



Aanleg van bovengrondse UPP-leidingen en jachthaven applicaties

Franklin Fueling Systems • 3760 Marsh Rd. • Madison, WI 53718 USA
Tel.: +1 608 838 8786 • 800 225 9787 • Fax: +1 608 838 6433 • www.franklinfueling.com

Veiligheid

Belangrijk!

UPP-systemen mogen enkel worden geïnstalleerd volledig door UPP opgeleide en erkende installateurs.

Indien de installatie-instructies niet worden gerespecteerd, vervallen de garantie en de UPP certificering van de installateur!

Wanneer de leidingen boven de grond geïnstalleerd worden, dient met de volgende factoren rekening gehouden te worden:

- Temperatuurschommelingen
- Aanleg van de leidingen, steunen en beperkingen
- Mogelijke mechanische belasting of stootbelasting
- Blootstelling aan chemische stoffen
- UV-straling

Temperatuurschommelingen

Bovengrondse installaties staan bloot aan grotere temperatuurschommelingen dan relatief stabiele ondergrondse installaties. Zonnestrallen, seizoenswisselingen en overgangen tussen dag en nacht kunnen een enorme invloed hebben op leidingmaterialen die zich boven de grond bevinden.

Temperatuurveranderingen resulteren in dimensionale veranderingen van het materiaal. De mate van een dimensionale verandering bij een bepaalde temperatuurverandering is afhankelijk van de eigenschappen van het materiaal.

Uit ervaring op het veld blijkt dat de stroming in een leiding fungeert als koellichaam, waardoor de warmte uit de leiding onttrokken wordt. Berekeningen voor UPP-leidingen gaan echter uit van het feit dat de stroming statisch is of dat er zelfs helemaal geen sprake van stroming is.

De onderstaande tabel bevat een aantal lineaire thermische uitzettingscoëfficiënten voor veelgebruikte materialen

Leidingmateriaal	Coëfficiënt van lineaire thermische uitzetting $\left(\frac{m}{m} \times ^\circ C\right) \times 10^{-6}$	Resulterende uitzetting van de leiding voor 50 m x 10 °C (mm)
HDPE	220	110
Pvc	52	26
Staal	13	6.5
Roestvrij staal (316)	16	8
FRP	16	8
Koper	16	8

Tabel 1: Coëfficiënt van lineaire uitzetting

HDPE is minder stug dan metalen leidingen. Dankzij het vermogen van het materiaal om spanning op te vangen, is het materiaal aanzienlijk beter bestand tegen belastingen dan andere materialen bij dezelfde temperatuurveranderingen. Niettemin dienen het ontwerp en de installatie altijd mogelijke bijwerkingen van temperatuurschommelingen te voorkomen of te compenseren.

Situaties waarin speciale aandacht nodig is:

- Beperk overmatige stuwkracht of buigmomenten op hulpstukken
- Beperk overmatig doorzakken van leidingen
- Beperk overmatige spanning bij verandering van richting

Beoordeling van de axiale uitzetting

De volgende vergelijking resulteert in de axiale uitzetting ΔL als gevolg van warmte-effecten in een leiding die kan expanderen zonder axiale beperkingen:)

$$\text{Vergelijking (1)} \quad \Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

Waarbij α de coëfficiënt is van lineaire thermische uitzetting (voor PE bevindt zich dat binnen $160-220 \times 10^{-6} (^{\circ}C^{-1})$)

L is de lengte van de leiding en ΔT is de temperatuurverandering.

Zoals hierboven aangegeven, zal de leiding die wordt blootgesteld aan temperatuurveranderingen, uitzetten en krimpen in reactie op de temperatuurveranderingen. De ontwerper kan dit fenomeen op twee manieren tegengaan.

- a). De leiding kan worden verankerd op een manier waarop elke wijziging van de fysieke afmetingen wordt beperkt; de verankering kan zijn voordeel doen met de unieke spanningseigenschappen van polyethyleen om de bewegingen en afbuigingen op mechanische wijze te beperken.
- b). De leiding kan zonder beperkingen worden geïnstalleerd, waardoor hij vrij kan bewegen in reactie op temperatuurveranderingen.

Thermische uitzetting/krimp absorberen

Om thermische uitzetting/krimp in bovengrondse leidingen te absorberen, dient extra flexibiliteit aan de installatie te worden toegevoegd. Dit kan op twee manieren gerealiseerd worden:

- a) Door afstandhouders of expansielussen toe te voegen
- b) Door gecontroleerde dwarsverbuiging toe te staan

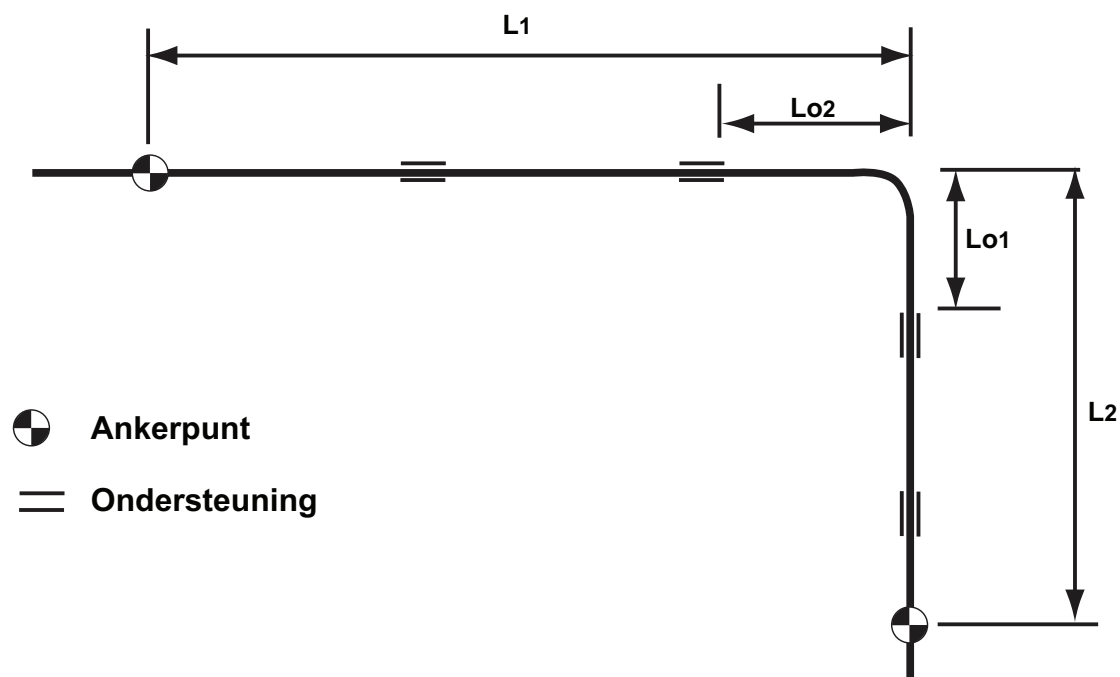
Afstandhouders en expansielussen worden voornamelijk gebruikt in leidingen waaraan op bepaalde punten steunen, zoals hangers, zijn toegevoegd.

Dwarsverbuiging wordt toegepast bij leidingen die volledig worden ondersteund, zoals door middel van rekken of middels installatie op de grond.

Berekening van afstandhouders en expansielussen

Een drukspanning of axiale trekspanning in een rechte leiding kan worden verminderd door de spanning om te zetten in een buigspanning op een afstandhouder. Zoals Afbeelding 1 laat zien, fungeert de lengte L_0 als een ingeklemde balk voor de lange leiding L_1 . Wanneer er sprake is van thermische uitzetting, neemt lengte L_1 toe met ΔL_1 . Dit resulteert erin dat afstand L_0 buigt en daardoor de spanning als gevolg van de uitzetting absorbeert. De lengte van de afstand L_0 dient toereikend te zijn om de afstandsleiding de axiale krachten om te laten zetten in een gemiddelde buigspanning.

In Afbeelding 1 worden de twee afstandhouders L_0 en L_2 getoond. In dit geval dienen beide afstandhouders gedimensioneerd te worden tot de overeenkomstige lengte van de leidingen, respectievelijk L_1 en L_2 .



Afbeelding 1: Diagram voor het berekenen van de leiding

De minimale lengte van de afstand L_o die de warmtebelasting in de lange rechte leiding L veilig zal absorberen, volgt uit de volgende vergelijking:

$$L_o = \sqrt{\frac{3}{20} \cdot D \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta T}$$

Waarbij:

L_o = Minimale lengte van afstandhouder (m)

D = Buitendiameter van leiding (mm)

α = Coëfficiënt van lineaire thermische uitzetting ($1/^\circ\text{C}$)

L = rechte leiding vanaf het eerste ankerpunt (m)

ΔT = Geanticiperde maximale temperatuurverandering ($^\circ\text{C}$)

Zoals de afbeeldingen 2 en 3 hieronder tonen, kan de minimale afstand L_o als segmenten van een lus of van een andere vorm worden gedistribueerd.

Voorbeeld.

Laten we uitgaan van een HDPE-leiding in Afbeelding 1, die in de volgende configuratie aan een maximale ΔT van 50°C wordt blootgesteld:

$L_1 = 6$ (m)

$L_2 = 4$ (m)

$D = 63$ (mm)

$\alpha = 220 \times 10^{-6}$ (uit Tabel 1)

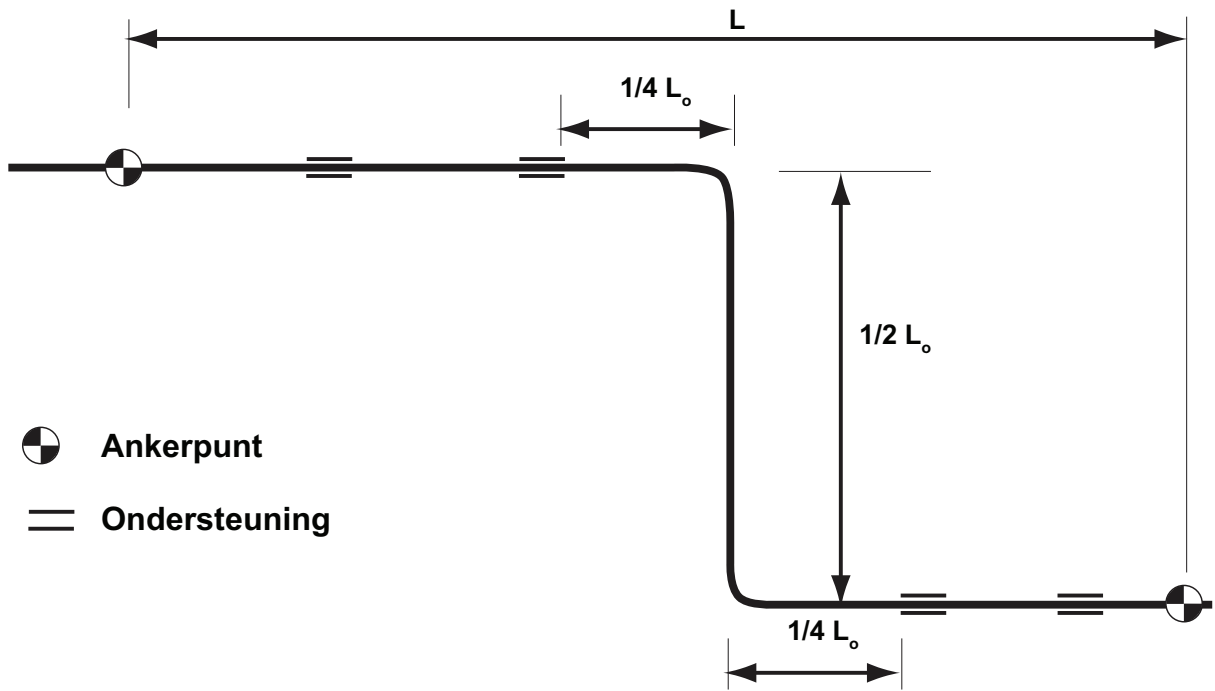
$$L_{o1} = \sqrt{\frac{3}{20} \cdot D \cdot \alpha \cdot L_1 \cdot \Delta T}$$

$$L_{o1} = \sqrt{\frac{3}{20} \cdot 63 \cdot 220 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 50} = 0.79 \text{ (m)}$$

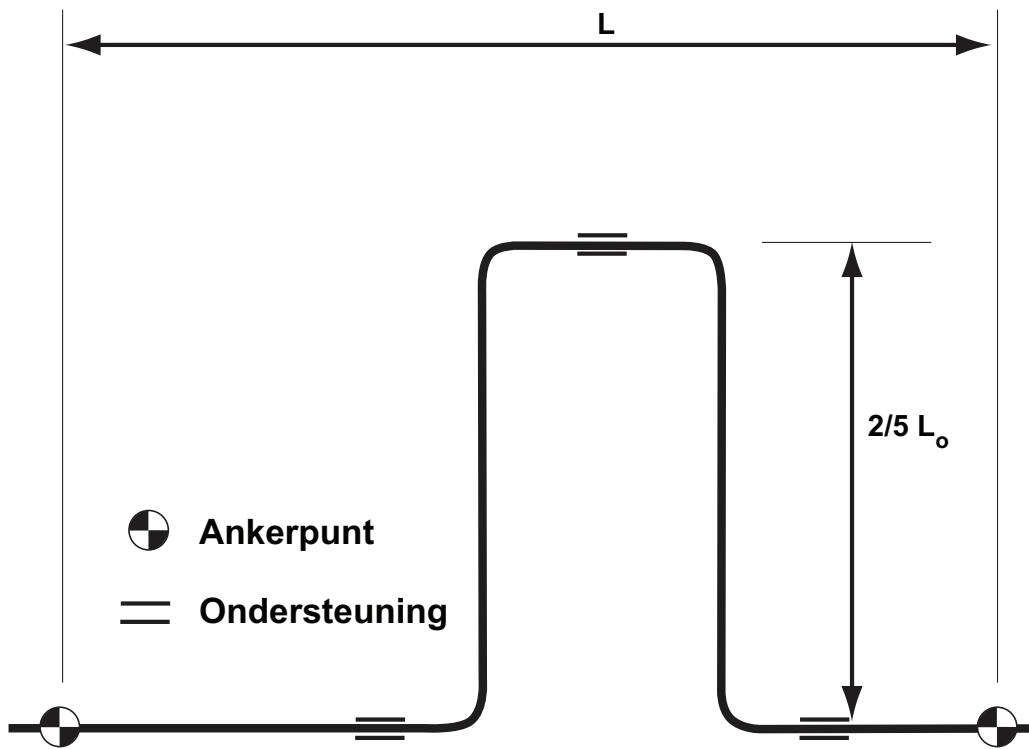
$$L_{o2} = \sqrt{\frac{3}{20} \cdot D \cdot \alpha \cdot L_2 \cdot \Delta T}$$

$$L_{o2} = \sqrt{\frac{3}{20} \cdot 63 \cdot 220 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 50} = 0.64 \text{ (m)}$$

Zoals de afbeeldingen 2 en 3 hieronder tonen, kan de minimale afstand L_0 als segmenten van een lus of van een andere vorm worden gedistribueerd.



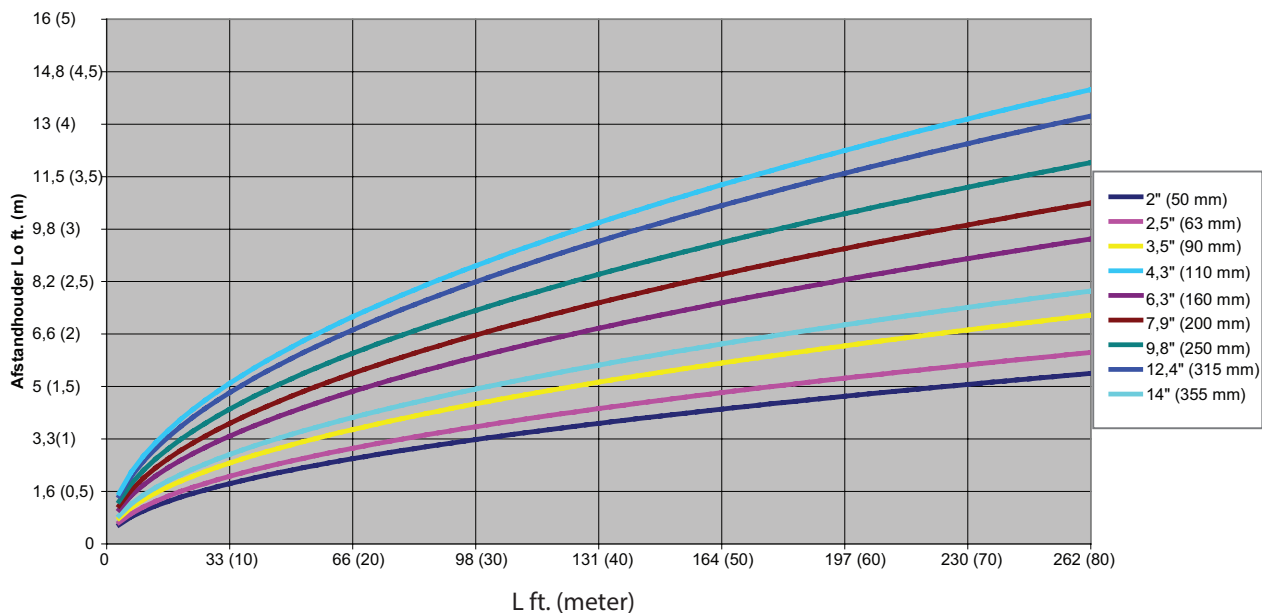
Afbeelding 2:



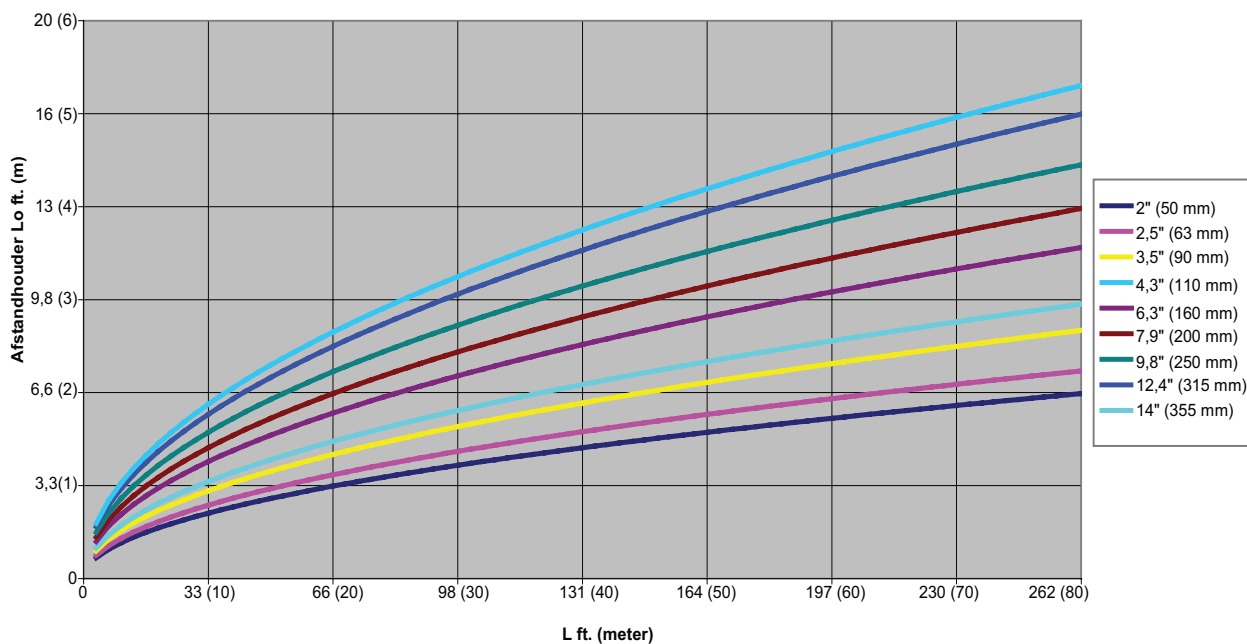
Afbeelding 3

De volgende schema's tonen de berekening van de afstand als functie van het geanticipeerde temperatuurverschil, alsook de te compenseren lengte van de leiding.

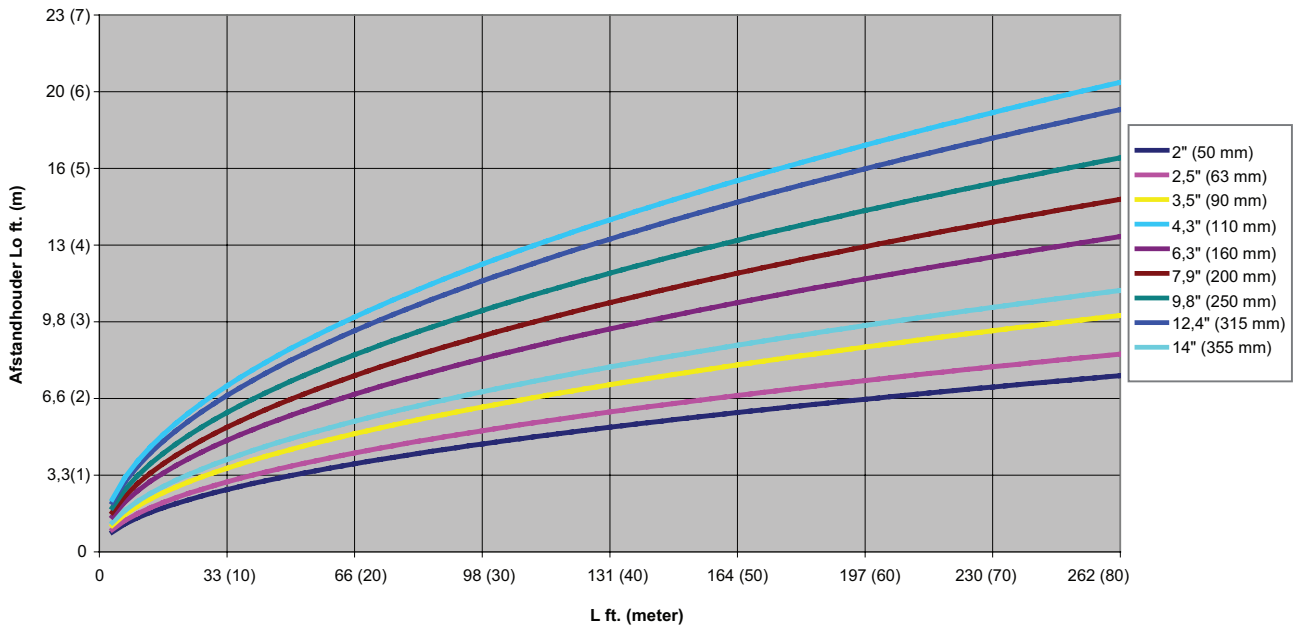
Berekening van de lengte van de afstand $\Delta T = 36 \text{ }^\circ\text{F (20 }^\circ\text{C)}$



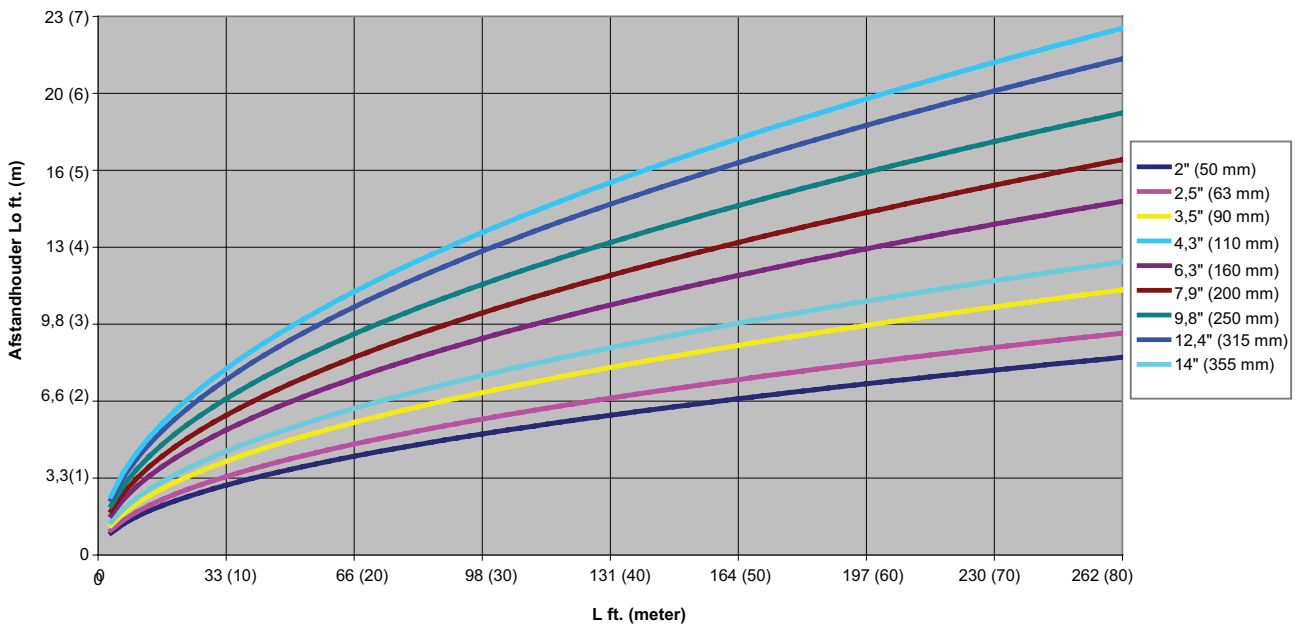
Berekening van de lengte van de afstand $\Delta T = 54 \text{ }^\circ\text{F (30 }^\circ\text{C)}$



Berekening van de lengte van de afstand
 $\Delta T = 72 \text{ }^\circ\text{F} (40 \text{ }^\circ\text{C})$



Berekening van de lengte van de afstand
 $\Delta T = 90 \text{ }^\circ\text{F} (50 \text{ }^\circ\text{C})$



Bovengrondse installaties

Thermische uitzetting in lange leidingen met volledige ondersteuning, hetzij op een oppervlak boven de grond of in een rek, kunnen worden geabsorbeerd door de leiding de mogelijkheid te bieden om zijdelings af te buigen. In dergelijke gevallen dient er aan weerszijden van de leiding voldoende ruimte te zijn om de afbuiging te ondersteunen. De leiding wordt beperkt in de mogelijkheden om af te buigen door hem op vaste punten te verankeren. In rekken kan een ankerpunt in het midden gebruikt worden. Dit ankerpunt dient echter wel met de afbuiging van de leiding mee te kunnen draaien.

Om de leiding alleen de mogelijkheid te geven om naar één zijde af te buigen, kunt u tijdens het aanleggen van de leiding al een afbuiging toepassen die van de ene naar de andere zijde golf, zodat extra afbuigingen zich altijd in dezelfde richting bewegen. Een afbuiging tijdens de aanleg dient zo te worden toegepast dat de leiding bij de laagste geanticipeerde temperatuur niet samentrekt tot een rechte leiding, waardoor een hoge axiale trekspanning ontstaat. Om tijdens de installatie de oorspronkelijk benodigde zijdelingse afbuiging te realiseren, dient de geanticipeerde verandering van de temperatuur tijdens de installatie naar de minimumtemperatuur vastgesteld te worden. De leiding dient aan de hand van deze waarde en de afstand tussen de zijwaartse steunpunten geïnstalleerd te worden overeenkomstig deze zijdelingse afbuiging plus de extra zijdelingse afbuiging die door de ontwerper is opgegeven.

Het bodemoppervlak waarover de leiding afbuigt, dient vrij te zijn van grote rotsblokken, scherpe stenen, puin of andere materialen die de leiding kunnen beschadigen en daardoor de nominale spanningscapaciteit van het leidingmateriaal kunnen aantasten.

Zijdelingse afbuiging van een leiding die aan het uiteinde is ingeklemd, kan worden vastgesteld aan de hand van de volgende relatie

$$y = 1000 \cdot L \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \Delta T}$$

Waarbij: y = Zijdelingse afbuiging (mm)

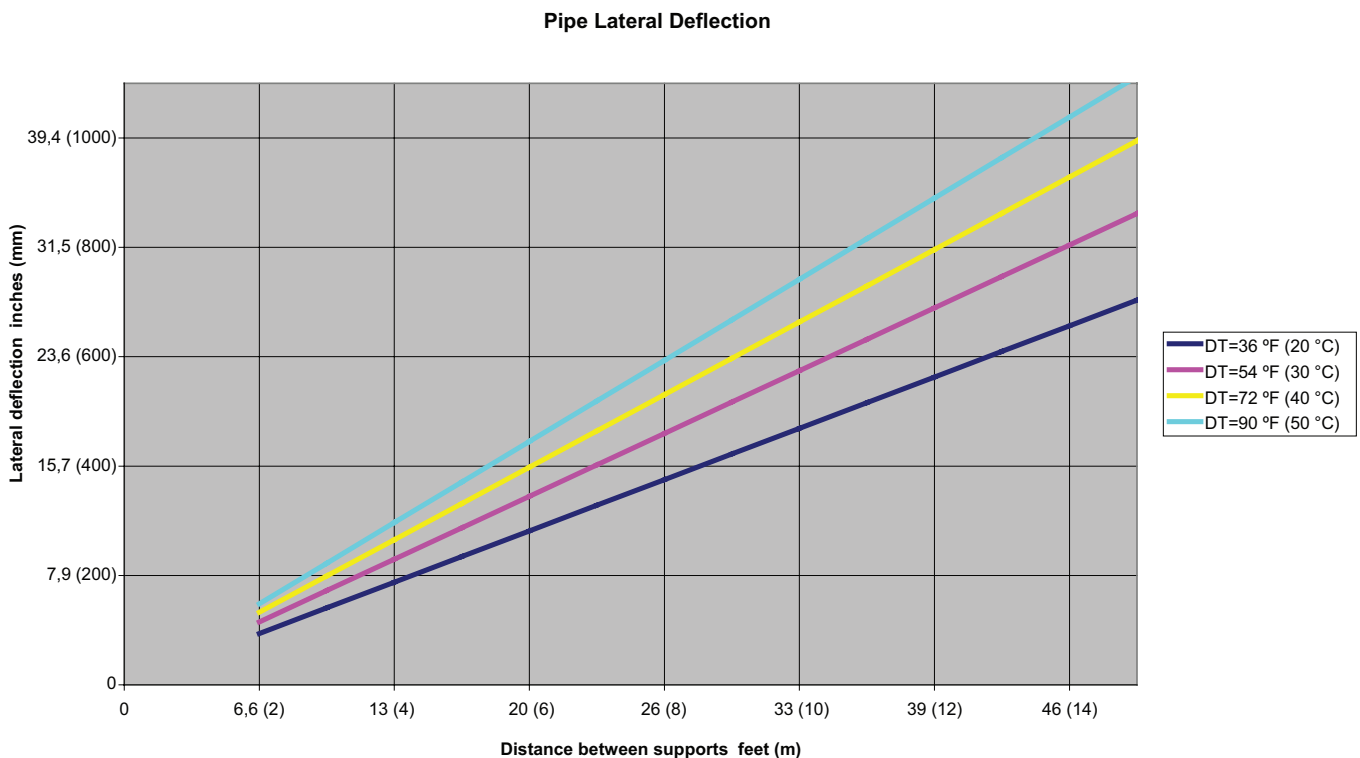
L = Afstand tussen zijdelingse steunen (m)

α = Lineaire thermische uitzettingscoëfficiënt 1/°C

ΔT = Temperatuurverandering (°C)

Er dient aan weerszijden van de leiding voldoende vrije ruimte te zijn om deze afbuiging de vrije ruimte te geven.

Het volgende schema toont de zijdelingse afbuiging voor $\Delta T = 20, 30, 40$ en 50 °C



Hoe dichter de zijdelingse steunen worden geplaatst, hoe groter de kromming van de leiding is als gevolg van zijdelingse afbuiging. De ruimte tussen de zijdelingse steunen dient niet zo regelmatig te zijn dat er overmatige buigspanningen in de leiding ontstaan.

Als algemene regel geldt dat de regelmaat van de zijdelingse steunen een financiële kwestie is. Wanneer de zijdelingse afbuiging sterk beperkt dient te worden, neemt de regelmaat van de stabilisatiepunten aanzienlijk toe. Wanneer substantiële zijdelingse afbuiging echter is toegestaan, zijn er minder ankerpunten nodig. De bijbehorende kosten nemen dan ook af.

De volgende tabel toont de aanbevolen minimale afstand tussen de punten voor leidingen met verschillende diameters als functie van de maximaal geanticipeerde temperatuurverandering (ΔT).

Aanbevolen minimumafstand tussen punten ft (m)				
Leiding-diam. Inch (mm)	$\Delta T=36$ °F (20 °C)	$\Delta T=54$ °F (30 °C)	$\Delta T=72$ °F (40 °C)	$\Delta T=90$ °F (50 °C)
1½ (50)	4,8 (1,470)	5,9 (1,800)	6,8 (2,079)	7,6 (2,324)
2 (63)	6,1 (1,852)	7,4 (2,268)	8,6 (2,619)	9,6 (2,929)
3 (90)	8,7 (2,646)	10,6 (3,241)	12,3 (3,742)	13,7 (4,184)
4 (110)	10,6 (3,234)	13,0 (3,961)	15,0 (4,574)	16,8 (5,113)
6 (160)	15,4 (4,704)	18,9 (5,761)	21,8 (6,652)	24,4 (7,438)
8 (200)	19,3 (5,880)	23,6 (7,201)	27,3 (8,316)	30,5 (9,297)
10 (250)	24,1 (7,350)	29,5 (9,002)	34,1 (10,394)	38,1 (11,621)
12 (315)	30,4 (9,261)	37,2 (11,342)	43,0 (13,097)	48,0 (14,643)
14 (355)	34,2 (10,437)	41,9 (12,783)	48,4 (14,760)	54,1 (16,502)

Tabel 2: Ruimte tussen punten

Hangende leidingen

Hangende leidingen kunnen op twee verschillende manieren worden ondersteund:

- **Volledige ondersteuning:** Hierbij wordt de volledige leiding aan de onderzijde ondersteund met een boog van circa 120°. Deze leiding veroorzaakt geen afbuiging in de leiding.
- **Onderbroken ondersteuning:** De leiding wordt ondersteund door middel van onopvallende steunen. De steunen bestaan veelal uit stalen ringen die aan de binnenzijde bedekt zijn met een zacht materiaal waardoor beschadiging van het leidingoppervlak wordt voorkomen. De ruimte tussen de steunen voor leidingen van polyethyleen wordt nagenoeg op dezelfde manier vastgesteld als voor andere hangende leidingen. De ontwerpmethode vraagt om eenvoudige balk-analyse of om ononderbroken balk-analyse van de voorgestelde installatie. De methode is gebaseerd op het beperken van de buigspanning.

De spanbreedte van de steunen van het midden tot het midden kan aan de hand van de volgende berekening worden vastgesteld:

$$x \leq 0.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{(D^4 - d^4) \cdot E}{16 \cdot g \cdot [p_{PE} (D^2 - d^2) + p_f \cdot d^2]}}$$

Waarbij:

- x = spanbreedte van het midden tot het midden
- D = buitendiameter van leiding (m)
- d = binnendiameter van leiding (m)
- E = elasticiteitsmodulus van HDPE op lange termijn
- g = zwaartekrachtconstante (9,81 m/s²)

$$\rho_E = \text{PE-dichtheid (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_f = \text{dichtheid getransporteerde vloeistof (kg/m}^3\text{)}$$

Er vanuit gaande dat de vloeistofdichtheid en PE-dichtheid gelijk zijn (ρ), worden de vergelijkingen als volgt vereenvoudigd:

$$x \leq 0.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{(D^4 - d^4) \cdot E}{16 \cdot g \cdot \rho \cdot D^2}}$$

De volgende tabel bevat de maximale lengte van de spanbreedte voor hangende leidingen

Leidingdiameter in inch (mm)	Spanbreedte x ft (m)
1 (32)	2,0 (0,6)
1½ (50)	3,0 (0,9)
2 (63)	3,3 (1,0)
3 (90)	4,3 (1,3)
4 (110)	4,9 (1,5)
6 (160)	6,2 (1,9)
8 (200)	7,2 (2,2)
10 (250)	8,5 (2,6)
12 (315)	9,8 (3,0)
14 (355)	10,5 (3,2)

Tabel 3: Maximale spanbreedte

De steunen dienen, gezien de geanticipeerde servicewerkzaamheden, sterk genoeg te zijn om de leiding te beschermen tegen zijdelingse afbuiging of tegen afbuiging over de lengte. Wanneer het ontwerp vrije beweging tijdens de uitzetting mogelijk maakt, dienen de glijdende steunen begeleiding te bieden zonder dat ze de bewegingsrichting beperken. Wanneer de steun echter is ontworpen om de leiding stevig te positioneren, dient de steun flexibel gemonteerd te worden of sterk genoeg te zijn om de geanticipeerde spanning te weerstaan.

Zware installaties of flenzen dienen ten minste aan weerszijden over de volledige diameter van één leiding volledig ondersteund en beperkt te worden. Deze ondersteunde installatie betreft een sterke structuur binnen het flexibele leidingsysteem. De installatie dient volledig geïsoleerd te zijn van buigkrachten als gevolg van doorzakkende balken of van thermische afbuiging.

Thermisch geïnduceerde belastingen wanneer de leiding volledig beperkt is

Wanneer een leiding wordt beperkt tegen uitzetten en krimpen, kan een verandering in de temperatuur van de leiding resulteren in de ontwikkeling van axiale druk- of trekspanning. Deze spanning wordt weerstaan door een druk- of trekkracht aan de uiteinden van de leiding of op enig punt in de leiding waaraan deze bevestigd is.

Een belangrijke zorg in bovengrondse installaties is de kans op een overmatige duwkracht die op een onderdeel van de leiding of op de ondersteunende structuur wordt overgedragen. De stuwkracht als reactie op thermische ontwikkelingen binnen HDPE-leidingen is over het algemeen echter van veel minder belang dan wanneer deze stuwkracht bij identieke temperatuurveranderingen in metalen leidingen of in FRP-leidingen aanwezig zou zijn. Dat heeft te maken met de hoge elasticiteit van HDPE (lage modulus). Bovendien kunnen HDPE-leidingen, als gevolg van de aanzienlijk lage elasticiteitsmodulus van plasticmaterialen onder druk, eenvoudiger zijdelings vervormen. Wanneer dat wordt toegestaan, is de kans op het overdragen van druklasten op externe beperkingsmechanismen veel minder waarschijnlijk dan bij stugge leidingmaterialen.

Leidingmateriaal	Elasticiteitsmodulus (MPa)
HDPE PE100 (korte termijn)	1000
HDPE PE100 (lange termijn)	160
HDPE PE80 (korte termijn)	900
HDPE PE80 (lange termijn)	150
Staal	210.000
FRP	10.000-20.000
Koper	120.000

Tabel 4: Elasticiteitsmodulus

De omvang van de axiale druk- of trekspanning die kan ontstaan in een leiding die wordt beperkt tegen axiale en zijdelingse vervorming, kan met behulp van de volgende vergelijking berekend worden:

$$\text{Vergelijking (2)} \quad \sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Waarbij:

σ = spanning in axiale richting (druk- of trekspanning in MPa)

E = Elasticiteitsmodulus (MPa)

α = Thermische uitzettingscoëfficiënt (m/m °C)

ΔT = Temperatuurverandering

De thermische stuwkracht in een leiding die wordt beperkt tegen axiale bewegingen kan met behulp van de volgende vergelijking worden berekend op basis van de axiale spanning:

$$\text{Vergelijking (3)} \quad F = A \cdot \sigma$$

Waarbij:

F = Axiale duwkracht, hetzij druk- of trekkracht (Newton)

A = doorsnede van de leiding (mm²)

σ = trek- of duwspanning, zoals gedefinieerd in verg. (2) (MPa)

Voorbeeld:

Een duwkracht in een leiding van 160 mm, SDR13.6, gemaakt van PE100, staat bloot aan een temperatuurverandering van 20 °C. Uitgaande van het feit dat de leiding wordt beperkt tegen axiale en zijdelingse bewegingen, kunt u de duwkracht bij de steunen als volgt berekenen:

De korte axiale spanning in de leiding is, op basis van vergelijking (2):

$$E = 900 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha = 220 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta T = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\sigma = 900 \cdot 220 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 3,96 \text{ MPa}$$

De doorsnede van de leiding is

$$A = 5479 \text{ mm}^2$$

Uit de vergelijking (3):

$$F = 3,96 \cdot 5479 = 21697 \text{ (N)}$$

De spanningsvermindering van HDPE neemt geleidelijk af. Daarmee wordt rekening gehouden wanneer de elasticiteitsmodulus voor de lange termijn wordt gebruikt:

$$E = 160 \text{ MPa}$$

In dit geval volgt uit de vergelijkingen (2) en (3)

$$\sigma = 0,704 \text{ (MPa)}$$

$$F = 3857 \text{ N}$$

Blootstelling aan chemische stoffen

In tegenstelling tot veel leidingmaterialen, roesten, rotten, deuken en corroderen HDPE-leidingen niet als gevolg van chemische, elektrolytische en galvanische activiteiten. De primaire chemische omgevingen die mogelijke problemen met zich meebrengen voor polyethyleenleidingen zijn sterke oxidatiemiddelen. Veelvoorkomende oxidatiemiddelen zijn: Hypochloriet en samenstellingen, zoals bleekmiddelen, peroxide-verbindingen, ozon, salpeterzuur, jodium en andere halogenen.

Omgevingen waarin deze ruwe chemische stoffen aanwezig zijn, kunnen de prestatie-eigenschappen van bovengrondse systemen die gemaakt zijn van polyethyleenleidingen aantasten. De voortdurende blootstelling van polyethyleen aan sterke oxidatiemiddelen kan leiden tot barsten of haarscheuren in het leidingoppervlak. Incidentele blootstelling aan deze middelen zal echter niet aanzienlijk van invloed zijn op de prestaties van UPP-leidingen op lange termijn.

Blootstelling aan ultraviolet

Wanneer buiten, in bovengrondse toepassingen, polyethyleenleidingen worden gebruikt, zullen deze leidingen langdurig aan direct zonlicht worden blootgesteld. Het ultraviolet in zonlicht kan schadelijk zijn voor polymeren die niet voldoende zijn beschermd.

UPP-leiding wordt, vanwege het feit dat het bestaat uit fijn verspreid en gelijkmatig verspreid roet, langdurig beschermd tegen de schadelijke effecten van UV-straling.

Mechanische belasting of stootbelasting

Alle leidingmaterialen die geïnstalleerd worden op een blootliggende locatie, staan open voor de heftige situaties die zich in de omgeving kunnen voordoen. De leidingmaterialen kunnen beschadigd worden door de bewegingen van voertuigen en andere apparaten. Dergelijke schade resulteert gewoonlijk in kerven, afbuigingen en afvlakking van de leidingoppervlakken. Wanneer een bovengrondse installatie geplaatst moet worden in een regio waarin sprake is van overmatig mechanisch misbruik (bijv. langs een snelweg), dienen de leidingen extra beschermd te worden. Dit kan door een berm aan te leggen of door de leiding op die plaatsen waar de kans op schade het grootst is te voorzien van een behuizing. Afhankelijk van de situatie kunnen er ook andere middelen gebruikt worden.

Over het algemeen dienen leidingen in een installatie waarvan enig deel van de polyethyleenleiding voor meer dan 10% van de minimale wanddikte is ingekerfd, vervangen te worden.

Druktest

Na de inspectie en voor en na het terugstorten van de grond moet door een bevoegde persoon op elk leidingtraject en op elke kamer en tank een lekttest worden uitgevoerd om de intactheid van de verbindingen en afdichtingen te controleren. Deze test moet voldoen aan de vereisten van plaatselijke ambtenaren en ingenieurs en moet in overeenstemming zijn met de plaatselijke gezondheids- en veiligheidsvoorschriften.

De volgende testprocedure wordt enkel als leidraad voorgesteld en heeft in geen geval voorrang op de vereisten van oliemaatschappijen of de plaatselijke regelgeving.

BRL-K903 van toepassing-

Pagina opzettelijk blanco gelaten



Franklin Fueling Systems

www.franklinfueling.com

3760 Marsh Road • Madison, WI 53718, VS
Tel.: +1 608 838 8786 • Fax: +1 608 838 6433
Tel.: VS & Canada 1 800 225 9787 • Tel.: Mexico 001 800 738 7610

Franklin Fueling Systems GmbH
Rudolf-Diesel-Strasse 20 • 54516 Wittlich, DUITSLAND
Tel.: +49-6571-105-380 • Fax: +49-6571-105-510