu kort besproken.

Doorvoeren

Het aantal doorvoeren in een folieconstructie dient tot een minimum beperkt te blijven omdat de hiervoor benodigde detaillassen veelal kritischer zijn dan de lange lassen en zich bovendien minder goed laten beoordelen op lekdichtheid en lange duur gedrag. Het direct lassen van de folie op een doorvoer buis is niet toegestaan. Het lassen van folie op plaat is wel toegestaan maar vereist de nodige overlappende breedte.

In figuur 8 wordt een schuine buisdoorvoer getoond. Van de in de figuur vermelde afmetingen, materialen en lasmethode kan worden afgeweken. Naast een schuine doorvoer kunnen analoge verticale doorvoeren voorkomen in een stort. Hier wordt gebruik gemaakt van een doorvoerbuis met plaat die wordt geprefabriceerd in een kunststof verwerkend bedrijf. De optimale lassen worden verkregen door uit te gaan van hetzelfde type materiaal voor de doorvoerbuis, de plaat, de folie en het extrudaat (bij extrusielassen).

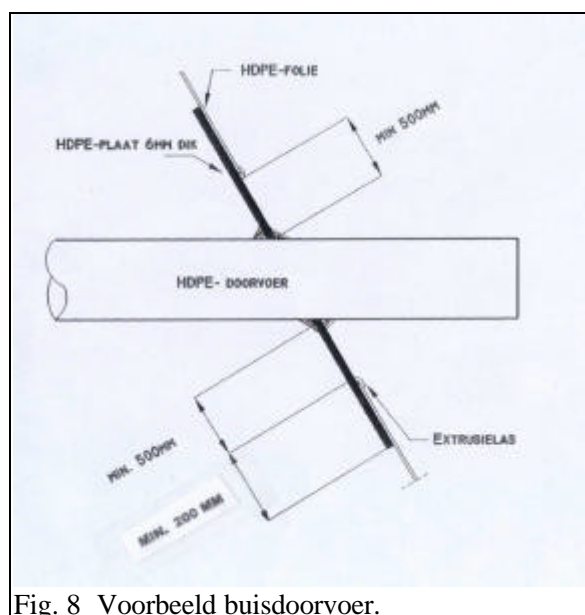


Fig. 8 Voorbeeld buisdoorvoer.

De plaat-buis lasverbinding is een starre verbinding, die door zetting kan worden belast. Deze verbinding kan dan op de lange duur scheurvorming en lekkage vertonen. Voor meer zekerheid kan dan worden gekozen voor een geprefabriceerde doorvoerbuis in een bakconstructie. Een voorbeeld van zo'n constructie wordt getoond in figuur 9.

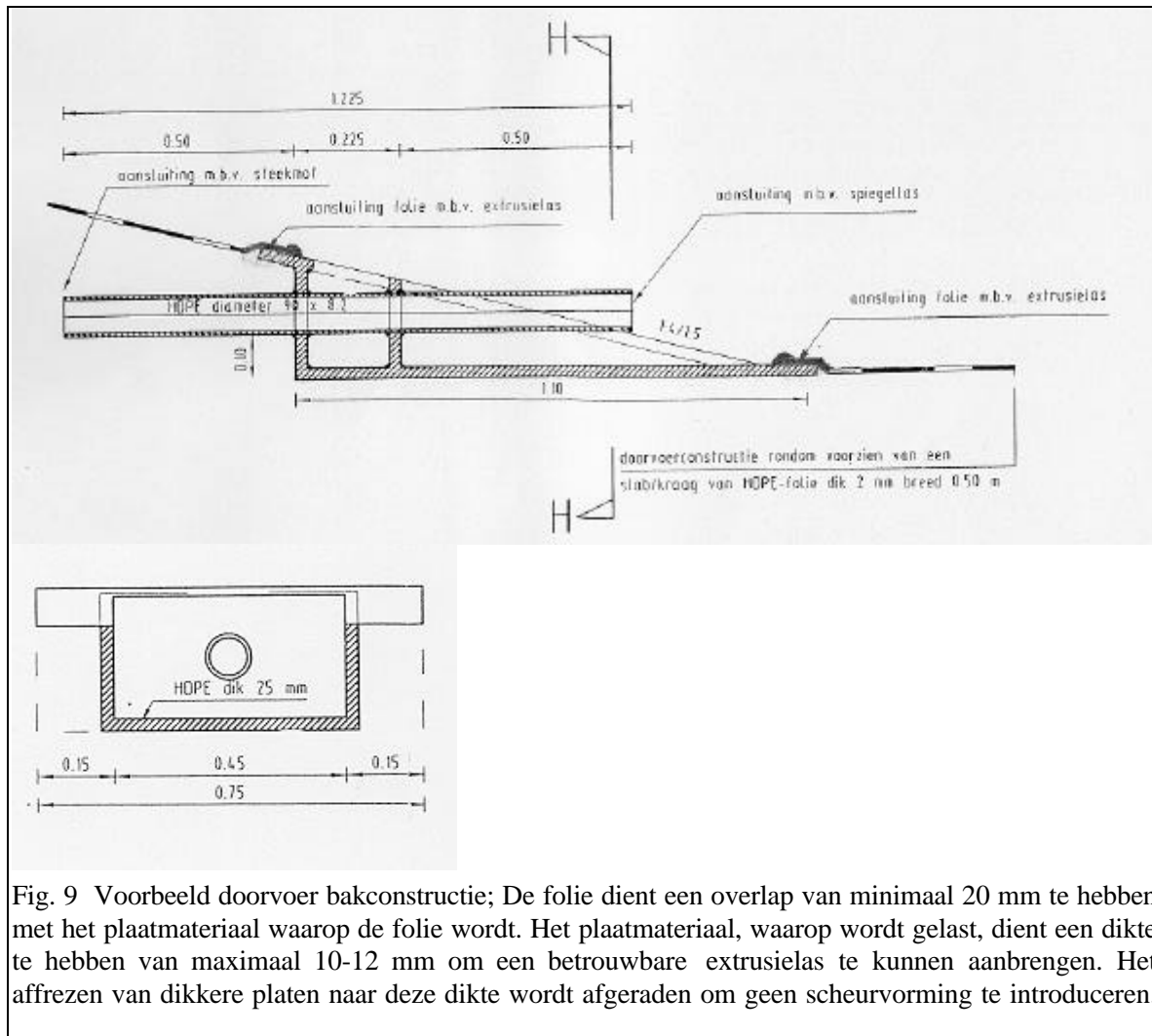


Fig. 9 Voorbeeld doorvoer bakconstructie; De folie dient een overlap van minimaal 20 mm te hebben met het plaatmateriaal waarop de folie wordt. Het plaatmateriaal, waarop wordt gelast, dient een dikte te hebben van maximaal 10-12 mm om een betrouwbare extrusielas te kunnen aanbrengen. Het afrezen van dikkere platen naar deze dikte wordt afgeraden om geen scheurvorming te introduceren.

Eindafwerkingen

Een stortplaats heeft veelal een vrije eindafwerking. Dat wil zeggen dat het folie einde in een kielspit wordt gelegd. Het is aan te bevelen maatregelen te nemen om het folie einde schoon en onbeschadigd te houden als in de toekomst een bovenafdichting of een uitbreiding zal worden aangelegd.

In figuur 10 wordt een vrije eindafwerking in een kielspit getoond. De folie kan voor de kielspit nog worden verankerd.

Naast vrij uiteinde komen vaste uiteinden voor en uiteinden die worden bevestigd aan een verticale wand. In figuur 11 wordt een oplossing voor een vast uiteinde getoond. De folie is hier bevestigd aan beton. Analoge bevestigingen op staal en hout zijn mogelijk. Bij deze bevestiging dient zorg te worden gedragen voor het voorkomen van beschadigingen van de folie. Hiertoe kan gebruik worden gemaakt van rubber of geotextiel lagen.

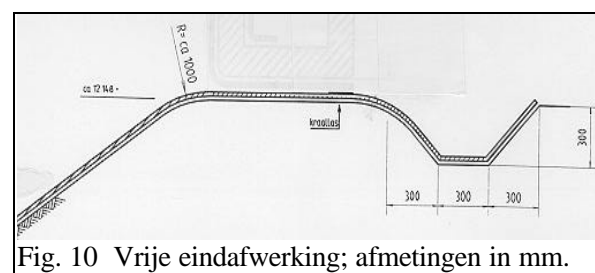
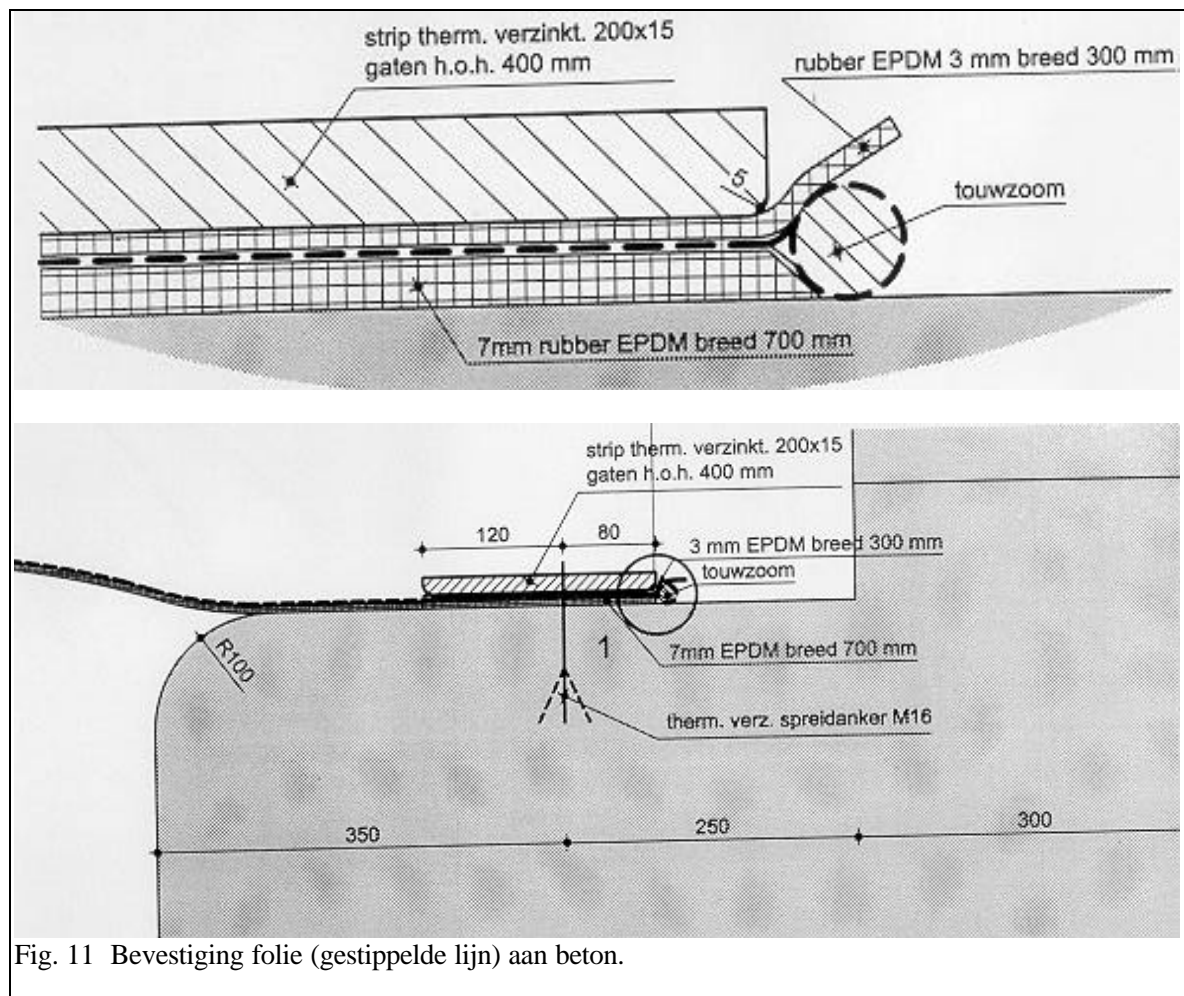


Fig. 10 Vrije eindafwerking; afmetingen in mm.



De slip van de folie in de klem kan worden voorkomen door het aanbrengen van een ingelaste touwzoom. Als bij de inklemming hoge krachten op de folie worden voorzien kan worden gebruik gemaakt van versterkte folie. De lengte gemeten vanaf de klemlijn van deze versterkte folie wordt bepaald door de lengte waarover de hogere krachten voorkomen.

Als grote zettingen worden verwacht in een folie met een vaste eindaansluiting, kan een overlengte aan folie worden toegepast. Men dient zich hierbij te bedenken dat scherpe vouwen in een folie tot een verzwakking van de folie leiden en dat de wrijvingsweerstand hoger kan worden dan de langeduur treksterkte van de folie vanaf een gronddruk van 0,5 – 2 m.

Verticale wand

Een mogelijkheid om zettingen op te vangen bij een eindbevestiging aan een verticale wand wordt getoond in figuur 12. Het betreft een wrijvingsverbinding. De zijdelingse druk resulteert in de afdichting. De folie dient aan de betonzijde weer te worden beschermd door een geotextiel of een rubberlaag.

Er zijn variaties mogelijk waar het de bevestiging van de folie aan de verticale muur betreft. Als de muur uit gegoten beton bestaat, kan bijvoorbeeld een PE plaat voorzien van noppen (zie figuur 13) worden ingegoten, waaraan door middel van extrusielassen de folie wordt bevestigd.

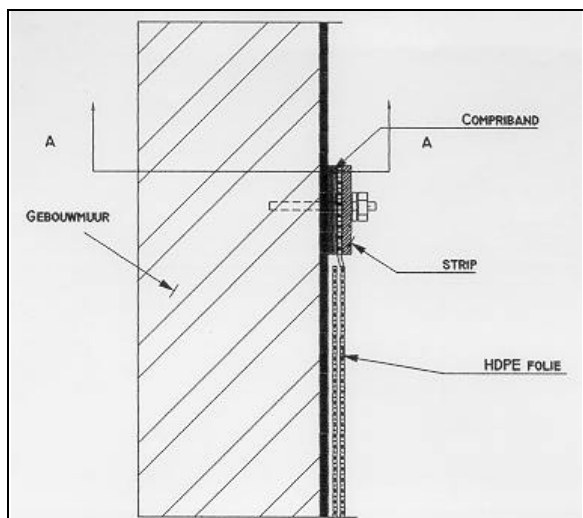


Fig. 12 Bevestiging van folie uiteinde aan verticale wand.

Betonbescherming

De doorvoer is niet altijd een kunststof buis die door middel van een plaat of een bak aan de folie kan worden verbonden. De doorvoer kan ook een vierkante betonnen put zijn. Om betrouwbare verbindingen met de folie te verkrijgen dient de put te worden voorzien van een geprefabriceerde kunststof ommanteling waarbij aan de onderzijde een horizontaal vlak is aangebracht waarop de folie kan worden gelast (zie figuur 14).

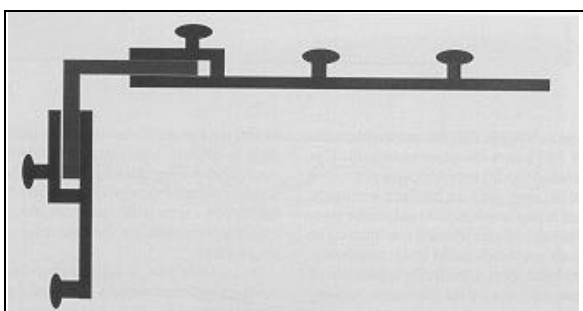


Fig. 13 Voorbeeld van hoekstuk dat zich laat lassen.

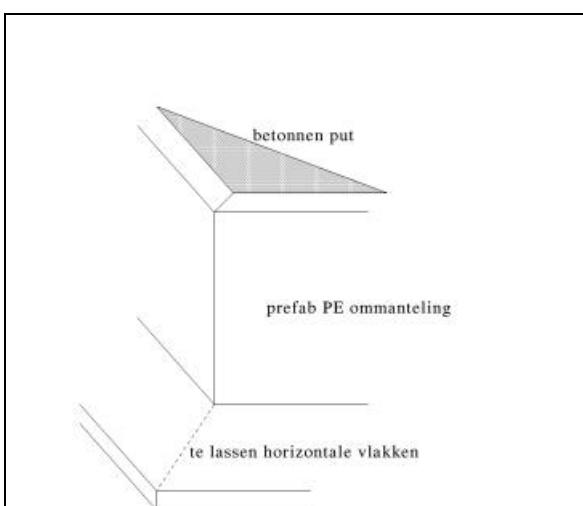


Fig. 14 Voorbeeld van hoekstuk dat zich laat lassen.

2.11 ONGUNSTIGE WERKOMSTANDIGHEDEN

Wanneer de werkomstandigheden ongunstig zijn dienen hetzij de werkzaamheden te worden gestaakt, hetzij maatregelen te worden genomen om deze toch mogelijk te maken. De volgende punten vragen aandacht:

1 *Windsnelheid*

Wanneer de windkracht ter plaatse meer is dan Beaufort 5, dient het uitrollen van de folie te worden gestaakt. Bij windkracht groter dan Beaufort 4 kan niet worden gelast, zonder dat van een tent of een andere wijze van afschermen gebruik wordt gemaakt. De windkracht waarbij dan nog kan worden gewerkt hangt af van de constructie van de tent of andere afscherming. Dit betekent in het algemeen, dat onder die omstandigheden slechts reparatie- en detailwerk kan worden uitgevoerd. Het ballasten van reeds uitgelegde folie bij opstekende wind dient met zorg te geschieden.

2 *Regen*

Tijdens (mot)regen kan niet worden gelast, tenzij gebruik wordt gemaakt van een tent en de te lassen vlakken droog zijn gemaakt middels warme lucht (100 °C). Ook in dit geval zal dit in het algemeen slechts detailwerk en reparaties omvatten. Begint het te regenen terwijl een las wordt uitgevoerd dan wordt indien mogelijk de las wel afgemaakt. De beproeving van die las eist wel extra aandacht.

3 *Temperatuur*

Lage temperatuur:

In het algemeen kan alleen worden gelast indien de folietemperatuur tenminste 5°C bedraagt. In geval van droog weer met weinig wind kan met behulp van extra verwarming en het gebruik van een tent bij lagere temperaturen worden gewerkt. Het verdient aanbeveling 0 °C als absolute ondergrens te beschouwen.

Hoge temperatuur:

Er dient bij het verbinden van de folie ook rekening te worden gehouden met een maximum folietemperatuur waarbij nog betrouwbaar kan worden gelast. Deze maximum temperatuur is afhankelijk van de aard van het materiaal en van de verdere plaatselijke omstandigheden. Er dient rekening te worden gehouden met de grote thermische uitzettingscoëfficiënt van kunststoffen. Het verdient daarom sterk aanbeveling, om geen foliebanen aan elkaar te lassen wanneer deze meer dan 10 °C in temperatuur verschillen, dit om ongewenste plooivorming en spanningen in de las te voorkomen. Wanneer folies bij hoge temperatuur welvingen vertonen kunnen deze, door deze oordeelkundig beperkt te ballasten, zichzelf in de koelte van de nacht gladtrekken, waarna zij in de vroege ochtend definitief geballast kunnen worden.

4 *Water op de folie*

Wanneer water op de folie staat dient eerst de wateroverlast effectief verholpen te worden, bijvoorbeeld door middel van het opwerpen van dijkjes of iets dergelijks, waarna de lasvlakken volkomen schoon en droog moeten worden gemaakt alvorens de verbinding gelast wordt.

2.12 REPARATIEMETHODEN

Wanneer bij de controle van de afdichtingsfolie en verbindingen in afdichtingsfolie fouten worden geconstateerd zoals vermeld in het "Keuringsplan verbindingen", hoofdstuk 3, dan moeten deze worden gerepareerd door erkende en goed geïnstrueerde vaklieden.

Zowel bij fouten in de kunststof afdichtingsfolies als bij fouten in de lasverbinding vindt de reparatie plaats met een nieuw stuk afdichtingsfolie. Dit moet aan alle kanten minstens 0,2 m buiten de fout of de beschadiging uitsteken. In het geval dat de reparatiefolie een lasverbinding bedekt moet de afmeting in de richting loodrecht op de las eveneens tenminste de breedte van de overlap zijn vermeerderd met 2x0,2 m. Wanneer scherpe scheurpunten aanwezig zijn moeten deze, alvorens de reparatie wordt uitgevoerd, worden afgerond, bijvoorbeeld door het boren, ponsen of snijden van een gat van tenminste 5 mm diameter op de scheurpunt (zie figuur 15).

De reparatiefolie wordt aangebracht op de plaats waar de fout zich bevindt. Bij een las ligt de lange zijde van het nieuwe stuk evenwijdig aan de las. De fout bevindt zich in het centrum.

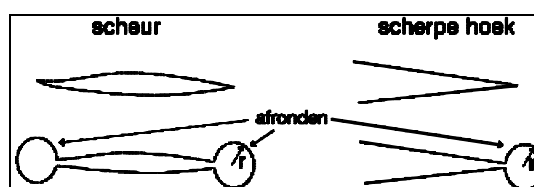


Fig. 15 Afronding van een scheur en een scherpe hoek om doorscheuren te voorkomen

Bij het aanbrengen van een stuk reparatiefolie moet de folie eerst op een aantal punten worden gefixeerd alvorens de reparatiefolie langs de gehele omtrek wordt gefixeerd. Dit om te voorkomen dat de folie door het uitzetten gaat plooien (zie figuur 16). Als de reparatiefolie is gefixeerd kan de extrusielas worden gemaakt.

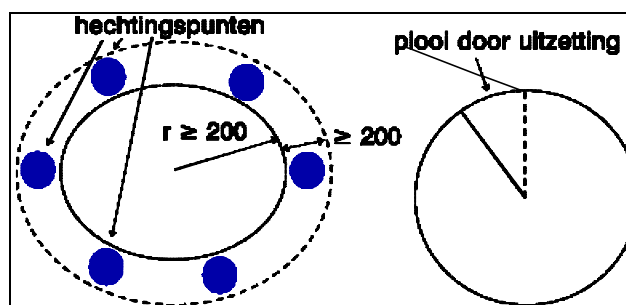


Fig. 16 Uitvoering (maatvoering en hechting) van een reparatiefolie

Alle reparaties en detaillassen worden voorzien van metaaldraad, zoals beschreven in par. 2.9.4.3, om te beproeven door afvonken mogelijk te maken.

In geval van HDPE en aanverwante materialen wordt in het algemeen de reparatiefolie eerst vast gezet met hetelucht handlasapparatuur en vervolgens met extrusielassen met de oorspronkelijke lagen verbonden, gebruikmakend van de handlasapparatuur beschreven in par. 2.6.2. De las moet minimaal 30 mm breed zijn, waarbij de *eigenlijke verbinding op de helft van die breedte moet liggen*. De te verbinden oppervlakken moeten eerst worden gereinigd en zonodig geschuurd of geslepen en het reparatiestuk moet worden aangeschuid (figuur 1) waarbij, zoals reeds eerder vermeld, in de folie geen krassen mogen ontstaan. Het geschuurde oppervlak moet geheel door de las worden bedekt.

Voor andere materialen worden reparaties in het algemeen met de hetelucht handapparatuur uitgevoerd, waarbij ook hierbij het oppervlak van de folie wordt opgeschuurd zonder dat daarbij krassen in de folie mogen ontstaan. Het reparatiestuk moet zoveel als mogelijk is aan het gehele oppervlak van de reparatie hechten. De lasbreedte moet in ieder geval tenminste 30 mm bedragen.

In geval van PVC-P wordt bij reparaties ook wel gebruik gemaakt van lijmverbindingen.

De reparaties dienen op lektheid te worden gecontroleerd door afvonken en met een vacuümklok. De meest voorkomende reparaties zijn de reparatie van een scheur en het aanbrengen van stuk reparatiefolie.

T-kruisingen

Het is toegestaan het einde van een foliebaan door een dwarslas te verbinden met een volgende foliebaan. Bij het maken van een langslas verbinding met de naastliggende foliebaan wordt de dwarslas

aan het eind door slijpen ontdaan van de overlappen (l_1 en l_2 in de middelste schets van figuur 1). De T-kruising wordt vervolgens door middel van een reparatielas afgewerkt. Het maken van deze lassen vereist deskundigheid. Controle door een onafhankelijk ter zake kundige instantie of door de eigen kwaliteitsfunctionaris van gecertificeerde folieverleggers is daarom vereist.

2.13 AANVULLEN GELASTE FOLIEBANEN

Het aanvulwerk dient zorgvuldig te geschieden om beschadigingen van het foliewerk te voorkomen. De aanvulling dient te worden uitgevoerd met grond die vrij is van scherpe voorwerpen en onvolkomenheden. De korrelgrootte van het materiaal mag ten hoogste 3 mm zijn, tenzij het bestek dit anders voorschrijft. Tijdens de aanvulwerkzaamheden dient bij bandentransport 1 m en bij rupstransport 0,5 m grond op de folie aanwezig te zijn. Verder dient te allen tijde te worden voorkomen dat in de folie tijdens de aanvulfase vouwen ontstaan, omdat hierdoor de folie voortijdig kan falen.

2.14 DOCUMENTATIE BIJ DE AANLEG

Alle bijzonderheden tijdens de aanleg dienen vermeld te zijn in een dagrapport, dat ter inzage is voor de keurende instantie en voor de directie van het werk.

De lasser dient van elke las een lasprotocol bij te houden, hierop dient minimaal vermeld te zijn:

- naam project;
- datum en tijd van uitvoering las;
- nummer las, ontleend aan legplan;
- naam lasser;
- rolnummers van beide te verbinden banen;
- gebruikte lasmethode;
- identificatie van de lasmachine;
- weersomstandigheden, windsnelheid, bewolking, neerslag, veranderingen tijdens de uitvoering met globale indicatie van de plaats waar de weersverandering plaats vond;
- welke voorbereiding lasvlakken;
- lasparameters: druk, temperatuur en snelheid van lassen en eventuele aanpassingen van de lasparameters die werden uitgevoerd naar aanleiding van tussentijdse weersveranderingen;
- uitgevoerde controles en het resultaat daarvan;
- door keurende instantie uitgevoerde verificaties;
- uitgevoerde reparaties waarbij elke reparatie ter identificatie een nummer krijgt;
- controleresultaten van reparaties;
- plaats voor parafen van keurende instantie, de lasser en eventueel door of namens de directie van het werk.

Dit protocol dient direct na het vervaardigen van de las te worden ingevuld.

3 KWALITEITSBORGING

3.1 KWALITEITSSYSTEEM

Om zeker te zijn dat een effectieve isolerende voorziening bereikt wordt, dient van elk ontwikkelingsstadium van het tot stand komen van een stort- of opslagplaats en het daarop volgend gebruik aangetoond te worden, dat aan alle aspecten van kwaliteitszorg is voldaan. Dit wordt kwaliteitsborging genoemd. Dit betekent dat de relevante activiteiten van:

- . advies en ingenieursbureaus
- . aannemers, fabrikanten
- . leveranciers en verwerkers
- . beheerders en nazorg instanties

in principe conform de werkwijze vastgelegd in de NEN-ISO 9000 serie en toepasselijke Kwaliteitssysteemreglementen moeten worden uitgevoerd. Dit houdt o.a. in de aanwezigheid van een kwaliteitssysteem, waarin tenminste het volgende is vastgelegd:

- . een duidelijke organisatie
- . duidelijke taak- en functieomschrijving van de werknemers
- . gezonde financiële basis van bedrijf of beherende instantie
- . voldoende gekwalificeerd personeel
- . duidelijke productspecificaties c.q. specificaties van te handhaven bodemkwaliteit
- . vaststaande procedures met betrekking tot:
 - toetsing en zonodig correctie van productkwaliteit c.q. bodemkwaliteit;
 - handelen bij calamiteiten;
 - archivering van alle relevante gegevens van ontwerp, realisatie en gebruik.

Hieraan wordt geacht te zijn voldaan indien de beoordeling van de kwaliteitsborging van de betreffende bureaus, bedrijven en instanties met positief resultaat is uitgevoerd op basis van een erkenningsregeling door een erkend instituut.⁷

3.2 EISEN AAN DE VERLEGGER

Zoals in de Richtlijn Geomembranen is vermeld dient de realisatie van de afdichting te geschieden door een erkende verlegger. De erkenning dient te geschieden op basis van een beoordelingsrichtlijn van een door de Raad voor Accreditatie erkende instelling. Deze beoordelingsrichtlijn dient criteria te geven voor de verschillende in par 3.1 opgesomde aandachtspunten voor het kwaliteitssysteem van de verlegger. Een aantal punten daarvan zal nader worden uitgewerkt.

3.2.1 Productspecificaties

De productspecificaties liggen vast in:

- het bestek
- het uitvoeringsplan

Deze specificaties dienen bij elk project voorhanden te zijn, al dan niet in de vorm van een standaard document, relevant voor de onderhavige toepassing.

Het bestek dient te voldoen aan de Richtlijn Geomembranen, aan deze protocollen en aan verdere eisen gesteld door vergunninggevers, opdrachtgevers etc.

Het uitvoeringsplan moet voldoen aan de eisen gesteld in par. 2.2, nader uitgewerkt in de paragrafen 2.3 t/m 2.13. Daarin liggen tevens vast de eisen te stellen aan verbindingen, apparatuur, eisen te stellen aan de las en eisen te stellen aan documentatie en archivering.

3.2.2 Toetsing en zonodig correctie productkwaliteit

Voor de toetsing van de productkwaliteit dienen de volgende documenten beschikbaar te zijn:

- . *Keuringsplan verleggen:* Hierin dienen vast te liggen de tijdens het uitrollen uit te voeren visuele controles en de wijze van vastleggen van de resultaten, waaronder ook de nummers van de gebruikte folierollen. Geconstateerde defecten worden in overleg met keurende instantie en directie van het werk hersteld zoals aangegeven in het uitvoeringsplan (zie par. 2.12) en gekeurd volgens het keuringsplan reparaties.
- . *Keuringsplan verbindingen:* Hierin dienen vast te liggen de uit te voeren controles, o.a. visueel onderzoek, lektheidsonderzoek en destructief onderzoek en de daarbij te hanteren frequenties alsmede de wijze van vastleggen van de resultaten. De intensiteit van de eigen controle van de verlegger is onafhankelijk van de gestelde eisen betreffende doorlatendheid en zekerheid en dient altijd te voldoen aan het gestelde in par. 2.8 en 2.9. Voor *doorlatendheid nihil* en *zekerheid extra of groot*, zoals voorgeschreven in de Richtlijn Geomembranen par. 4.2, dienen alle controles te worden geverifieerd door een externe onafhankelijke erkende instantie. Voor *matige zekerheid* dienen de controles per project steekproefgewijze te worden geverifieerd. Voor *zekerheid klein* dienen de controles per verlegger steekproefgewijze te worden geverifieerd. Geconstateerde defecten worden in overleg met keurende instantie en directie van het werk hersteld zoals aangegeven in het uitvoeringsplan (zie par. 2.12) en gekeurd volgens het keuringsplan reparaties.
- . *Keuringsplan reparaties:* Hierin dienen vast te liggen, op basis van hetgeen vermeld is in par. 2.12, de aard en de frequentie van de uit te voeren controles en de wijze van vastleggen van de resultaten. De controles, wanneer *zekerheid extra, groot, of matig* wordt vereist, dienen allen door eerder genoemde externe instantie te worden geverifieerd. In geval een kleine zekerheid is vereist geschiedt de verificatie steekproefgewijze per verlegger.

Deze keuringsplannen dienen in overleg met de instantie die de erkenningsregeling uitvoert te worden opgesteld. Zij kunnen in overleg met de opdrachtgever van een werk voor dat werk eventueel worden aangepast.

Door een door de Raad voor Accreditatie erkende certificatieinstelling kunnen verleggers worden erkend op basis van KIWA BRL-K 537/03.

3.2.3 Kwalificatie personeel

Van het personeel dient het vakmanschap te worden vastgesteld door een erkend instituut op basis van een erkenningsregeling. De erkenning dient te geschieden door de eigen kwaliteitsdienst van een gecertificeerde folieverlegger of op basis van een beoordelingsrichtlijn van een door de Raad voor Accreditatie erkende certificatieinstelling. Hierin dient in ieder geval aandacht te worden geschonken aan de onderstaande punten, waarbij in het niveau van de vereiste kennis onderscheid gemaakt moet worden tussen lassers en voorlieden. Het verdient aanbeveling een algemeen certificaat te geven voor de theoretische kennis en deelcertificaten te geven per lasmethode.

Vereiste theoretische kennis:

- 1 Kennis van de eigenschappen van de in aanmerking komende kunststoffen, in het bijzonder voor wat betreft hun gedrag bij hogere temperaturen en hun verouderingsgedrag.
- 2 Kennis van verwerkingsregels van kunststoffen, toevoegmaterialen, lasmethoden en lasmachines.
- 3 Lasparameters en hun samenhang.
- 4 Invloed van oppervlaktegesteldheid van de lasvlakken op de lasbaarheid.
- 5 Onderlinge lasbaarheid van verschillende materialen.
- 6 Beoordeling van de ondergrond.
- 7 Totale kennis van het verlegproces en het lassen.
- 8 Kennis van de achtergronden voor de visuele beoordeling, het lektheidsonderzoek (vacuüm en afvonk) en de reparatie van de lassen.
- 9 Kennis van de invloed van de weersomstandigheden.
- 10 Veiligheid.
- 11 Opstellen lasprotocollen e.d..

Vereiste praktische vaardigheid:

De lasser dient onder praktijkomstandigheden een proeflas te vervaardigen het een en ander zoals aangegeven in 2.8. De beoordeling van de proeflas geschiedt zoals in par. 2.8 is aangegeven.

Aan de hand van referentielijsten moet worden aangetoond dat de lasser de betreffende lassen regelmatig uitvoert en dus nog voldoende praktische vaardigheid heeft.

3.3 EISEN AAN DE CONTROLERENDE INSTANTIE

De controlerende instantie dient voor de betreffende verrichtingen gecertificeerd of geaccrediteerd te zijn. Onderzoeksinstituten en controlerende instantie kunnen gecertificeerd zijn door bijvoorbeeld STERLAB of STERIN.

4. ANDERE TOEPASSINGEN

De eisen verwoord in Deel I (hoofdstuk 3) zijn gericht op stort- en opslagplaatsen. De toepasbaarheid is evenwel groter. Andere toepassingsgebieden zijn onder andere waterkeringen, bufferbassins, aquaducten, vijvers en composteringshallen.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het maken van een materiaalkeuze voor de betreffende toepassing, op de te stellen eisen en controle, de verbindingsmethode en de controle op de verbindingen.

4.1 MATERIAALKEUZE

De meest gangbare materialen zijn PE, PVC-P, PP-copolymeeren EPDM. Binnen de groep PE moet onderscheid worden gemaakt tussen HDPE, HDPE-flex, LLDPE, VLDPE, LDPE-flex. De term flex duidt op toevoeging van een ander polymeer, bijvoorbeeld een copolymeer van PE en EVA.

De genoemde materialen hebben karakteristieke mechanische, chemische resistentie en permeatie-eigenschappen.

Rek

Wat betreft mechanische sterkte kan in eerste benadering de volgorde:

HDPE > LLDPE,LDPE,PVC-P,PP-co \geq HDPE-flex, VLDPE > EPDM > LDPE-flex

worden aangehouden. Hierbij is de hoogste sterkte ongeveer 30 MPa en de laagste 4 MPa. De stijfheid neemt in nagenoeg dezelfde volgorde af als de sterkte. De materialen met de laagste stijfheid laten zich het makkelijkste vervormen. Materialen met een lage stijfheid hebben als voordeel dat bij zettingen, waarbij de folie een zekere rek wordt opgelegd, een geringe piekspanning optreedt.

De rek tot breuk neemt voor de PE materialen toe met afnemende sterkte, met uitzondering van HDPE-flex dat een rek tot breuk heeft vergelijkbaar met HDPE. De rek tot breuk is het laagst voor EPDM, maar bedraagt nog steeds meer dan ca. 400 %.

In de meeste toepassingen dienen de gebruikte foliematerialen de vervormingen opgelegd door de omgeving te weerstaan.

Als er grote rekken (zettingen) worden verwacht, zijn PVC-P en VLDPE aan te bevelen gevolgd door LLDPE, LDPE-flex en HDPE-flex.

Als er grote belastingen optreden (bijvoorbeeld in mestzakken), dient te worden gewerkt met versterkte folies.

Verwerkbaarheid

De stijvere foliematerialen laten zich enigszins moeilijker verwerken dan de flexibele. Dunnere folies zijn makkelijker vervormbaar dan dikkere. Een belangrijke parameter bij de verwerkbaarheid is verder de doorscheurweerstand. Deze is met name voor EPDM kritisch.

Chemische resistentie

De resistentie van de hier beschouwde foliematerialen is voor anorganische stoffen opgelost in water geen probleem, mits hierbij geen oxiderende stoffen aanwezig zijn.

De chemische resistentie, waar het de organische oplosmiddelen betreft, is voor de PE materialen het beste voor HDPE en het minste voor de geflexibiliseerde materialen (zie tabel 4.2 in Deel I). Bij

langdurige belasting met chemicaliën valt HDPE te prefereren.
EPDM en PP-co zijn wat betreft chemische resistentie vergelijkbaar met de flexibele PE materialen.
PVC-P kan desintegreren in organische oplosmiddelen.

Permeatie

De permeatie door de beschouwde foliematerialen is waar het anorganische stoffen betreft te verwaarlozen.

Voor organische oplosmiddelen neemt de permeatie voor PE materialen toe met afnemende dichtheid. EPDM en PP-co zullen in het algemeen een grotere permeatie voor organische oplosmiddelen vertonen dan de PE materialen.

PVC-P kan desintegreren in organische oplosmiddelen (o.a. aceton, ethylacetaat, benzine, benzeen, toluen, trichlooretheen, chloroform, ether) en vormt dan in het geheel geen barrière meer voor deze stoffen.

PE, PP-co, EPDM en PVC-P folies dienen niet als barrièrelaag voor organische stoffen te worden gebruikt. Bij gebruik als calamiteiten folie, waarbij organische stoffen tijdelijk worden opgevangen door een kunststof folie dient PE folie te worden toegepast. De HDPE folie met een dikte van 2 mm zal na ca. 1 week doorslaan. Na deze periode ontstaat een transportstroom naar de omgeving. Bij gebruik van een flexibelere PE folie neemt deze periode af tot enige dagen. Binnen deze periode moeten de organische stoffen zijn verwijderd. De folie dient te worden vervangen als de blootstelling langer dan 1 dag heeft geduurd.

UV belasting

De weerstand tegen UV belasting is een eis, die kan worden gesteld aan het te leveren foliemateriaal.

Lasbaarheid

Dunne foliebanen laten zich in het veld niet betrouwbaar lassen. De minimum dikte is dan 1 mm.

De PE materialen laten zich allen lassen. Hierbij dient evenwel te worden opgemerkt dat toevoegstoffen in PE materialen de lasbaarheid kunnen beïnvloeden. Het lasvenster van de flex materialen is beperkter dan dat van HDPE, LLDPE en VLDPE. Vooraf dient te worden nagegaan of de beoogde partij betrouwbaar lasbaar is en de te gebruiken lasmethoden.

EPDM laat zich niet lassen maar dient te worden gelijmd. Deze lijmstrip dient te worden geïmpregneerd, meestal bij verhoogde temperatuur. De betrouwbaarheid van in het veld gemaakte verbindingen is minder dan fabrieksmatige vervaardigde verbindingen.

PVC-P laat zich lassen en ook lijmen. Dit laatste maakt onder water reparatie van PVC-P foliebanen mogelijk.

Dikte

De dikte van de te gebruiken folie hangt af van de gestelde eisen met betrekking tot de permeatieweerstand, lekkage door poriën in de folie, de doorslagweerstand en de scheursterkte. Hierbij komt de verwerkbaarheid. Dunne foliebanen laten zich in het veld niet betrouwbaar lassen. De minimum dikte is bij extrusielassen 1 mm.

De tabellen 4.1 en 4.2 in deel I ook een overzicht waarop de keuze voor een kunststof materiaal kan worden gebaseerd. De keuze voor HDPE voor de onderafdichting van een stortplaats is gebaseerd op goede eigenschappen waar het bestandheid tegen chemicaliën, de weerstand tegen permeatie, de mechanische eigenschappen, de duurzaamheid, de bestandheid tegen microbiologische aantasting en de lasbaarheid betreft. De ander PE materialen (LLDPE, HDPE-flex, etc.) zijn minder dan HDPE waar het de bestandheid tegen chemicaliën en de weerstand tegen permeatie van organische stoffen betreft.

4.2 MATERIAALCONTROLE

Nadat de materiaalkeuze is gemaakt, volgt een materiaalcontrole. Deze kan achterwege blijven als wordt gebruik gemaakt van een gecertificeerd foliemateriaal. De materiaalcontrole heeft tot doel vast te stellen dat de beoogde partij het gewenste materiaal is en voldoet aan de gestelde eisen.

De materiaalcontrole bestaat uit:

- vouwproef (par. 5.2.3);
- doorslagsterkte meting (par. 5.2.4);
- krimpproef (par. 5.2.5);
- trekproef (par. 5.2.6);
- doorscheursterkte meting (par. 5.2.7);
- trekslagsterkte meting (par. 5.2.8);
- spanningscorrosiemeting alleen PE materialen (par. 5.2.9);
- thermische stabiliteitsmeting (par. 5.2.10);
- carbon black bepaling (par. 5.2.11);
- weekmakerverlies meting voor alleen PVC-P (par. 5.2.12).

De partijcontrole bestaat uit:

- uiterlijk (par. 5.2.1);
- afmetingen (par. 5.2.2).

De controle op functionele eigenschappen bestaat uit:

- spleetdrukproef (par. 7.2.1);
- thermische verouderingsmeting (par. 7.2.2);
- bepaling van chemische resistentie afhankelijk van blootstelling aan chemicaliën (par. 7.2.3);
- bepaling van uitloging in en extractie door water alleen PVC-P (par. 7.2.4 & 7.2.10);
- UV resistentie bepaling afhankelijke van de toepassing (par. 7.2.5).

Verder dient de lasbaarheid met de beoogde lasmethoden te worden aangetoond door:

- beoordeling uiterlijk (par. 5.3.1);
- afpelsterkte (par. 5.3.2);
- trekslagsterkte (par. 5.3.3);
- lektheid (par. 5.3.4);
- langeduur sterkte (par. 4.3.2 D.1).

Bij de afpelsterkte en de trekslagsterkte bepaling worden uit de te onderzoeken las 10 proefstukken vervaardigd. Vijf proefstukken worden getest per bepaling. Als 2 of meer proefstukken niet aan de gestelde eis voldoen, volgt afkeuring. Als 1 proefstuk van de 5 beproefde niet aan de eis voldoet, wordt een nieuwe serie van 5 proefstukken beproefd en volgt afkeuring als niet alle proefstukken de gestelde eis halen. Als de 5 eerste beproefde proefstukken alle voldoen, volgt goedkeuring zonder meer.

4.2 UITVOERING

De uitvoering wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 2.

Om een waterdicht systeem aan te leggen is het essentieel dat de lassen op een juiste wijze worden vervaardigd. Bij voorkeur vindt er permanente controle plaats door een gecertificeerde controlerende instantie op met name de aspecten verwoord in de paragrafen 2.8, 2.9 en 2.10.

5 VERKLARENDE WOORDENLIJST

Afnamekeuring	:	Een onderzoek waarmee wordt vastgesteld dat een partij materiaal op de juiste wijze van het juiste materiaal is vervaardigd.
Alifatische verbindingen	:	Lineaire verbindingen en ringstructuren zonder geconjugeerde dubbele banden opgebouwd uit koolstof- en waterstofatomen. (cyclohexaan, octaan etc.).
Aromatische verbindingen	:	Geconjugeerd onverzadigde ringstructuren (benzeenringen) opgebouwd uit koolstof- en waterstofatomen (benzeen, toluen xyleen etc.).
ASTM	:	American Society for the Testing of Materials.
Batch	:	Een duidelijk gedefinieerde hoeveelheid van een product of materiaal waarvan, naar aanleiding van het gevoerde productieproces, mag worden verwacht dat de eigenschappen gelijk zijn.
CEN	:	European Committee for Standardization.
Certificatie instituut	:	Door de Raad voor Accreditatie (RvA) voor het onderhavige vakgebied op basis van EN 45011 erkend instituut voor het afgeven van certificaten
Chemische stof	:	In dit document elke stof, met uitzondering van water, waarmee de folie in contact komt.
Chemische aantasting	:	Verandering van fysische en mechanische eigenschappen van een materiaal onder invloed van het milieu waarmee het in contact komt.
Chemische reactie	:	Verandering in de molecuulstructuur van een materiaal door het milieu waarmee het in contact komt.
Confectioneren	:	Prefabricage van bijzondere vormstukken of (grote) delen van een afdichtingsconstructie.
Cunet	:	Vlakke deel van deponiebodem.
Detail lassen	:	Handmatig vervaardigde lassen van beperkte lengte in verband met bijzondere constructies, zoals doorvoeren, hoeken e.d. en reparaties.
Diffusie	:	Transport op moleculaire schaal van een stof door een andere stof onder invloed van concentratieverschillen.
DIN	:	Deutsche Industrie Norm.
Dwarslassen	:	Lassen dwars op de lengterichting van de foliebanen.
Doorlatendheid	:	De mate waarin een afdichtingslaag water c.q. vloeistof doorlaat, uitgedrukt in mm per tijdseenheid.
Doorvoering	:	Waterdichte constructie om een buis door de folie te voeren.
Erkende verlegger	:	Een bedrijf dat terzake op basis van de beoordelingsrichtlijn voor het verwerken van kunststof folie door een erkend instituut is gecertificeerd.
Erkenningsregeling	:	Een regeling voor procescertificatie op basis van een beoordelingsrichtlijn van een door de Raad van Accreditatie (RvA) voor het onderhavige vakgebied op basis van EN 45011 erkend instituut voor certificatie.
Extern regeneraat	:	Grondstof vervaardigd van afgekeurde en niet

	: gebruikte kunststoffen, bedoeld voor hergebruik in een andere productieplaats dan de productieplaats waar het materiaal oorspronkelijk middels een extrusie of spuitgietproces is vervaardigd.
Gelamineerde folies	: Uit meerdere lagen opgebouwde folie; de lagen kunnen van hetzelfde materiaal zijn of van verschillende materialen.
Geomembranen	: Vloeistofdichte membranen die worden gebruikt als vloeistof- of damp/gasbarrière in samenhang met grond of andere aanverwante materialen als een integraal onderdeel van een geotechnische constructie.
Intern regeneraat	: Grondstof vervaardigd van afgekeurde en niet gebruikte middels het extrusieproces vervaardigde materialen, inclusief proefproducties, randstroken e.d., waarvan de specificaties bekend zijn, afkomstig van de productieplaats van de producent en bedoeld voor hergebruik in dezelfde productieplaats van de producent.
ISO	: International Organisation for Standardisation
Klink	: Inkrimpen van de afvalmassa.
Kruislassen	: Dwarslassen, die over meerdere banen doorlopen.
Kwaliteitsborging	: Het op peil houden van een kwaliteitssysteem met inbegrip van het aantonen, dat het kwaliteitssysteem aan de gestelde eisen voldoet.
Kwaliteitssysteem	: Een stelsel van vastgelegde bedrijfskundige procedures en regels, dat tot doel heeft te verzekeren dat een product, proces of dienst aan de gestelde eis voldoet.
Kwaliteitszorg	: Georganiseerde zorgvuldigheid.
Lange lassen	: Semi-automatisch vervaardigde lassen van grote lengte, die dienen als verbinding tussen foliebanen.
Logboek	: Dagelijks bijgehouden voortgangsverslag bij realisatie of beheer van een voorziening.
Masterbatch	: concentraat van toevoegstoffen benodigd voor het verkrijgen van de beoogde duurzaamheid, mechanische eigenschappen of kleur, dat bij extrusie of spuitgieten aan de grondstof wordt toegevoegd.
Milieu	: Naast de gebruikelijke betekenis in dit document ook de omgeving van de folie waarin zich al dan niet chemicaliën bevinden.
Milieufolies	: Kunststof geomembranen die ter bescherming van het milieu worden toegepast.
Milieuspanningsbroosheid	: Zie spanningscorrosie
MRS	: Minimum Required Strength: De volgens ISO TR 9080 geëxtrapoleerde langeduursterkte van een materiaal uitgedrukt in N/mm^2 .
NEN	: Nederlandse Normen uitgegeven door het Nederlands Normalisatie Instituut NNI.
Olefinen	: Gedeeltelijk onverzadigde lineaire of vertakte verbindingen van koolstof en waterstof.
Opslagplaats	: Plaats voor het bewaren van stoffen voor een beperkte tijdsduur voordat verwerking of transport naar een plaats voor verwerking of stort plaats vindt.

Percolaat	:	Vloeistof die uit of langs de gestorte afvalstoffen loopt (sijpelwater).
Permeaat	:	Door de afdichting heengedrongen stoffen.
Permeatie	:	Transport op moleculaire schaal van stoffen door een afdichtingslaag.
Polymeer	:	Macromoleculaire stof, opgebouwd uit een groot aantal gelijke eenvoudige moleculen.
Prefabricage	:	Werkzaamheden aan buizen of folie, zoals het combineren van meerdere foliebanen tot een baan van grote breedte, alvorens de folie op locatie komt. Deze prefabricage vindt in het algemeen plaats in een speciaal daarvoor ingerichte werkplaats.
Recyclebaar materiaal	:	Grondstof vervaardigd van gebruikte producten.
Referentieperiode	:	Tijdsbestek waarbinnen een materiaal of een constructie moet blijven voldoen aan de gestelde eisen.
Spanningscorrosie	:	Gecombineerde werking van milieu en mechanische spanning, die leidt tot versneld falen.
Stabilisator	:	Stoffen die in kleine hoeveelheden aan kunststoffen worden toegevoegd ter verbetering van de bestandheid tegen veroudering
Stort	:	De op een bepaalde plaats gestorte afvalstoffen (en de bodembeschermende voorzieningen).
Stortdossier	:	Verzameling van documenten betreffende de gebruiksperiode.
Storten	:	Het -al dan niet in verpakking- op of in de bodem brengen van afvalstoffen, teneinde zich van deze stoffen te ontdoen.
Stortplaats	:	Zie stort.
Thermische veroudering	:	Veroudering onder invloed van zuurstof uit de lucht(polyolefinen) of door afsplitsen van zoutzuur (PVC-P).
THF	:	Tetrahydrofuraan, een oplosmiddel voor PVC.
Toelatingsonderzoek	:	Onderzoek waarmee tijdens een certificatieprocedure wordt vastgesteld of een product aan de eisen voldoet
Typebeproeving	:	Zie toelatingsonderzoek.
Typemateriaal	:	Het monstermateriaal, representatief voor het bewuste fabriekaat, waaraan het toelatingsonderzoek is uitgevoerd
UHF	:	Ultrahoogfrequent
UV	:	Ultraviolet (straling)
Vergunning	:	Vergunning als bedoeld in artikel 6 van de wet.
Voorziening	:	Constructie(onderdeel).
Zetting	:	Deformaties van de ondergrond.
Zettingsgradiënt	:	Verloop van grondzetting in de tijd.
Zettingsverschillen	:	Verskil in zetting van plaats tot plaats, waardoor deformaties in de afdichting ontstaan.

6 REFERENTIES

1. T.A. der Kinderen, G. Hamm, J.A. Molhoek, "Richtlijn voor het toepassen van geomembranen ter bescherming van het milieu", VROM, NGO, KRITNO en KIWA, VROM Reeks Bodembescherming 1991/5 (KRI-TNO Rapport Nr. 296/'91
2. J. Hoeks, H.P. Oosterom, D. Boels, J.F.M. Borsch, K. Strijbis, W. ter Hoeven, "Handleiding voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen", VROM Reeks Bodembescherming 1991/4.
3. "Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen, Ministerie van Volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieubeheer", juli 1991. VROM Reeks Bodembescherming 1991/2.
4. DVS 2225 Richtlinie, "Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau", Teil 1, februari 1991
5. idem
6. idem
7. Ref.1, par. 5.2