



Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen voor bodembescherming en gas- en vloeistofbarrièrelagen – Deel III: Lasaanbevelingen

Toelichting, uitwerking en bijbehorende eisen voor kunststoffolie toegepast als isolatie of barrière,
folieconstructievervaardiging en levensduurbepaling

**Protocollen voor het toepassen van
kunststof geomembranen voor
bodembescherming en gas- en
vloeistofbarrièrelagen –
Deel III: Lasaanbevelingen**

**Toelichting, uitwerking en bijbehorende eisen
voor kunststoffolie toegepast als isolatie of
barrière, folieconstructievervaardiging en
levensduurbepaling**

Oktober 2018

Herzien door:
Jan Breen
Thomas Klerks

Gecontroleerd door:
Werkgroep 'Geokunststoffen' onder verantwoordelijkheid van
de normcommissie 353 050 'Geokunststoffen'

UIT 85:2018
ICS 59.080.70; 91.100.50



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

DEZE PUBLICATIE IS AUTEURSRECHTELIJK BESCHERMD

Apart from exceptions provided by the law, nothing from this publication may be duplicated and/or published by means of photocopy, microfilm, storage in computer files or otherwise, which also applies to full or partial processing, without the written consent of the Royal Netherlands Standardization Institute.

The Royal Netherlands Standardization Institute shall, with the exclusion of any other beneficiary, collect payments owed by third parties for duplication and/or act in and out of law, where this authority is not transferred or falls by right to the Reproduction Rights Foundation.

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van het Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Het Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor vervoelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

Although the utmost care has been taken with this publication, errors and omissions cannot be entirely excluded. The Royal Netherlands Standardization Institute and/or the members of the committees therefore accept no liability, not even for direct or indirect damage, occurring due to or in relation with the application of publications issued by the Royal Netherlands Standardization Institute.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van door het Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut gepubliceerde uitgaven.

Voorwoord

De vorige editie van deze publicatie, 'Uitgewerkte lasaanbevelingen' (TNO-rapport Div499.1130), en de 'Protocolen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming' (TNO-rapport Div499.1097 en Div499.1098) dateren van 1999. Sinds die tijd hebben zich materiaal-, productie- en verwerkingsontwikkelingen voorgedaan binnen de toepassing van kunststoffolies voor geomembranen. De titel is daarom uitgebreid. Bovendien zijn er op het gebied van kwaliteitscontrole productnormen uitgewerkt voor verschillende toepassingen. Er zijn extra paragrafen toegevoegd als de nieuwe ontwikkelingen tot een uitbreiding hebben geleid.

Ook binnen de regelgeving hebben zich aanpassingen en uitbreidingen voorgedaan. De nu geldende Nederlandse Richtlijn Bodembescherming(NRB) is van 2012 [1]. Voor stortplaatsen is een checklist nazorgplannen opgesteld [2]. Voor het isoleren van IBC-bouwstoffen zijn SIKB-inspectieprotocollen opgesteld [3]. Verder zijn protocollen opgesteld voor inspectie van geomembraansystemen voor specifieke isolerende constructies [4].

De Europese Verordening bouwproducten, waaronder kunststoffolie, (305/2011/EU), ook wel *Construction Products Regulation* (CPR) genoemd, is sinds juli 2013 van kracht. De prestatieverklaring (*Declaration of Performance, DoP*) staat centraal in deze verordening. Veel bouwproducten die op de markt verschijnen binnen de Europese Unie (EU), moeten een CE-markering hebben waarin prestatie-eisen staan. De prestatie-eisen worden vermeld in de desbetreffende productnormen. Maar deze productnormen zijn nog niet afgestemd op de nationale regelgeving. CEN-werkgroepen zijn bezig om alle nationale regelgeving (en hiermee corresponderende prestatie-eisen) opgenomen te krijgen in de toekomstige productnormen. Bovendien blijft het toegestaan om voor specifieke geomembraanconstructies extra prestatie-eisen te stellen voor onder andere ligging en gebruik.

De indeling van de herziene editie is zo veel mogelijk gelijk gebleven aan die van de vorige editie.

Voor de herziening van 2018 werd de volgende commissie samengesteld:

C. Angenent	Genap	Lid
R. Bodamer	Cofra	Lid
D. Boels	-	Voorzitter
J. Breen	QS Testing	Rapporteur
H. de Bruijn	QS Inspection	Lid
I. Fluit	QS Inspection	Lid
F. van Hattem	Kiwa	Lid
B. Hendrix	Rijkswaterstaat	Lid
A. Hilligehekken	Cofra	Lid
T. ter Horst	Enviro Quality Control bv	Lid
T. Klerks	Kiwa	Rapporteur
F. Lelivelt	Leister	Lid
H. Mulleneers	GID Milieutechniek bv	Lid
C. Scheerder	Genap	Lid
A. Steerenberg	Enviro Quality Control bv	Lid
H. Varossieau	Leister	Lid
J. Verkade	SIKB	Lid
D. Walinga	Arcadis	Lid
P. de Wilde	Rijkswaterstaat	Lid
E. Zomers	NEN	Secretaris

Een van de leden, EQC, kan zich niet verenigen met het niet opnemen van de werkwijzen zoals beschreven in DVS-richtlijnen. Op basis van het in bijlage 2 opgenomen vergaderstuk van het KGWW College van Deskundigen van Kiwa zijn verwijzingen naar de desbetreffende DVS-richtlijnen niet opgenomen in deze protocollen. Het niet opnemen van deze DVS-testnormen is ook in lijn met de gevolgde, gangbare wijze waarop de prioriteit aan normen wordt gegeven. EN-normen hebben de hoogste prioriteit gevolgd door ISO-normen. Dan volgen nationale normen (ASTM, NEN, DIN, enz.) en hierna (nationale) private normen en richtlijnen zoals DVS-richtlijnen.

Inhoud

Inleiding	7
1 Wiglassen	9
1.1 Inleiding	9
1.2 Eisen apparatuur	9
1.2.1 Inleiding	9
1.2.2 Laswig	9
1.2.3 Aandrukrollen	10
1.3 Lasgeometrie	10
1.4 Lascondities	11
1.5 Lasproces	12
1.5.1 Stappen	12
1.5.2 Voorbereiding	12
1.5.3 Voorbewerken	13
1.5.4 Reinigen lasvlakken	13
1.5.5 Controleren voor het lassen	13
1.5.6 Lassen	13
1.5.7 Afkoelen	14
1.5.8 Inspecteren	14
2 Extrusielassen	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Toevoegmateriaal	15
2.3 Eisen apparatuur en lasser	16
2.4 Lasgeometrie	16
2.5 Reparatie	17
2.6 Lascondities	18
2.7 Lasproces	19
2.7.1 Stappen	19
2.7.2 Voorbereiding	19
2.7.3 Aanschuinen	20
2.7.4 Positioneren	20
2.7.5 Reinigen van laszone inclusief te gebruiken stuk reparatiefolie	20
2.7.6 Voorbewerken lasvlakken	20
2.7.7 Controleren voor het lassen	20
2.7.8 Lassen	21
2.7.9 Afkoelen	21
2.7.10 Inspecteren	22
3 Föhnlassen	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Lasvlakken	25
3.2.1 Reparatie	26
3.3 Lascondities	26
3.4 Lasproces	27
3.4.1 Stappen	27
3.4.2 Voorbereiding	27
3.4.3 Mechanisch voorbewerken lasvlakken	28
3.4.4 Positioneren en hechten	28
3.4.5 Controleren voor het lassen	28
3.4.6 Lassen	28
3.4.7 Afkoelen	28
3.4.8 Inspecteren	29

4	Beoordeling	30
4.1	Controle.....	30
4.2	Lekdichtheidstesten.....	31
4.2.1	Afpersen.....	31
4.2.2	Vacuüm klok.....	32
4.2.3	Vonktest.....	32
4.3	Destructieve testen.....	33
4.3.1	Inleiding.....	33
4.3.2	Afpeelproef in het veld.....	33
4.3.3	Afpeelproef in het laboratorium	34
4.3.4	Trekslagproef.....	34
4.3.5	Langeduur constante belastingsproef.....	35
5	Korte werkinstructies.....	36
5.1	Materiaalblad HDPE en LLDPE (wiglassen van folies).....	36
5.2	Materiaalblad VLDPE (wiglassen van folies).....	37
5.3	Materiaalblad HDPE (oud-nieuw) (wiglassen van folies).....	38
5.4	Materiaalblad HDPE – andere PE (wiglassen van folies).....	39
5.5	Materiaalblad PVC-P (wiglassen van folies)	40
5.6	Materiaalblad HDPE (extrusielassen van folies).....	41
5.7	Materiaalblad LLDPE en VLDPE (extrusielassen van folies).....	42
5.8	Materiaalblad PE – HDPE-plaat (extrusielassen van folie aan plaat).....	43
5.9	Materiaalblad HDPE (oud – nieuw) (extrusielassen van folies).....	44
5.10	Materiaalblad HDPE (föhnlassen van folies)	45
5.11	Materiaalblad PVC-P (föhnlassen van folies)	46

Inleiding

Deel III van de 'Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen voor bodembescherming en gas- en vloeistofbarrièrelagen' beschrijft per lasmethode het proces, de voorbereiding, de uitvoering en de controle.

De laspraktijkaanbevelingen in dit deel zijn van toepassing op het vervaardigen van lassen in folieconstructies voor:

- bodembescherming: zowel de onder- als bovenafdichting, zoals bij:
 - stortplaatsen;
 - opslagplaatsen;
 - IBC-bouwstoffen als onderdeel van civiele of ander werken;
 - industriële activiteiten (bedrijfsterreinen, tankstations);
 - bodemsaneringsobjecten;
- barrière in weg- en waterbouw: zowel in scheidingen van water-land als land-land en vergelijkbare toepassingen en constructies.

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

- kwaliteitsborging;
- veiligheid;
- deskundigheid en vaardigheid.

Kwaliteitsborging

Vóór het bestellen van materiaal moeten de vergunningen en de keuze van het materiaal worden gecontroleerd. Vóór het lassen moeten de voorwaarden van de opdrachtgever en de lasmethodebeschrijving worden gecontroleerd. Bij tegenstrijdigheden hierin moet de verantwoordelijke instantie een beslissing nemen.

Veiligheid

De laswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd met inachtneming van de Arbowet. Het toe te passen materieel en gereedschap moet voldoen aan de veiligheidsbesluiten. De uitvoering van de lasmethode moet voldoen aan de Wet publieke gezondheid.

Deskundigheid en vaardigheid

Het bedrijf dat de folies gaat lassen, moet beschikken over een deskundige die verantwoordelijk is voor de controle en uitvoering. Hieronder vallen:

- 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 het materiaal en de lasapparatuur 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 worden gesteld en door wie de keuring wordt uitgevoerd;
- het vastleggen van afspraken over deze afstemming;
- de controle op het in uitvoer zijnde laswerk.

Leeswijzer

De hoofdstukken 1/m 3 gaan achtereenvolgens over wiglassen, extrusielassen en föhnlassen.

Hoofdstuk 4 gaat over het beoordelen van de lassen. De beoordeling omvat voor alle lassen vergelijkbare activiteiten.

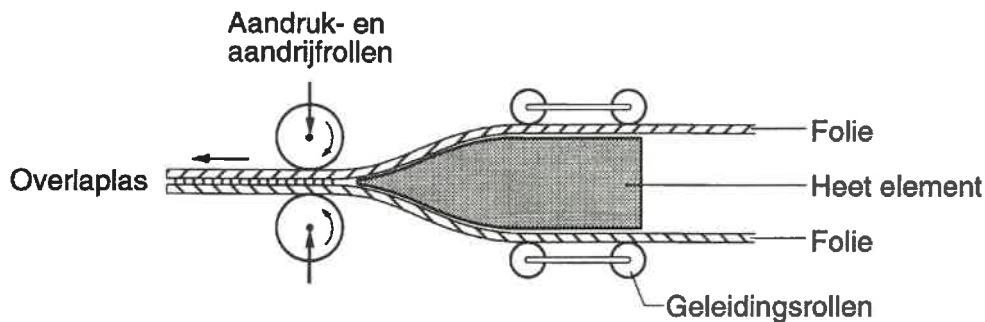
In hoofdstuk 5 is een aantal werkinstructies opgenomen.

1 Wiglassen

1.1 Inleiding

In het wiglasproces, ook wel heetelementlasproces genoemd, worden overlappen gemaakt. De te lassen foliebanen worden overlappend neergelegd. Daarna wordt het wiglasapparaat ingezet en gestart.

Het wiglasapparaat (zie figuur 1.1) beweegt zich met een ingestelde snelheid langs de overlap. Daarbij verwarmt de wig de lasvlakken van beide foliebanen. Door de aandrukrollen achter de laswig worden de te lassen oppervlakken met een vooraf ingestelde druk op elkaar gedrukt. Na het afkoelen is de las gereed.



Figuur 1.1 – Heetelementlasapparaat (de voortbewegingsrichting van het lasapparaat is naar rechts, de linker pijl geeft de relatieve beweging van de folie ten opzichte van het lasapparaat weer)

1.2 Eisen apparatuur

1.2.1 Inleiding

Het wiglasapparaat moet in goede staat van onderhoud verkeren. Het moet zo zijn geconstrueerd dat als gevolg van optredende krachten gedurende het lassen geen doorbuigingen of afwijkingen ontstaan waardoor de toleranties worden overschreden. De elektrische installaties van het wiglasapparaat moeten voldoen aan NEN 3140.

1.2.2 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 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, moet bij de keuze van het materiaal en bij het toepassen van een coating rekening worden gehouden met een voldoende slijtvastheid. De temperatuurregeling moet in staat zijn om de ingestelde laswigtemperatuur binnen het voorgeschreven temperatuurbereik te houden. Dit is vooral van belang bij het starten van het lasproces. De regeling moet zich dan aanpassen aan het vermogen dat door de folie wordt opgenomen.

De te gebruiken wiggen hebben de vorm van de te maken las. Meestal wordt een zogenaamde kanaallas gemaakt. Daarbij bedraagt de afstand van de vlakken die in contact komen met de te lassen folie, ten minste 10 mm (zie 1.3).

Het verschil in temperatuur tussen de beide contactvlakken van de wig mag niet meer bedragen dan 4 % van het voorgeschreven temperatuurbereik. Daarbij moet de temperatuur van de beide contactvlakken binnen het voorgeschreven temperatuurbereik blijven.

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.

1.2.3 Aandrukrollen

Aandrukrollen hebben meestal een dubbelfunctie:

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

Lassnelheid

De aandrijfrollen zijn altijd dubbel uitgevoerd. Aan de boven- en de onderzijde van de overlapas 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.

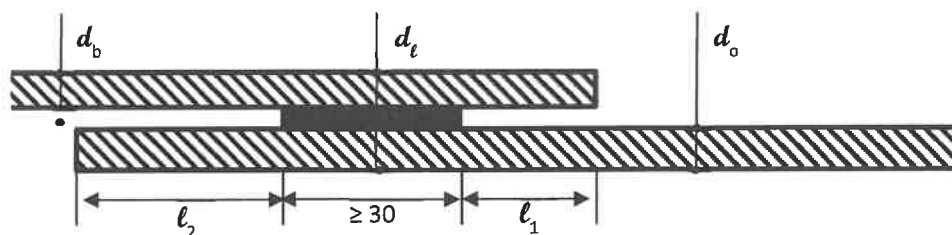
Lasdruk

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 meeste lasapparaten is de druk niet instelbaar. Wanneer dit wel het geval is, wordt verwezen naar de materiaalbladen. Als de druk niet meetbaar is, moet de druk zodanig zijn ingesteld dat met de ingestelde temperatuur en snelheid een kwalitatief goede las wordt verkregen. De lasdruk moet worden beoordeeld aan de hand van referentielassen.

1.3 Lasgeometrie

Bij het wiglassen wordt een overlapas gemaakt. De las wordt zo gelegd dat de overlap naar buiten toe dicht blijft. De lasvlakken van de te verbinden foliebanen worden door de laswig opgesmolten en vervolgens op elkaar gedrukt. De breedte van de wig bepaalt in hoofdzaak de breedte van de las. In veel toepassingen wordt de dubbele wiglas of de kanaallas gebruikt. Dit zijn twee wiglassen naast elkaar die gelijktijdig met behulp van een dubbele laswig worden gemaakt. De kanaallas biedt de mogelijkheid om achteraf de lekdichtheid van de las te beproeven door het kanaal onder een bepaalde luchtdruk te zetten (zie 4.2.1).

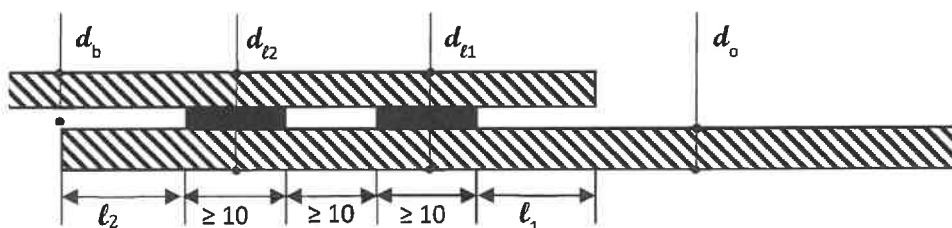
In figuur 1.2 zijn de afmetingen (in mm) gegeven voor een enkele wiglas.



Figuur 1.2 – Geometrie van een enkele wiglas ($l_1 \geq 10$ mm met uitzondering van proeflassen, dan $l_1 \geq 20$ mm, $l_2 \geq 20$ mm)

De enkele las wordt voornamelijk gebruikt voor detailwerk, voor verbindingen op moeilijk bereikbare plaatsen en voor reparaties. De lasbreedte van een enkele las moet ten minste 30 mm bedragen.

In figuur 1.3 zijn de afmetingen (in mm) gegeven voor een dubbele wiglas.



Figuur 1.3 – Geometrie dubbele wiglas (kanaallas) ($l_1 \geq 5$ mm met uitzondering van proeflassen, dan $l_1 \geq 20$ mm, $l_2 \geq 20$ mm)

De lasbreedte van een kanaallas moet ten minste 10 mm bedragen voor elk van beide lassen.¹

1.4 Lascondities

Bij het wiglassen zijn de volgende lasparameters van belang:

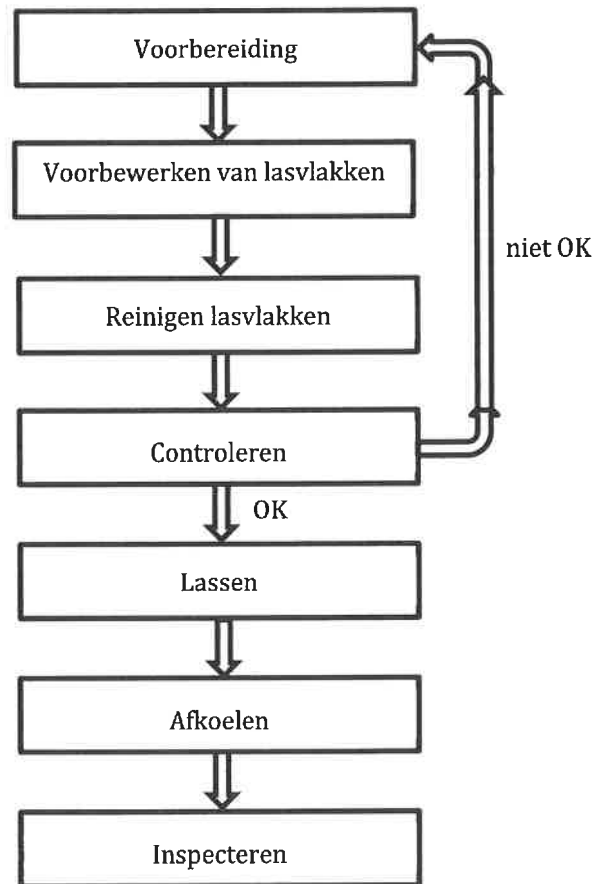
T_w	Temperatuur laswig	[°C]
v	Lassnelheid	[m/min]
F_l	Laskracht via aandrukrol per eenheid van	[N/m]
t_k	Afkoeltijd	[min]
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]

¹ Aanbevolen wordt indien mogelijk een lasbreedte van 15 mm toe te passen voor PE-folies met een dikte vanaf 1,5 mm.

1.5 Lasproces

1.5.1 Stappen

De stappen die zijn te onderscheiden in het lasproces, staan in figuur 1.4.



Figuur 1.4 – Stappen in het wiglasproces

1.5.2 Voorbereiding

- Controleer de staat en de werking van het lasapparaat.
- Ga na of de omgevingstemperatuur boven 0 °C ligt. Is dit niet het geval, dan moeten beschuttende maatregelen worden genomen (bijvoorbeeld een tent) waardoor wel aan deze eis wordt voldaan. Anders is het lassen niet toelaatbaar.
- Zorg ervoor dat de temperatuur van de te verbinden delen boven de 5 °C ligt.
- Zorg ervoor dat het temperatuurverschil tussen de foliebanen tijdens het lassen niet groter is dan 10 °C. Dit in verband met ongewenste plooivorming (folie laten acclimatiseren).
- Verwarm de laswig tot de gewenste lastemperatuur.

- f) Controleer de temperatuur van de laswig(gen) met een geijkte optische thermometer (infrarood) of een geijkte contact-thermometer. Bij deze laatste is een goed contact met de laswig noodzakelijk voor een betrouwbare temperatuurmeting.
- g) Controleer en reinig indien nodig de laswig met daarvoor geschikt gereedschap.
- h) Stel de gewenste lassnelheid in en controleer deze.
- i) Stel de gewenste lasdruk in aan de hand van een proeflas.
- j) Controleer de lascondities door middel van referentielassen. De referentielassen moeten onder praktijkcondities worden vervaardigd (omgevings- en lastemperatuur, ondergrond, geometrie e.d.).

1.5.3 Vorbewerken

- a) Ga na of de randen van de folies geen hinderlijk beschadigingen hebben die het lasproces kunnen verstoren.
- b) Ga na of de te lassen folies een voldoende en gelijkmatige overlap hebben met elkaar en of deze overlap overeenkomt met het te gebruiken lasapparaat.

1.5.4 Reinigen lasvlakken

- a) Verwijder zand, vocht en water van de lasvlakken. De lasvlakken moeten schoon en droog zijn.
- b) Reinig indien nodig de lasvlakken met een geëigend reinigingsmiddel. Maak hierbij gebruik van een niet-pluizende doek of van niet-pluizend papier.
- c) Zorg ervoor dat de onderzijde van de onderste folie en de bovenzijde van de bovenste folie schoon en droog zijn, zodat voorkomen wordt dat de aandruk- en aandrijfrollen vervuilen en dichtlopen.
- d) Zorg ervoor dat de gereinigde strook breder is dan de lasvlakken.

1.5.5 Controleren voor het lassen

Controleer vóór het lassen of de lasvoorbereiding overeenkomt met het in 1.5.2 t/m 1.5.4 gestelde.

1.5.6 Lassen

- a) Reinig van tevoren de laswig(gen) en de aandrukrollen en verwijder resten kunststof met daarvoor geëigende hulpmiddelen (zie onder andere aanbeveling van de fabrikant).
- b) Zet het wiglasapparaat in tussen de twee te lassen foliebanen.
- c) Ga na of de foliebanen vlak en evenwijdig aan elkaar liggen over de te lassen lengte. Plooien in de folie moeten zo veel mogelijk worden vermeden.
- d) Schakel het lasapparaat in.
- e) Controleer tijdens het lassen de werking van het lasapparaat op:
 - slippen van de aandrijving;
 - verontreiniging van de wig.

f) Controleer tijdens het lassen de folie direct voor het lasapparaat op:

- verontreiniging;
- plooien;
- het evenwijdig blijven van de foliebanen.

g) Controleer de lasmachine op eventuele afwijkingen van de ingestelde lasparameters.

Als bij een van bovenstaande controlepunten afwijkingen optreden, moet dit worden gecorrigeerd. Eventueel moet het lassen worden gestaakt en moet de afwijking worden opgeheven.

Schakel het wiglasapparaat aan het einde van de las uit en neem deze uit. Controleer de laswiggen en de aandrijfrollen en reinig ze indien nodig.

1.5.7 Afkoelen

Vermijd belasting van de las direct na het lassen zo veel mogelijk, totdat de las voldoende is afgekoeld. Loop niet over de zojuist gemaakte lassen. Geforceerd afkoelen van de las is absoluut onacceptabel.

Een indicatie voor de afkoeltijd is:

$$t_k \approx 2 \times d_f$$

waarbij:

t_k is de afkoeltijd in minuten;

d_f is de dikte van de folie in mm.

1.5.8 Inspecteren

Inspecteer de las visueel direct na het lassen en afkoelen van de las. Ga hierbij na of er sprake is van een regelmatige las met een gelijkmatig uiterlijk. Controleer onder andere de volgende onderdelen:

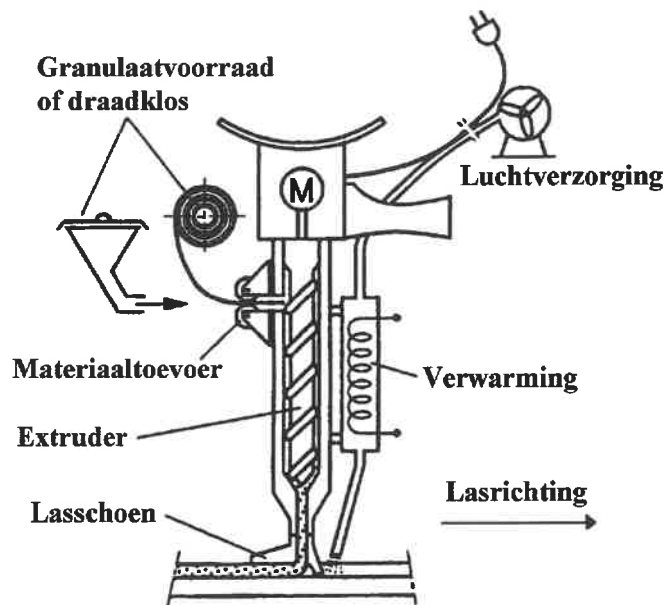
- gladheid;
- gaafheid;
- ploovorming;
- regelmatige indrukking van de aandrukrollen over de lengte van de las. Afwezigheid van de indrukking duidt op een plaklas, overmatige indrukking of slipsporen duiden op onregelmatigheden in de las of in het lasproces;
- de vorm van het luchtkanaal;
- lasgeometrie (zie figuur 1.2 of figuur 1.3).

Afhankelijk van de aanbevelingen kunnen ook andere dan visuele inspecties worden uitgevoerd.

2 Extrusielassen

2.1 Inleiding

Met extrusielassen wordt een overlapslas gemaakt. De te lassen foliebanen worden overlappend neergelegd, gepositioneerd en gefixeerd door een heetglas (ook wel föhnlas of heteluchtglas). Daarna wordt de las met behulp van het extrusielasapparaat vervaardigd. Het extrusielasapparaat (zie figuur 2.1) wordt met een snelheid die door de opbrengst van de extruder wordt bepaald, langs de overlap bewogen. De lasvlakken aan beide zijden van de overlap worden met het hete gas van een föhn die voor het extrusielasapparaat is gemonteerd, tot boven de smelttemperatuur verhit. Daarna wordt door de extruder een strook gesmolten kunststof via een lasschoen over de overlap aangebracht. Na het afkoelen is de las gereed.



Figuur 2.1 – Extrusielasapparaat (de voortbewegingsrichting van het lasapparaat is naar rechts)

2.2 Toevoegmateriaal

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

Het toevoegmateriaal kan in de vorm van zowel granulaat als draad in de extruder worden ingevoerd. Het toevoegmateriaal mag geen hergebruikt materiaal zijn en moet droog zijn.

Bij het begin van het lassen en na iedere onderbreking moet het materiaal in het eind van de extruder en in de lasschoen worden verwijderd.

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

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

2.3 Eisen apparatuur en lasser

Het lasapparaat 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 omstandigheden in de praktijk.

De lasser zorgt voor:

- een constante lassnelheid;
- een constante aandrukkracht.

De elektrische installaties van het extrusielasapparaat moeten voldoen aan NEN 3140.

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 moet zo zijn dat de vorm van de las na afkoelen overeenkomt met de gestelde eisen (zie 2.4). Rekening moet 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 moet zo 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.

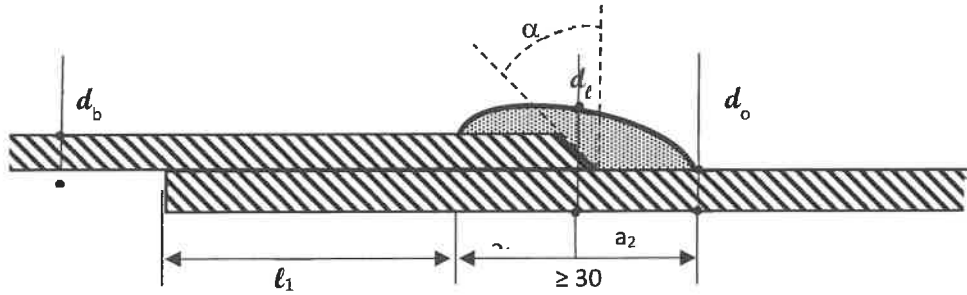
Aan het materiaal van de lasschoen worden de volgende eisen gesteld:

- 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.

2.4 Lasgeometrie

Het te lassen deel met de geringste materiaaldikte (meestal de folie) wordt boven gelegd. In figuur 2.2 is schematisch een extrusielas weergegeven met daarbij de belangrijkste afmetingen (in mm). In deze figuur is d_l-d_o de hoogte van de las, α de hoek van het aangeschuide vlak en d_b en d_o de materiaaldikte. Bij betonbescherming kunnen zich afwijkende lasgeometrieën voordoen (bijvoorbeeld V-naad).



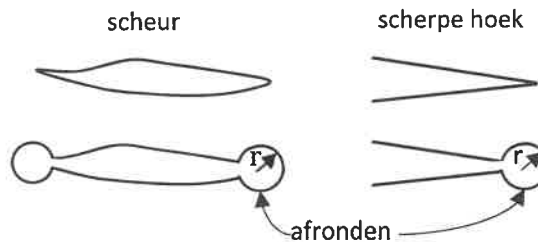
Figuur 2.2 – Geometrie van een extrusielas ($l_1 \geq 100$ mm, $a_1 \geq 15$ mm, $a_2 \geq 15$ mm, $25 \leq \frac{d_t}{d_b+d_o} \leq 1,75$ en $|a_1 - a_2| \leq 5$ [mm], $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$)

Als er in het laswerk een bocht voorkomt, moet de straal hiervan groter zijn dan 200 mm. Dit om ervoor te zorgen dat de föhn die de lasvlakken voorverwarmt, niet buiten de lasvlakken komt.

2.5 Reparatie

De meest voorkomende reparaties zijn de reparatie van een scheur en het aanbrengen van stuk reparatiefolie.

Bij een scheur – en meer in het algemeen bij scherpe hoeken – moeten de uiteinden van de scheur of de scherpe hoek worden afgerond (zie figuur 2.3). Het afronden voorkomt verder doorscheuren.

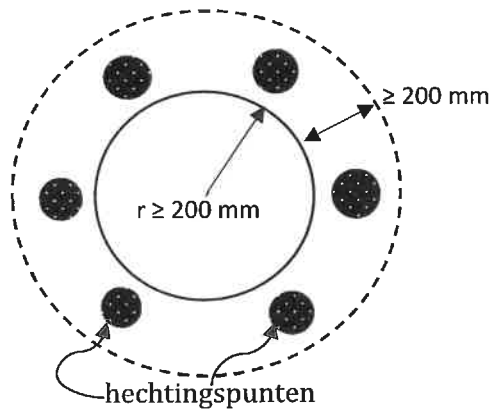


Figuur 2.3 – Afronding van een scheur en een scherpe hoek om doorscheuren te voorkomen

Voor de straal (r) van de aangebrachte afronding geldt:

$$r \geq 5 \text{ mm}$$

Bij het aanbrengen van een stuk reparatiefolie moet de folie eerst op een aantal punten worden gefixeerd, voordat de reparatiefolie langs de gehele omtrek wordt gefixeerd met zogenaamde hechtingspunten (zie figuur 2.4). Dit om te voorkomen dat de folie door het uitzetten gaat plooiën. Als de reparatiefolie is gefixeerd, kan de extrusielas worden gemaakt.



Figuur 2.4 – Uitvoering (maatvoering en hechting) van een reparatiefolie

2.6 Lascondities

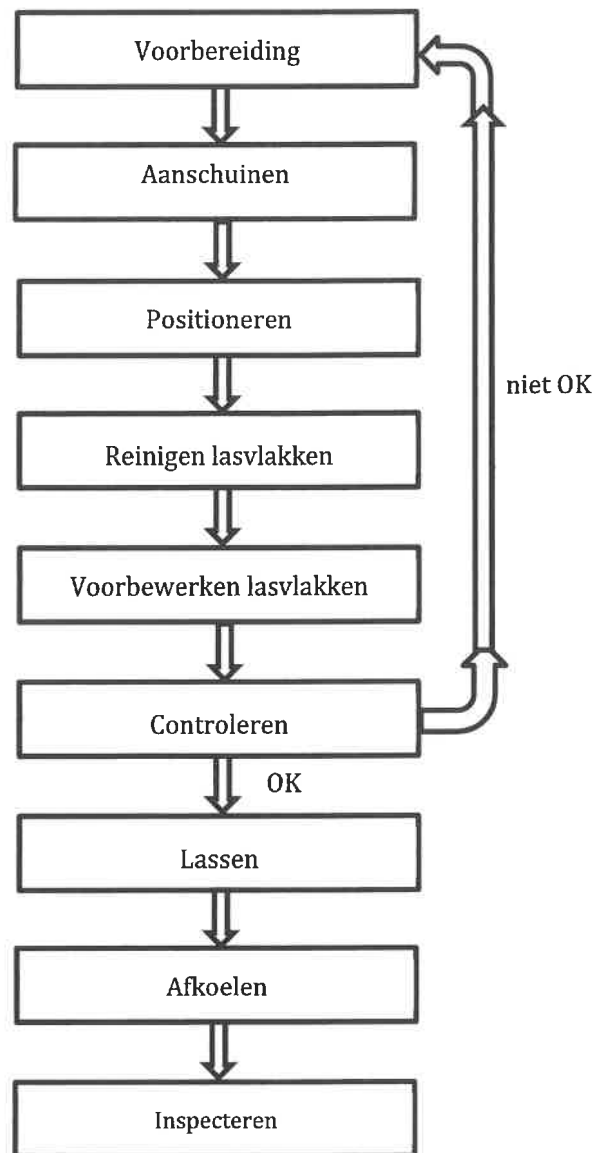
Bij het extrusielassen zijn de volgende lasparameters van belang:

T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]
T_s	Temperatuur extrudaat	[°C]
Q	Hoeveelheid gas per tijdseenheid	[handmatig in te stellen]
v	Lassnelheid	[handmatig]
F_l	Lasdruk via aandrukrol per eenheid van	[N/m]
t_k	Afkoeltijd	[min]
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]

2.7 Lasproces

2.7.1 Stappen

De stappen die zijn te onderscheiden in het extrusielasproces, staan in figuur 2.5.



Figuur 2.5 – Stappen in het extrusielasproces

2.7.2 Voorbereiding

- Controleer de staat en de werking van het lasapparaat en ga na of alle benodigdheden aanwezig zijn, onder andere de juiste lasschoen.
- Beschouw 0 °C als absolute ondergrens voor de omgevingstemperatuur. Als de temperatuur lager is, kunnen beschuttende maatregelen worden genomen (bijvoorbeeld een tent).
- Zorg ervoor dat de temperatuur van de te verbinden delen boven de 5 °C ligt.

- d) Controleer het toevoegmateriaal op fabricaat, ouderdom, vervuiling en vochtigheidsgehalte. Zorg ervoor dat de temperatuur van het toevoegmateriaal boven de 5 °C ligt en droog wordt opgeslagen.
- e) 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).
- f) Controleer de lascondities door middel van referentielassen. De referentielassen moeten onder praktijkcondities worden vervaardigd (omgevings- en lastemperatuur, ondergrond, geometrie).

De lassnelheid wordt bepaald door de opbrengst van de extruder in combinatie met het materiaaltipe, de materiaaldikte, de omgevingscondities, de lasgeometrie e.d. De in de materiaalbladen vermelde waarden zijn richtwaarden en moeten afhankelijk van de omstandigheden worden aangepast.

Belangrijk is dat:

- de smelt (extrudaat), die in de las wordt geëxtrudeerd, constant en homogeen van temperatuur is;
- de lasvlakken direct voordat de smelt (extrudaat) in de las wordt aangebracht, aan het oppervlak net plastisch zijn.

2.7.3 Aanschuinen

Voorzie de bovenste folie van de gewenste aanschuining (2.4).

2.7.4 Positioneren

Fixeer de te lassen onderdelen met behulp van een handföhn zo dat de aangegeven positionering gehandhaafd wordt, ook tijdens het lassen. Bij het fixeren is het van belang dit zo te doen dat er als gevolg van uitzetting geen plooien ontstaan. Zorg ervoor dat er zich geen zand en dergelijke in de overlap bevindt.

2.7.5 Reinigen van laszone inclusief te gebruiken stuk reparatiefolie

- a) Verwijder zand en vocht op en rondom de laszone.
- b) Reinig de laszone indien nodig met een toelaatbaar reinigingsmiddel met behulp van een niet-pluizende doek.
- c) Zorg ervoor dat de gereinigde strook breder is dan de lasvlakken.

2.7.6 Voorbewerken lasvlakken

- a) Verwijder bij de voorbereiding van de lasvlakken de oppervlaktelaag ter plaatse van de las.
- b) Verwijder het schuurstof met een schone borstel of door middel van perslucht.

2.7.7 Controleren voor het lassen

Controleer vóór het lassen of de lasvoorbereiding overeenkomt met het in 2.7.2 t/m 2.7.6 gestelde.

2.7.8 Lassen

- a) Breng, indien gewenst, een koperdraad² aan voor het uitvoeren van de vonktest (zie 4.2.3). Zet de koperdraad bij voorkeur met een snellasmondstuk vast tegen de overlap. Zet de koperdraad over de volledige lengte vast, omdat anders het risico van 'zweven' in het toegevoerde lasmateriaal bestaat. Daardoor wordt de vonktest onbetrouwbaar.
In geen geval mag de koperdraad worden vastgezet met het mondstuk dat voor het positioneren (fixeren) van de folie wordt gebruikt.
- b) Breng evenwijdig aan de overlap maar buiten het lasgebied met stift of iets dergelijks een hulplijn aan. De hulplijn dient als oriëntatie tijdens het lassen en biedt de mogelijkheid de las visueel te beoordelen op de juiste positie ten opzichte van de overlap.
- c) Verwijder het materiaal in het einde van de extruder en in de lasschoen. Verwijder het toevoegmateriaal dat langer dan 10 minuten in het verwarmde deel van de extruder is geweest (doorspoelen).
- d) Verwarm de startzone voor.
- e) Zorg ervoor dat de druk op de lasschoen en de stand van de lasschoen ten opzichte van het lasvlak zodanig is dat er aan de voor- en zijkant van de lasschoen geen materiaal tussen de lasschoen en de folie door kan komen.
- f) Vul de lasnaad bij het extrusielassen in één keer met plastisch materiaal.
- g) Beweeg de extruder met een constante snelheid, zodat een gelijkmatige las ontstaat.

2.7.9 Afkoelen

De las moet aan de omgevingslucht afkoelen. Dek de lasnaad direct na het lassen af, totdat deze is afgekoeld. Dit ter voorkoming van krimpholten en overmatige krimpspanningen. Vermijd belasting van de las direct na het lassen, totdat de las voldoende is afgekoeld. Geforceerd afkoelen van de las is absoluut onacceptabel.

$$t_k \approx 2 + 1,5 \times d_f$$

waarbij:

t_k is de afkoeltijd in minuten is;

d_f is de dikte van de folie in mm.

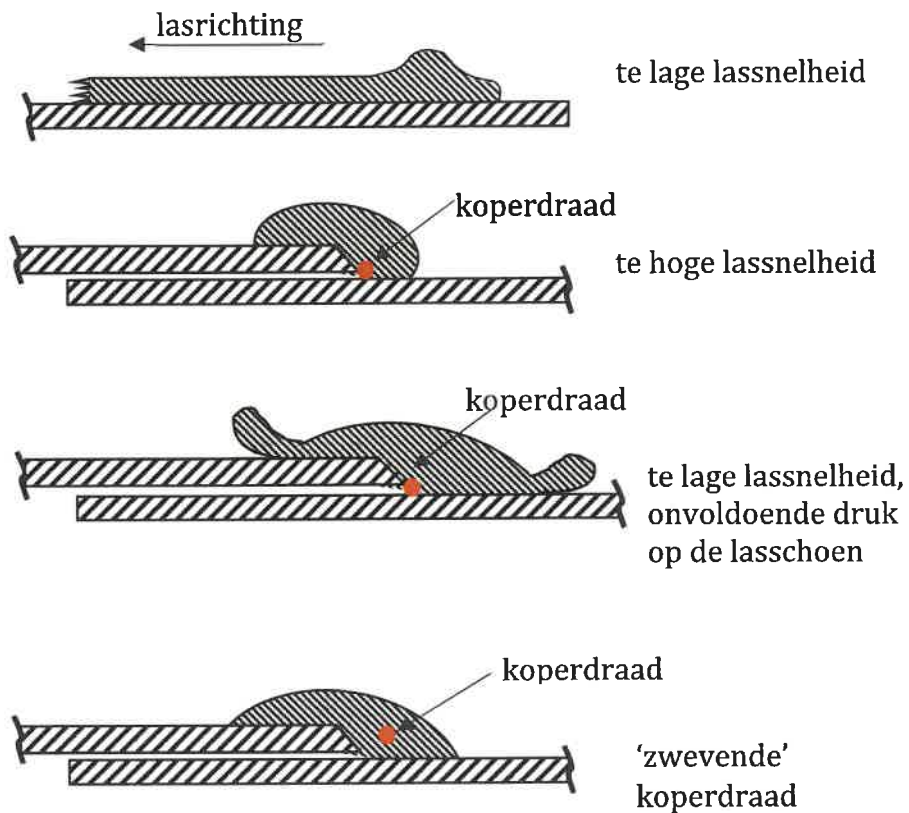
² Bij voorkeur wordt een litzedraad aangebracht, omdat deze spanningsloos kan worden gelegd.

2.7.10 Inspecteren

Inspecteer de las visueel direct na het lassen en afkoelen van de las. Controleer hierbij de volgende onderdelen:

- kerven als gevolg van de voorbereiding van de las in of naast de las;
- geometrie van de las;
- het uiterlijk van de las (zie figuur 2.6).

De las moet een glad en strak uiterlijk hebben met vloeiende overgang en beperkte rillen.



Figuur 2.6 – Enkele mogelijke fouten bij extrusielassen

3 Föhnlassen

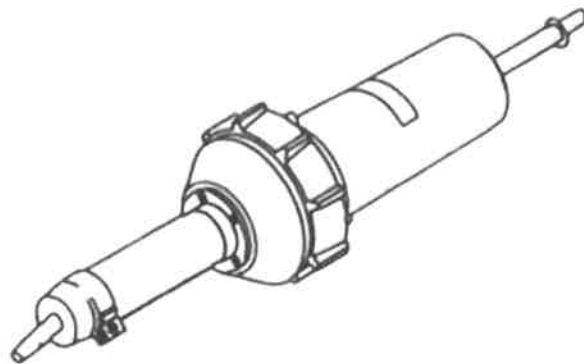
3.1 Inleiding

Handbediende föhnlasapparaten worden gebruikt voor het lassen van kunststoffolies die niet met andere lastechnieken kunnen worden gelast. Het gaat om doorvoeringen en aansluitingen van de folie op hulpstukken en om reparaties. De temperatuur van het gas, de lassnelheid en de aandrukkracht moeten binnen bepaalde waarden zijn in te stellen.

De föhn moet in goede staat van onderhoud verkeren. De lasapparatuur moet in staat zijn om de te lassen oppervlakken gelijkmatig tot boven de smeltemperatuur te verhitten. In figuur 3.1 is schematisch een föhn weergegeven.

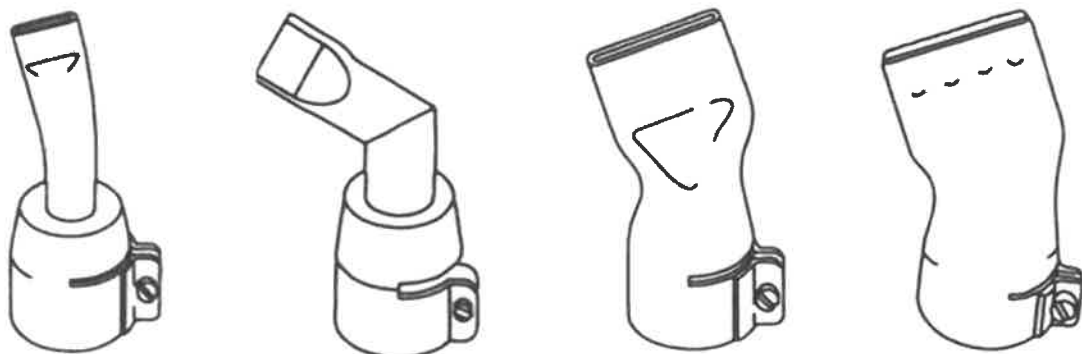
Door de föhn wordt koude lucht aangezogen. Deze wordt in de föhn door middel van een gloeispiraal op de gewenste temperatuur gebracht. De hete lucht wordt door een blaasopening gevoerd. De föhn moet geschikt zijn om de lucht tot circa 600 °C te verwarmen. De luchttoevoer en de temperatuur moeten traploos regelbaar zijn.

Om te voorkomen dat vervuiling van het lasvlak ontstaat, moet de aangezogen lucht worden gefilterd. De voorziening is op standaard lasapparatuur aanwezig.



Figuur 3.1 – Handbediende föhn

De lasmondstukken bestaan in verschillende uitvoeringsvormen, afhankelijk van de vorm van de te lassen folie. Ze worden geplaatst op de blaasopening van de föhn (zie figuur 3.2). De lasmonden moeten schoon en vrij van beschadigingen zijn.



Figuur 3.2 – Typische voorbeelden van lasmondstukken

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 gebruikmaken van met PTFE beklede mondstukken).

De druk om de verbinding tot stand te brengen wordt handmatig aangebracht met behulp van een aandrukrol.

Aandrukrollen bestaan in verschillende uitvoeringen voor wat betreft materiaal en breedte (zie figuur 3.3). De meest gangbare zijn:

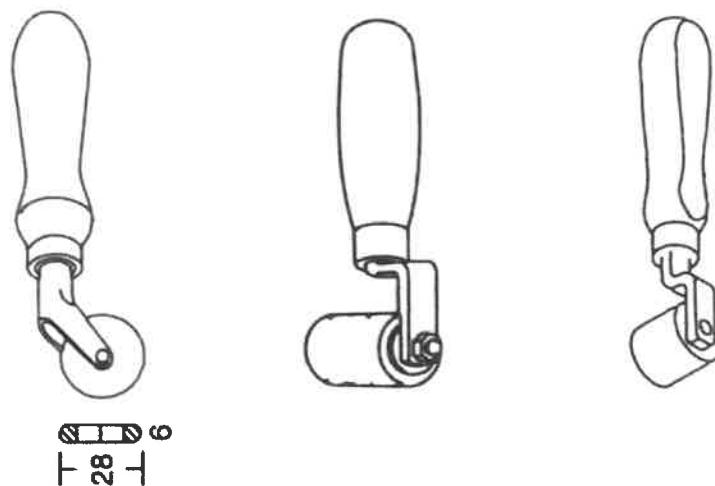
Materiaal

- PTFE;
- (siliconen)rubber van verschillende hardheden.

Breedte

- 6 mm voor detailwerkzaamheden;
- 28 mm;
- 40 mm.

Een en ander afhankelijk van de toepassing.



Figuur 3.3 – Voorbeelden van aandrukrollen

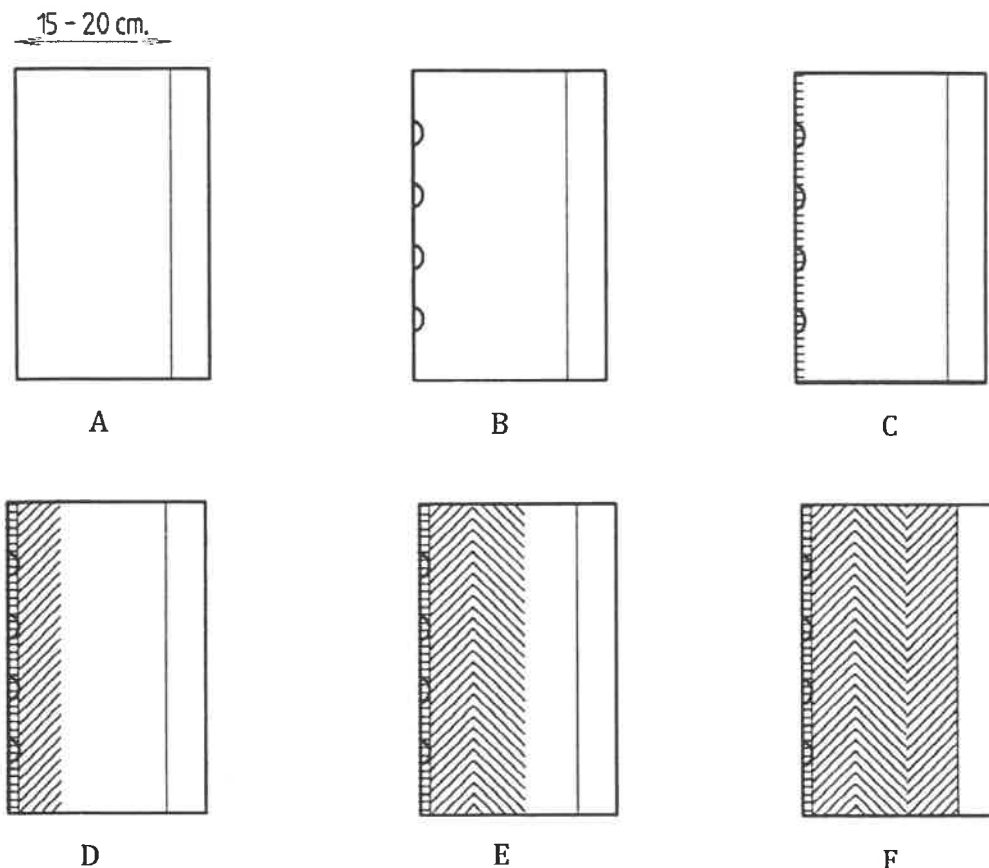
3.2 Lasvlakken

De lasvlakken moeten direct voor het lassen worden gereinigd (alle folietypen) en eventueel mechanisch worden voorbereid (onder andere bij polyolefinen). Het mechanisch voorbereiden kan worden gedaan met een schraapstaal of door de te lassen vlakken te frezen. Schuren is ook toegestaan, maar alleen als de voorbereide laszone volledig valt binnen de uiteindelijke las. Er moet voor worden gezorgd dat vooral 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.

Beschadigde oppervlakken en oppervlakken die zijn aangetast door weersinvloeden of chemicaliën (bijvoorbeeld percolaat), moeten worden verwijderd of worden behandeld. Er moet een onbeschadigd en schoon oppervlak ontstaan. Reinigingsmiddelen die het oppervlak aantasten of laten zwellen, mogen niet worden gebruikt. Voor het gebruik van reinigingsmiddelen wordt verwezen naar de materiaalbladen.

De deugdelijkheid van de las moet door middel van referentielassen worden aangetoond.

Bij het föhnlassen wordt een overlapslas gemaakt (zie figuur 3.4 A tot en met F).



Figuur 3.4 – Lasvlakken in verschillende fasen (rolrichting van aandrukrol is te zien in C-F als evenwijdige lijnen)

Bij de overlapslas worden de lasvlakken van de te maken verbinding in bijvoorbeeld foliebanen of tussen folie en een hulpstuk overlappend neergelegd (figuur 3.4 A). Hierbij wordt steeds het te lassen deel met de geringste materiaaldikte boven gelegd. Na het positioneren van de te verbinden delen worden deze gefixeerd. Meestal door met een föhn onder de overlap de beide delen licht op te smelten

en met een aandrukrol aan elkaar vast te zetten (figuur 3.4 B). Het fixeren dient onder andere om plooien als gevolg van uitzetting van de folie te voorkomen.

Na het fixeren wordt de achterzijde van de las dichtgeföhnd (figuur 3.4 C). Doel hiervan is om het warmteverlies tijdens de lasgangen te beperken. De las wordt vervolgens in drie lasgangen afgelast (figuur 3.4

Figuur 3.4 D tot en met figuur 3.4 F). Om kanaalvorming te voorkomen is het van belang dat de lasgangen verspringend worden uitgevoerd.

Bij de aansluiting op eerder aangebrachte lassen, bijvoorbeeld bij aansluiting op de vorige lasgang, is het belangrijk dat de aanwezige lasril voldoende wordt doorgewarmd voordat het lassen wordt voortgezet. Het aandrukken (rollen) moet ook verspringend worden uitgevoerd (figuur 3.4 F).

In de te lassen folie moeten de hoeken worden afgerond.

Bij het aanbrengen van betonbeschermende voorzieningen kan in detail van het bovenstaande worden afgeweken. Daarbij moeten de principes (opzetten van de las en indien mogelijk verspringend lassen) gehandhaafd worden.

3.2.1 Reparatie

Voor reparatie zie bij extrusiessen (2.5).

3.3 Lascondities

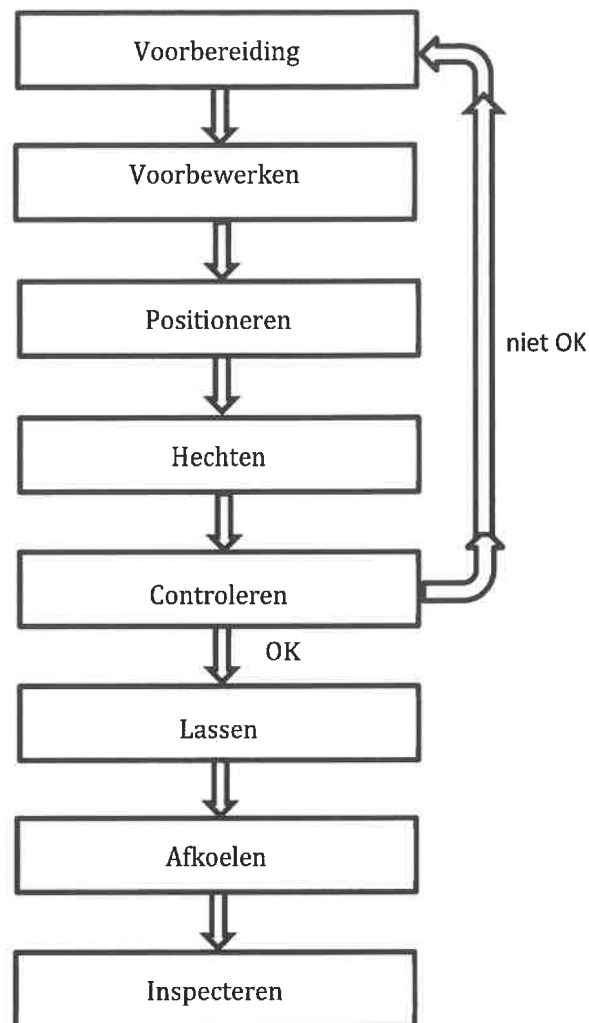
Bij het föhnlassen zijn de volgende lasparameters van belang:

T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]
Q	Hoeveelheid gas per tijdseenheid	[handmatig in te stellen]
v	Lassnelheid	[handmatig]
t_k	Afkoeltijd	[min]
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]

3.4 Lasproces

3.4.1 Stappen

De stappen die zijn te onderscheiden in het föhnlasproces, staan in figuur 3.5.



Figuur 3.5 – Stappen in het föhnlasproces

3.4.2 Voorbereiding

- Controleer de staat en de werking van de föhn en ga na of alle benodigdheden aanwezig zijn, onder andere juiste lasmondstuk en aandrukrol.
- Beschouw 0 °C als absolute ondergrens voor de omgevingstemperatuur. Als de temperatuur lager is, kunnen beschuttende maatregelen worden genomen (bijvoorbeeld een tent).
- Zorg ervoor dat de temperatuur van de te verbinden delen boven de 5 °C ligt.
- Verwarm de föhn en controleer de temperaturen van het verwarmingsgas (T_g) met een periodiek geijkte (insteek)thermometer.

De lassnelheid wordt bepaald door:

- materiaaltipe;
- materiaaldikte;
- omgevingscondities;
- temperatuur verwarmingsgas.

De juiste lascondities zoals temperatuur, snelheid en aandrukkkracht, moeten door middel van referentielassen worden gecontroleerd. De referentielassen moeten onder praktijkcondities zijn vervaardigd (omgevings- en lastemperatuur, ondergrond, geometrie).

3.4.3 Mechanisch voorbereiden lasvlakken

- Verwijder bij de voorbereiding van de lasvlakken de oppervlaktelaag ter plaatse van de las.
- Verwijder het schuurstof met een schone borstel of door middel van perslucht.
- Verwijder zand en vocht op en rondom de laszone.
- Reinig indien nodig de laszone met een toelaatbaar reinigingsmiddel met behulp van een niet-pluizende doek.
- Zorg ervoor dat de gereinigde strook breder is dan de lasvlakken.

3.4.4 Positioneren en hechten

- Klem de te lassen onderdelen zo vast of hecht ze met behulp van föhnlassen zo dat de aangegeven positionering gehandhaafd wordt. Ook tijdens het lassen. Zorg bij het fixeren met föhnlassen ervoor dat er als gevolg van uitzetting geen plooien ontstaan.
- Breng evenwijdig aan de lasnaad maar buiten het lasvlak met een stift of iets dergelijks een lijn aan. Deze lijn kan worden gebruikt als hulplijn bij het maken van de las. Zorg ervoor dat er zich geen zand en dergelijke in de overlap bevindt.

3.4.5 Controleren voor het lassen

Controleer vóór het lassen of de lasvoorbereiding overeenkomt met het in 3.4.2 t/m 3.4.5 gestelde.

3.4.6 Lassen

Voer het lassen overeenkomstig 3.2 uit. Wanneer zich tijdens het lassen materiaalresten afzetten op het lasmondstuk, moeten deze worden verwijderd. Hierbij mag het lasmondstuk niet worden beschadigd.

3.4.7 Afkoelen

De las moet aan de omgevingslucht afkoelen. Dek de lasnaad direct na het lassen af, totdat deze is afgekoeld. Dit ter voorkoming van krimpholten en overmatige krimpspanningen. Vermijd belasting van de las direct na het lassen, totdat de las voldoende is afgekoeld. Geforceerd afkoelen van de las is absoluut onacceptabel.

Een indicatie voor de afkoeltijd is:

$$t_k \approx 2 + 1,5 \times d_f$$

waarbij:

t_k is de afkoeltijd in minuten is;

d_f is de dikte van de folie in mm.

3.4.8 Inspecteren

Inspecteer de las visueel direct na het lassen en afkoelen van de las. Controleer hierbij de volgende onderdelen:

- kerven als gevolg van de voorbereiding van de las in of naast de las;
- minimale breedte van de las;
- het uiterlijk van de las. Het geföhnde vlak moet een glad en strak uiterlijk hebben.

Enkele veelvoorkomende fouten bij föhnlassen staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1 – Veelvoorkomende fouten

Fout	Oorzaak
Plaklas	Te lage temperatuur / te hoge snelheid / niet schoon
Te weinig overlap	Onjuiste voorbereiding
Verbranding materiaal	Te hoge temperatuur / te lage snelheid
Blaasvorming	Vocht / te hoge temperatuur
Wegvloeien materiaal	Te veel druk / te hoge temperatuur
Opeenhoping gesmolten materiaal	Verkeerde voorbereiding
Kanaalvorming	Verkeerde lasprocedure
Plooivorming	Verkeerde voorbereiding

4 Beoordeling

4.1 Controle

De productielassen moeten tijdens het lassen en achteraf worden gecontroleerd. De las heeft een goede kwaliteit als die op zowel korte als lange duur:

- dicht is;
- voldoende mechanische sterkte heeft,
- een homogene laszone heeft;
- vrij is van scheuren, insluitsels en holten.

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

Controle vooraf

Voor een goede kwaliteitscontrole is het vereist om vóór het lassen enkele referentielassen te maken. De referentielassen worden als vergelijkingsmateriaal gebruikt bij de visuele beoordeling van de praktijklassen, als ze voldoen aan de beproevingseisen vermeld in hoofdstuk 9 van deel II.

Bij de destructieve beproeving van de referentielassen moeten ten minste twee beproevingsmethoden worden gebruikt. Aanbevolen worden een afpelproef en een langeduur constante belastingsproef. Of, als de tijd dat niet toestaat, ten minste een afpelproef en een trekslagproef.

Controle tijdens lassen

Wanneer tijdens het lassen blijkt dat de lascondities afwijken van de condities tijdens het vervaardigen van de referentielas, moet het lassen worden gestopt. De lassen die met de afwijkende lascondities zijn gemaakt, moeten voldoen aan de eisen vermeld in de hoofdstukken 6 en 9 van deel II. Als de lassen met afwijkende lascondities niet aan de eisen voldoen, moeten ze worden hersteld. Hetzelfde geldt wanneer de visuele inspectie en eventueel andere beoordelingsmethoden aangeven dat de las niet voldoet aan de gestelde voorwaarden.

Ook is het vereist tijdens het lassen voortdurend de lascondities, waarden voor lasdrukken, lassnelheid, relevante temperatuur (temperaturen) en dergelijke te controleren. En deze 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.

Controle achteraf

Het uiterlijk van de productielassen wordt nauwkeurig bekeken en vergeleken met dat van de referentielassen. Daarbij mogen zich geen grote afwijkingen voordoen ten opzichte van de referentielassen. Er mogen geen scheuren, verontreinigingen, luchtholten en dergelijke aanwezig zijn in de visueel te controleren las(ril).

Eisen die voor wat betreft het uiterlijk aan de las worden gesteld, zijn:

- gladheid;
- gaafheid;
- geen plooivorming in en direct naast de las;
- regelmatige indrukking van de aandrukrollen over de lengte van de las. Afwezigheid van de indrukking duidt op een plaklas, overmatige indrukking of slipsporen duiden op onregelmatigheden in de las of in het lasproces;
- de vorm van het luchtkanaal;
- lasgeometrie.

4.2 Lekdichtheidstesten

4.2.1 Afpersen

Het afpersen van het kanaal is alleen van toepassing bij de dubbele wiglas (kanaallas). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de las dicht is wanneer het kanaal tussen de lassen dicht is.

De beproeving wordt als volgt uitgevoerd:

Beproeving

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 maximaal 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. Na het verstrijken van de wachttijd kan het kanaal op de vereiste druk worden gebracht. Het kanaal 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).

Een drukdaling $\leq 0,1$ bar duidt op geen lek. Na goedkeuring wordt het kanaal aan beide zijden dichtgelast. Dat geldt ook voor 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 of iets dergelijks 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 nagegaan of het gehele kanaal open is. 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.

4.2.2 Vacuüm klok

De vacuüm klok wordt gebruikt om de lektheid van de las te onderzoeken. De vacuüm klok 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 verkrijgen.

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 zich 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 ten minste 0,2 bar absoluut. Dit wordt gedurende 30 seconden gehandhaafd.

In geval van een lek is een duidelijke stroom luchtbelletjes waarneembaar ter plaatse van het lek. Bij een lek moet de proef 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 lek is geconstateerd, is dat deel van de las lektdicht.

Hoewel de beproeving met de vacuüm klok alleen iets zegt over de lektheid, wordt op de las ook een zekere afpelkracht uitgeoefend. Daardoor is er toch sprake van een zekere mate van sterktebeproeving.

4.2.3 Vonktest

Een vonktest is alleen mogelijk als een koperdraad (\varnothing 0,4-0,6 mm) is aangebracht. Wiglassen bevatten deze draad niet en zijn dus niet met deze methode op lektheid te beproeven.

Met behulp van het afvonkapparaat wordt op een smalle metalen borstel of een puntvormige sonde een hoge spanning aangebracht, waarmee de las wordt afgetast. Vonkoverslag treedt op 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. Deze vonkoverslag moet, bij voorkeur akoestisch, door het apparaat worden gesignaleerd. De plaats waar de vonkoverslag heeft plaatsgevonden, moet worden gemarkeerd en gerepareerd.

De juiste werking van het afvonkapparaat moet vóór de uitvoering op de lasverbindingen worden gecontroleerd. Indien mogelijk met enige hiertoe vervaardigde proefstukken. De testspanning (kV) moet worden afgestemd op de te beoordelen lasbreedte (= te beoordelen overslaglengte). In lucht moet de testspanning bij deze overslaglengte overslag geven. Een richtwaarde voor de testspanning is 55 kV.

Wanneer een laagfrequent afvonkapparaat wordt gebruikt, moet de koperdraad verbonden zijn met het apparaat. En vastgesteld moet zijn 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 ongecoate koperdraad³ zal gaan corroderen. Daardoor zal de koperdraad de las gaan belasten, waardoor de langeduursterkte kan afnemen. Om de lektheid aan te tonen verdient de vacuüm klok de voorkeur.

4.3 Destructieve testen

4.3.1 Inleiding

De referentielassen worden gemaakt bij het begin van de laswerkzaamheden. Deze lassen moeten worden beoordeeld. Om de voortgang van het werk niet te vertragen moet deze beoordeling in relatief korte tijd na de vervaardiging plaatsvinden.

De beoordeling van de referentielassen moet beginnen met een visuele inspectie zoals beschreven in 4.1. Vervolgens moet ook de mechanische sterkte van de referentielas op destructieve wijze worden bepaald. Aanbevolen wordt om ten minste twee beproevingen uit te voeren. Bij voorkeur de langeduur constante belastingsproef en de afpelproef. Of, indien de tijd dit niet toestaat, de afpelproef en de trekslagproef.

De proefstukken moeten ter plaatse van de las gelijkmatig verdeeld over de lengte uit de referentielas worden genomen. Het aantal proefstaven per beproeving bedraagt vijf. Als een van de vijf proefstukken niet het gewenste bezwijkgedrag vertoont en de ander vier wel, moet een tweede serie van vijf proefstukken worden beproefd. De vijf proefstukken van de tweede serie moeten alle het gewenste bezwijkgedrag vertonen om op dit aspect tot goedkeuring te komen.

4.3.2 Afpelproef in het veld

De afpelproef in het veld heeft ten doel een eerste indruk te krijgen van de kwaliteit van de las. Er zijn vele apparaten in de handel om de afpelproef in het veld uit te voeren. De minimale eis aan de apparatuur is dat de proefstukken kunnen worden beproefd loodrecht op het lasvlak. Daarnaast moet de afpelproef met een zo gelijkmatig mogelijke snelheid worden uitgevoerd.

De afpelproef moet de volgende resultaten hebben:

- Er is geen sprake van een 'brosse' breuk in het lasvlak (geen plaklas).
- Het proefstuk bezwijkt buiten de las.

De afpelproef in het veld wordt meestal zo snel mogelijk na volledig afkoelen van de las uitgevoerd. De tijd tussen lassen en beproeven is dan relatief kort. Daardoor heeft de las nog niet zijn uiteindelijke structuur en eigenschappen gekregen. De afpelproef in het veld is dan ook alleen maar indicatief.

De breedte van de proefstukken bedraagt ten minste 15 mm. De proefstukken worden genomen loodrecht op de lasnaad met de las in het midden (zie EN 12814-4:2001 en deel I, 6.15.2).

³ Een gecoate of gelakte koperdraad heeft bescherming tegen corrosie en wordt aanbevolen. Maar de coating of laklaag mag de vonklengthe niet meetbaar beïnvloeden ten opzichte van die van een ongecoate koperdraad.

4.3.3 Afpelproef in het laboratorium

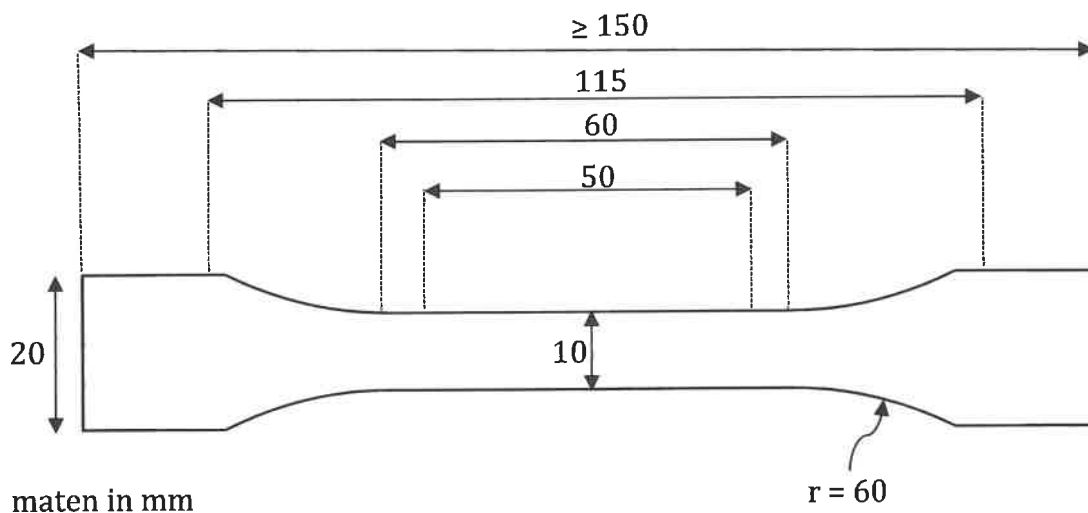
Bij het bepalen van het afpelgedrag wordt de las beproefd met een belasting loodrecht op het lasvlak. De beproeving wordt uitgevoerd volgens EN 12316-2:2013. De proefstukken zijn rechthoekig met een breedte van 50 mm. De proefstukken worden genomen loodrecht op de lasnaad met de las in het midden van het proefstuk. De proefstukken worden ingespannen in een trekbank. De vrije lengte van het proefstuk na inspannen bedraagt 100 mm. De afpelsnelheid bedraagt 100 mm/min. Het oppervlak van de afgepelde monsters wordt beoordeeld op het optreden van vloei. Ook wordt de afstand waarover is afgepeld, vastgesteld.

De afpelproef is vooral geschikt voor het aantonen van plaklassen.

4.3.4 Trekslagproef

De trekslagproef wordt uitgevoerd overeenkomstig ISO 8256 (zie deel I, 6.15.3). De haltervormige proefstukken overeenkomstig figuur 3.6 worden genomen loodrecht op de lasnaad met de las in het midden van het prismatische gedeelte⁴. De breedte van het inklemgedeelte van de bewegende (vrije) klem bedraagt 15 mm in plaats van 20 mm. De energie-inhoud van de hamer moet 50 J zijn.

Met de trekslagproef wordt de energie bepaald die nodig is om het proefstuk te breken. De trekslagproef is vooral geschikt om de kerfgevoeligheid van de las en vooral de lasril te bepalen. Als richtlijn geldt dat de energie-inhoud van een proefstuk met las ten minste 50 % bedraagt van de energie-inhoud van een proefstuk zonder las.



Figuur 3.4 – Haltervormig proefstuk voor trekslagbeproeving

⁴ Als de totale lasbreedte breder is dan 50 mm, past de las niet meer binnen het smalle deel. In dit geval kan de las met twee series worden beproefd. In de ene serie ligt het begin van de linkerzijde van de las op de linker merkstreep en ligt de rechterzijde van de las rechts over de rechter merkstreep. In de andere serie ligt het begin van de rechterzijde van de las op de rechter merkstreep en ligt de linkerzijde van de las links over de linker merkstreep.

4.3.5 Langeduur constante belastingsproef

Een proefstuk dat genomen is loodrecht op de lasnaad met de las in het midden, wordt in een medium (meestal water met een detergent) en bij verhoogde temperatuur belast met een constante kracht. De grootte van de belasting en de tijd tot breuk zijn daarbij belangrijke criteria.

Met deze proef (zie ook deel I, 6.15.4) kan de breukspanning-tijdrelatie worden bepaald door de tijd tot breuk versus de opgelegde belasting (minimaal vijf belastingsniveaus tussen 25 % en 50 % van de vloeispanning) uit te zetten op een dubbel logaritmische schaal.

De langeduur constante belastingsproef kan zowel kwalitatief als kwantitatief worden gebruikt. De eisen voor de kwalitatieve methode staan in de materiaalbladen (zie hoofdstuk 5).

5 Korte werkinstructies

5.1 Materiaalblad HDPE en LLDPE (wiglassen van folies)

Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen																	
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Voorbereiding] --> B[Vorbewerken van lasvlakken] B --> C[Reinigen lasvlakken] C --> D[Controleren] D -- OK --> E[Lassen] E --> F[Afkoelen] F --> G[Inspecteren] D -- niet OK --> A </pre>																	
	Lasparameters	<table> <tr> <td>T_w</td> <td>Temperatuur laswig</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>Lassnelheid</td> <td>[m/min]</td> </tr> <tr> <td>F_l</td> <td>Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte</td> <td>[N/m]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>Afkoeltijd</td> <td>[min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>Dikte te lassen folie</td> <td>[mm]</td> </tr> </table>		T_w	Temperatuur laswig	[°C]	v	Lassnelheid	[m/min]	F_l	Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte	[N/m]	t_k	Afkoeltijd	[min]	d_f	Dikte te lassen folie	[mm]
T_w	Temperatuur laswig	[°C]																
v	Lassnelheid	[m/min]																
F_l	Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte	[N/m]																
t_k	Afkoeltijd	[min]																
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]																
	HDPE aanbevolen startwaarden <table> <tr> <td>T_w</td> <td>=</td> <td>380 ± 30</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>=</td> <td>2 ± 0,5</td> <td>[m/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>=</td> <td>2 x d_f</td> <td>[min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>=</td> <td>2</td> <td>[mm]</td> </tr> </table>		T_w	=	380 ± 30	[°C]	v	=	2 ± 0,5	[m/min]	t_k	=	2 x d_f	[min]	d_f	=	2	[mm]
T_w	=	380 ± 30	[°C]															
v	=	2 ± 0,5	[m/min]															
t_k	=	2 x d_f	[min]															
d_f	=	2	[mm]															
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel																	
	Lekdichtheid	Afpersen, 3 bar bij 20 °C en 1 bar bij 50 °C gegeven foliedikte van 2 mm en kanaalbreedte van 10 mm Vacuümklek																
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan																
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan																
	Trekslagproef	Taai bezwijken, > 250 kJ/m ²																
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C ⁵																

⁵ Als de aan te brengen spanning lager dan 5 MPa is, moet de standtijd tot breuk worden verlengd.

5.2 Materiaalblad VLDPE (wiglassen van folies)

Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens; bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen	
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Voorbereiding] --> B[Vorbewerken van lasvlakken] B --> C[Reinigen lasvlakken] C --> D[Controleren] D -- OK --> E[Lassen] E --> F[Afkoelen] F --> G[Inspecteren] D -- niet OK --> A </pre>	<p>Lasparameters</p> <p>T_w Temperatuur laswig [°C] v Lassnelheid [m/min] F_l Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte [N/m] t_k Afkoeltijd [min] d_f Dikte te lassen folie [mm]</p> <p>LLDPE aanbevolen startwaarden</p> <p>T_w = 380 ± 30 [°C] v = 2 ± 0,5 [m/min] t_k = 2 x d_f [min] d_f = 2 [mm]</p>
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel Lekdichtheid	Afpersen, 1,5 bar bij 20 °C en 0,9 bar bij 35 °C gegeven foliedikte van 2 mm en kanaalbreedte van 10 mm Vacuüm klok
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan
	Trekslagproef	Taai bezwijken
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C ⁶

⁶ Als de aan te brengen spanning lager dan 5 MPa is, moet de standtijd tot breuk worden verlengd.

5.3 Materiaalblad HDPE (oud-nieuw) (wiglassen van folies)

Vorbewerking	Te lassen oude folieoppervlakken reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag	
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen	
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Vorbewerken van lasvlakken] B --> C[Reinigen lasvlakken] C --> D[Controleren] D -- OK --> E[Lassen] E --> F[Afkoelen] F --> G[Inspecteren] D -- niet OK --> A </pre>	
	Lasparameters	T_w Temperatuur laswig [°C] v Lassnelheid [m/min] F_l Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte [N/m] t_k Afkoeltijd [min] d_f Dikte te lassen folie [mm]
	HDPE aanbevolen startwaarden T_w = 380 ± 30 [°C] v = 2 ± 0,5 [m/min] t_k = 2 x d_f [min] d_f = 2 [mm]	
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel	
	Lekdichtheid	Afpersen, 3 bar bij 20 °C en 1 bar bij 50 °C gegeven foliedikte van 2 mm en kanaalbreedte van 10 mm Vacuüm klok
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan
	Trekslagproef	Taai bezwijken, > 250 kJ/m ²
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C

5.4 Materiaalblad HDPE – andere PE (wiglassen van folies)

Andere PE	Andere HDPE grade, LLDPE, VLDPE																
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen																
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Voorbereiding] --> B[Vorbewerken van lasvlakken] B --> C[Reinigen lasvlakken] C --> D[Controleren] D -- OK --> E[Lassen] E --> F[Afkoelen] F --> G[Inspecteren] D -- niet OK --> A </pre>																
	Lasparameters	<table> <tr> <td>T_w</td> <td>Temperatuur laswig</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>Lassnelheid</td> <td>[m/min]</td> </tr> <tr> <td>F_l</td> <td>Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte</td> <td>[N/m]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>Afkoeltijd</td> <td>[min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>Dikte te lassen folie</td> <td>[mm]</td> </tr> </table>		T_w	Temperatuur laswig	[°C]	v	Lassnelheid	[m/min]	F_l	Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte	[N/m]	t_k	Afkoeltijd	[min]	d_f	Dikte te lassen folie
T_w	Temperatuur laswig	[°C]															
v	Lassnelheid	[m/min]															
F_l	Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte	[N/m]															
t_k	Afkoeltijd	[min]															
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]															
	<table> <tr> <td colspan="3">HDPE aanbevolen startwaarden</td> </tr> <tr> <td>T_w</td> <td>=</td> <td>380 ± 30 [°C]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>=</td> <td>2 ± 0,5 [m/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>=</td> <td>2 x d_f [min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>=</td> <td>2 [mm]</td> </tr> </table>		HDPE aanbevolen startwaarden			T_w	=	380 ± 30 [°C]	v	=	2 ± 0,5 [m/min]	t_k	=	2 x d_f [min]	d_f	=	2 [mm]
HDPE aanbevolen startwaarden																	
T_w	=	380 ± 30 [°C]															
v	=	2 ± 0,5 [m/min]															
t_k	=	2 x d_f [min]															
d_f	=	2 [mm]															
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel																
	Lekdichtheid	Afpersen, 3 bar bij 20 °C en 1 bar bij 50 °C gegeven foliedikte van 2 mm en kanaalbreedte van 10 mm Vacuüm klok															
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan															
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan															
	Trekslagproef	Taai bezwijken, > 250 kJ/m ²															
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C ⁷															

⁷ Als de aan te brengen spanning lager dan 5 MPa is, moet de standtijd tot breuk worden verlengd.

5.5 Materiaalblad PVC-P (wiglassen van folies)

Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen	
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Voorbereiding] --> B[Voorbewerken van lasvlakken] B --> C[Reinigen lasvlakken] C --> D[Controleren] D -- OK --> E[Lassen] E --> F[Afkoelen] F --> G[Inspecteren] D -- niet OK --> A </pre>	
	Lasparameters	<p> T_w Temperatuur laswig [°C] v Lassnelheid [m/min] F_l Laskracht via aandrukrol per eenheid van breedte [N/m] t_k Afkoeltijd [min] d_f Dikte te lassen folie [mm] </p>
	PVC-P aanbevolen startwaarden <p> T_w = 525 ± 30 [°C] v = 2 ± 0,5 [m/min] t_k = 2 + 1,5 x d_f [min] </p>	
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel	
	Lekdichtheid	Afpersen, 0,8 bar bij 20 °C en 0,5 bar bij 35 °C gegeven foliedikte van 1 mm en kanaalbreedte van 10 mm Vacuüm klok
Kwaliteitsbeoordeling Deestructief	Afpelproef in veld	Breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan
	Afpelproef in laboratorium	Breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur bij 40 °C en 30 % van treksterkte bij 23 °C

5.6 Materiaalblad HDPE (extrusielassen van folies)

Vorbewerking	Te lassen folieoppervlakken zo nodig reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen profiel/textuur, gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag		
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen		
<p>Lasprocedure</p> <pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Aanschuinen] B --> C[Positioneren] C --> D[Reinigen lasvlakken] D --> E[Vorbewerken lasvlakken] E --> F[Controleren] F -- niet OK --> A F -- OK --> G[Lassen] G --> H[Afkoelen] H --> I[Inspecteren] </pre>	<p>Lasparameters</p> <p>T_g Temperatuur verwarmingsgas [°C]</p> <p>T_s Extrudaattemperatuur [°C]</p> <p>Q Gasstroom per tijdseenheid [l/min]</p> <p>v Lassnelheid [m/min]</p> <p>t_k Afkoeltijd [min]</p> <p>d_f Dikte te lassen folie [mm]</p>		
	<p>HDPE aanbevolen startwaarden</p> <p>T_g = 240 ± 20 [°C]</p> <p>T_s = 230 ± 20 [°C]</p> <p>v ≈ 200 [l/min]</p> <p>t_k = 2 + 1,5 x d_f [min]</p>		
	<p>Kwaliteitsborging Niet-destructief</p>		
	Visueel		
	Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest	
	<p>Kwaliteitsbeoordeling Destructief</p>		
	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan	
Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan		
Trekslagproef	Taai bezwijken, > 250 kJ/m ²		
Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C		

5.7 Materiaalblad LLDPE en VLDPE (extrusielassen van folies)

Vorbewerking	Te lassen folieoppervlakken zo nodig reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen profiel/textuur, gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag		
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen		
<p>Lasprocedure</p> <pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Aanschuinen] B --> C[Positioneren] C --> D[Reinigen lasvlakken] D --> E[Vorbewerken lasvlakken] E --> F[Controleren] F -- OK --> G[Lassen] G --> H[Afkoelen] H --> I[Inspecteren] F -- niet OK --> A </pre>	<p>Lasparameters</p> <p>T_g Temperatuur verwarmingsgas [°C]</p> <p>T_s Extrudaattemperatuur [°C]</p> <p>Q Gasstroom per tijdseenheid [l/min]</p> <p>v Lassnelheid [m/min]</p> <p>t_k Afkoeltijd [min]</p> <p>d_f Dikte te lassen folie [mm]</p>	<p>HDPE aanbevolen startwaarden</p> <p>T_g = 230 ± 20 [°C]</p> <p>T_s = 210 ± 20 [°C]</p> <p>v ≈ 200 [l/min]</p> <p>t_k = 2 + 1,5 x d_f [min]</p>	
	Kwaliteitsborging Niet-destructief		
	Visueel		
	Lekdichtheid	Vacuümklok Vonktest	
	Kwaliteitsbeoordeling Destructief		
	Afpeelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan	
	Afpeelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan	
	Trekslagproef	Taaie bezwijken	
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C ⁸	

⁸ Als de aan te brengen spanning lager dan 5 MPa is, moet de standtijd tot breuk worden verlengd.

5.8 Materiaalblad PE – HDPE-plaat (extrusiessen van folie aan plaat)

Vorbewerking	Te lassen folieoppervlakken zo nodig reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen profiel/textuur, gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag					
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen					
<p>Lasprocedure</p> <pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Aanschuinen] B --> C[Positioneren] C --> D[Reinigen lasvlakken] D --> E[Vorbewerken lasvlakken] E --> F[Controleren] F -- niet OK --> A F -- OK --> G[Lassen] G --> H[Afkoelen] H --> I[Inspecteren] </pre>	<p>Lasparameters</p> <p>T_g Temperatuur verwarmingsgas [°C]</p> <p>T_s Extrudaattemperatuur [°C]</p> <p>Q Gasstroom per tijdseenheid [l/min]</p> <p>v Lassnelheid [m/min]</p> <p>t_k Afkoeltijd [min]</p> <p>d_f Dikte te lassen folie [mm]</p> <p>d_p Dikte te lassen plaat [mm]</p>					
	<p>HDPE aanbevolen startwaarden</p> <p>T_g = 240 ± 20 [°C]</p> <p>T_s = 230 ± 20 [°C]</p> <p>v ≈ 200 [l/min]</p> <p>t_k = 2 + 1,5 x d_f [min]</p> <p>d_p ≤ 6 [mm]</p>					
	<p>Kwaliteitsborging Niet-destructief</p>					
	<table border="1"> <tr> <td>Visueel</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lekdichtheid</td> <td>Vacuüm klok Vonktest</td> </tr> </table>		Visueel		Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest
	Visueel					
	Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest				
	<p>Kwaliteitsbeoordeling Destructief</p>					
Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan					
Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan					
Trekslagproef	Taaie bezwijken, > 250 kJ/m ²					
Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C					

5.9 Materiaalblad HDPE (oud - nieuw) (extrusiessen van folies)

Vorbewerking	Te lassen folieoppvlakken zo nodig reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen profiel/textuur, gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag																			
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen																			
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Aanschuinen] B --> C[Positioneren] C --> D[Reinigen lasvlakken] D --> E[Vorbewerken lasvlakken] E --> F[Controleren] F -- OK --> G[Lassen] G --> H[Afkoelen] H --> I[Inspecteren] F -- niet OK --> A </pre>																			
	Lasparameters	<table> <tr> <td>T_g</td> <td>Temperatuur verwarmingsgas</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>T_s</td> <td>Extrudaattemperatuur</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Gasstroom per tijdseenheid</td> <td>[l/min]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>Lassnelheid</td> <td>[m/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>Afkoeltijd</td> <td>[min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>Dikte te lassen folie</td> <td>[mm]</td> </tr> </table>		T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]	T_s	Extrudaattemperatuur	[°C]	Q	Gasstroom per tijdseenheid	[l/min]	v	Lassnelheid	[m/min]	t_k	Afkoeltijd	[min]	d_f	Dikte te lassen folie
T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]																		
T_s	Extrudaattemperatuur	[°C]																		
Q	Gasstroom per tijdseenheid	[l/min]																		
v	Lassnelheid	[m/min]																		
t_k	Afkoeltijd	[min]																		
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]																		
	<table> <tr> <td colspan="3">HDPE aanbevolen startwaarden</td> </tr> <tr> <td>T_g</td> <td>=</td> <td>240 ± 20 [°C]</td> </tr> <tr> <td>T_s</td> <td>=</td> <td>230 ± 20 [°C]</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>≈</td> <td>200 [l/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>=</td> <td>$2 + 1,5 \times d_f$ [min]</td> </tr> </table>		HDPE aanbevolen startwaarden			T_g	=	240 ± 20 [°C]	T_s	=	230 ± 20 [°C]	v	≈	200 [l/min]	t_k	=	$2 + 1,5 \times d_f$ [min]			
HDPE aanbevolen startwaarden																				
T_g	=	240 ± 20 [°C]																		
T_s	=	230 ± 20 [°C]																		
v	≈	200 [l/min]																		
t_k	=	$2 + 1,5 \times d_f$ [min]																		
	<table> <tr> <td colspan="2">Kwaliteitsborging</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Niet-destructief</td> </tr> <tr> <td>Visueel</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lekdichtheid</td> <td>Vacuüm klok Vonktest</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Kwaliteitsbeoordeling</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Destructief</td> </tr> </table>		Kwaliteitsborging		Niet-destructief		Visueel		Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest	Kwaliteitsbeoordeling		Destructief							
Kwaliteitsborging																				
Niet-destructief																				
Visueel																				
Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest																			
Kwaliteitsbeoordeling																				
Destructief																				
Afproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan																			
Afproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan																			
Trekslagproef	Taaie bezwijken, > 250 kJ/m ²																			
Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C																			

5.10 Materiaalblad HDPE (föhnlassen van folies)

Vorbewerking	Te lassen folieoppervlakken zo nodig reinigen met ethanol, methanol of aceton Verwijderen <u>gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag</u>	
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens; bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen	
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Vorbewerken] B --> C[Positioneren] C --> D[Hechten] D --> E[Controleren] E -- OK --> F[Lassen] F --> G[Afkoelen] G --> H[Inspecteren] E -- niet OK --> A </pre>	
	Lasparameters	T_g Temperatuur verwarmingsgas [°C] Q Gasstroom per tijdseenheid [l/min] V Lassnelheid [m/min] t_k Afkoeltijd [min] d_f Dikte te lassen folie [mm]
	HDPE aanbevolen startwaarden T_g = 300 ± 20 [°C] Q ≈ 200 [l/min] t_k = 2 + 1,5 x d_f [min]	
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel	
	Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan
	Trekslagproef	Taai bezwijken, > 250 kJ/m ²
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur in waterige zeepoplossing bij 50 °C en 30 % van vloeispanning bij 23 °C

5.11 Materiaalblad PVC-P (föhnlassen van folies)

Vorbewerking	Te lassen folieoppervlakken zo nodig reinigen met ethanol of methanol of aceton Verwijderen gedegradeerde en of geoxideerde oppervlaktelaag																
Lascondities	Omgeving > 0°, folie > 5 °C, geen condens, bij lagere temperaturen beschuttende maatregelen																
Lasprocedure	<pre> graph TD A[Vorbereiding] --> B[Vorbewerken] B --> C[Positioneren] C --> D[Hechten] D --> E[Controleren] E -- OK --> F[Lassen] F --> G[Afkoelen] G --> H[Inspecteren] E -- niet OK --> A </pre>																
	Lasparameters	<table> <tr> <td>T_g</td> <td>Temperatuur verwarmingsgas</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>Gasstroom per tijdseenheid</td> <td>[l/min]</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Lassnelheid</td> <td>[m/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>Afkoeltijd</td> <td>[min]</td> </tr> <tr> <td>d_f</td> <td>Dikte te lassen folie</td> <td>[mm]</td> </tr> </table>		T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]	Q	Gasstroom per tijdseenheid	[l/min]	V	Lassnelheid	[m/min]	t_k	Afkoeltijd	[min]	d_f	Dikte te lassen folie
T_g	Temperatuur verwarmingsgas	[°C]															
Q	Gasstroom per tijdseenheid	[l/min]															
V	Lassnelheid	[m/min]															
t_k	Afkoeltijd	[min]															
d_f	Dikte te lassen folie	[mm]															
	HDPE aanbevolen startwaarden <table> <tr> <td>T_g</td> <td>=</td> <td>475 ± 25</td> <td>[°C]</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>≈</td> <td>200</td> <td>[l/min]</td> </tr> <tr> <td>t_k</td> <td>=</td> <td>$2 + 1,5 \times d_f$</td> <td>[min]</td> </tr> </table>		T_g	=	475 ± 25	[°C]	Q	≈	200	[l/min]	t_k	=	$2 + 1,5 \times d_f$	[min]			
T_g	=	475 ± 25	[°C]														
Q	≈	200	[l/min]														
t_k	=	$2 + 1,5 \times d_f$	[min]														
Kwaliteitsbeoordeling Niet-destructief	Visueel																
	Lekdichtheid	Vacuüm klok Vonktest (bij betonbescherming)															
Kwaliteitsbeoordeling Destructief	Afpelproef in veld	Taaie breuk buiten las, beperkt afpellen toegestaan															
	Afpelproef in laboratorium	Taaie breuk buiten las, gering afpellen (< 30 %) toegestaan															
	Langeduur constante belasting	Standtijd tot breuk > 500 uur bij 40 °C en 30 % van treksterkte bij 23 °C															

NEN

Postbus 5059
2600 GB Delft

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

T +31 (0)15 2 690 390
info@nen.nl

www.nen.nl