

## ONDERDRUK

### GELAMINEERDE FLEXIBELE SLANGEN

#### 1. INLEIDING

Een van de belangrijkste grootheden in een luchtbehandeling systemen of ventilatie systeem is de druk. Zowel de absolute als de relatieve luchtdruk worden gebruikt voor het bepalen van de luchtdichtheid in een ruimte. Als de luchtdichtheid groot is, is de druk ook hoog en omgekeerd. Om lucht in een ventilatie- of luchtbehandeling systeem te verplaatsen wordt een verschil in luchtdruk gecreëerd.

De nominale buitendruk bedraagt 1000 hectopascal, deze druk wordt al jaren gebruikt als de standaarddruk in de omgeving.

Een ventilator, die lucht vanuit een ruimte in een slang brengt, creëert een hogere druk in de slang dan de omgevingsdruk. Als lucht via een slang door een ventilator wordt aangezogen, om vervolgens naar een ruimte te worden getransporteerd, dan ontstaat er een onderdruk in de slang. Deze druk is lager dan de nominale druk. We spreken dus van positieve en negatieve druk.

De maximale belasting van DEC slangen, op het gebied van overdruk, wordt op de product informatiebladen als werkdruk (positieve druk) aangeduid.

Een ventilator, die bijvoorbeeld buitenlucht aanzuigt en deze via een slang een ruimte inbrengt, zal een negatieve druk veroorzaken in het transportmedium. Als dit transportmedium een flexibele slang is, kan de onderdruk oplopen tot een onaanvaardbaar niveau, waardoor de flexibele slang te veel wordt belast.

#### 2. HET VERSCHIL TUSSEN OVERDRUK EN ONDERDRUK

Het effect van positieve en negatieve druk op een transportmedium kan niet aan elkaar worden gelijkgesteld. Overdruk in een transportmedium uit zich door een kracht, die naar buiten is gericht, gezien vanuit het middelpunt van een transportmedium. Overdruk wordt veroorzaakt door een grote luchtdichtheid, waardoor veel moleculen botsen dus ook veel moleculen tegen de wand van een transportmedium botsen.

#### 3. NEGATIEVE DRUK IN FLEXIBELE SLANGEN

Omdat flexibele slangen een geheel andere constructie hebben dan de ronde, ovale, vierkante of rechthoekige luchtkanalen beschrijft dit onderdeel voornamelijk de invloed van een negatieve luchtdruk op flexibele slangen.

Lucht is een gas. Een gas verdeelt de krachten, die er op worden uitgeoefend, gelijkmatig naar alle richtingen. Een voorbeeld hiervan is het opblazen van een ballon. Als men een ballon opblaast worden de krachten over de gehele wand verdeeld. Door de constructie van de ballon zal deze een bepaalde vorm aannemen. Als de druk blijvend wordt opgevoerd zal de ballon uitzetten tot een bepaald maximumvolume, om vervolgens te bezwijken. Vlak voordat de ballon knapt, is dan de maximale druk bereikt.

In principe geeft een onderdruk hetzelfde resultaat. De kracht is nu niet naar buiten gericht, maar naar binnen. De ballon wordt niet "opgeblazen" maar ingedrukt. De belasting op de wand is dan precies omgekeerd.

De effectiviteit van druk op volumedragers hangt onder andere samen met het volume van de volumedragers. Een druk van 1000 Pa heeft per vierkante meter een gelijk resultaat als een gewicht van 100 kilogram. Vergroting van het volume (grotere diameter), bij gelijk blijvende druk, zal dus leiden tot een grotere resulterende kracht op de wand van een slang. Onderdruk geeft een vergelijkbaar resultaat, maar de richting van de kracht is omgekeerd.

Flexibele slangen kunnen op twee manieren door onderdruk worden beschadigd:

- ▶ de slang wordt samengedrukt
- ▶ e spiraal van de slang vertoont het zogenaamde DOMINO effect

Hieronder zullen beide gevallen worden besproken.

#### AANSPRAKELIJKHEID:

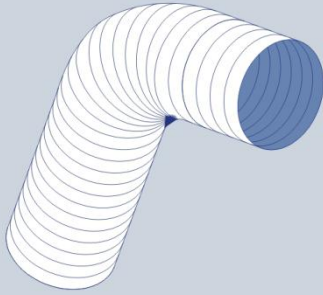
De informatie in deze brochure was geldig op de datum van publicatie. DEC INTERNATIONAL behoudt zich het recht voor om, indien nodig, op elk moment wijzigingen en veranderingen van details aan te brengen. Om misverstanden te voorkomen, moeten geïnteresseerde partijen contact met DEC INTERNATIONAL opnemen om vast te stellen of er materiaal- en/of informatiewijzigingen zijn aangebracht sinds de datum van deze brochure.

#### WAARSCHUWING:

De consultant is verantwoordelijk voor de uiteindelijke installatie en montage van het product. De genoemde waarden met betrekking tot de temperatuur zijn niet bedoeld om de fysieke eigenschappen van het product te bepalen. Deze eigenschappen zijn mede afhankelijk van de vochtigheidsgraad en de temperatuur van de lucht binnen en buiten het h.v.a.c. systeem.

#### TRADEMARKS:

ALUDEC, het DEC logo en DEC International zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Dutch Environment Corporation BV in Nederland en / of andere landen.

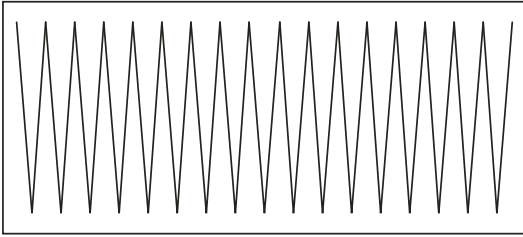


## ONDERDRUK

### GELAMINEERDE FLEXIBELE SLANGEN

#### 4. HET DOMINO EFFECT

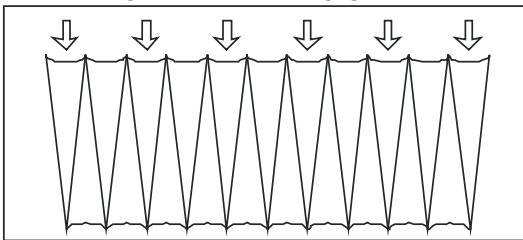
Het DOMINO effect kan zich op verschillende manieren openbaren, dit hangt vooral samen met de opbouw van de slang. Het belangrijkste effect zal worden besproken met behulp van een aantal afbeeldingen.



afbeelding 1.

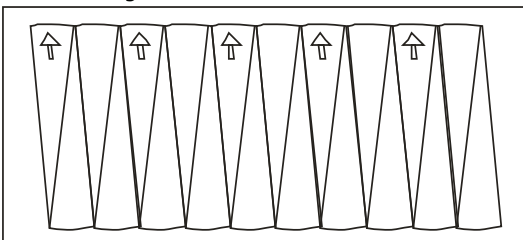
In de afbeelding hierboven ziet u de normale toestand van de spiraaldraad, de zogenaamde helix structuur. Voor het gemak zien we de helixstructuur als een aantal losse windingen die met elkaar zijn verbonden middels een laminaat. De draad is het geraamte van de slang. In het geval van overdruk helpt de spiraaldraad het laminaat om de druk op te vangen.

Bij een onderdruk is dat geheel anders, de constructie is immers vervaardigd met het oog op overdruk. Een onderdruk veroorzaakt, zoals al gezegd, een druk op de buitenwand die naar binnen gericht is. In afbeelding 2 wordt dit weergegeven.



afbeelding 2.

Dit moet ongeveer hetzelfde effect hebben als een bovendruk met een gelijke waarde. Dit is weergegeven in afbeelding 3.



afbeelding 3.

#### AANSPRAKELIJKHEID:

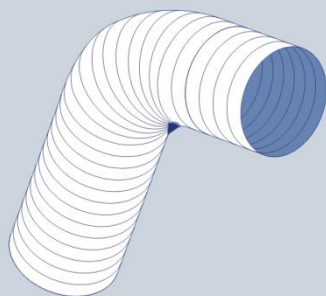
De informatie in deze brochure was geldig op de datum van publicatie. DEC INTERNATIONAL behoudt zich het recht voor om, indien nodig, op elk moment wijzigingen en veranderingen van details aan te brengen. Om misverstanden te voorkomen, moeten geïnteresseerde partijen contact met DEC INTERNATIONAL opnemen om vast te stellen of er materiaal- en/of informatiewijzigingen zijn aangebracht sinds de datum van deze brochure.

#### WAARSCHUWING:

De consultant is verantwoordelijk voor de uiteindelijke installatie en montage van het product. De genoemde waarden met betrekking tot de temperatuur zijn niet bedoeld om de fysieke eigenschappen van het product te bepalen. Deze eigenschappen zijn mede afhankelijk van de vochtigheidsgraad en de temperatuur van de lucht binnen en buiten het h.v.a.c. systeem.

#### TRADEMARKS:

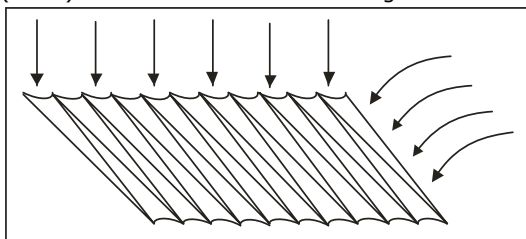
ALUDEC, het DEC logo en DEC International zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Dutch Environment Corporation BV in Nederland en / of andere landen.



## ONDERDRUK

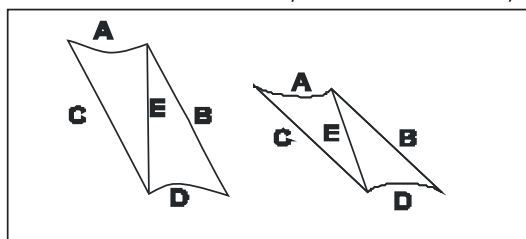
### GELAMINEERDE FLEXIBELE SLANGEN

Dit is echter niet het geval. De spiraaldraad maakt een kantelende beweging, die vergelijkbaar is met het vallen van domino stenen (afb.4). Hierdoor wordt het inwendige volume van de flexibele slang verkleind.



afbeelding 4.

Een onderdruk, die veel kleiner is dan de maximaal toegestane bovendruk, kan dit effect al veroorzaken. Om te kijken welke parameters de meeste invloed op dit verschijnsel uitoefenen, zullen we deze nader bekijken. Hiervoor zullen we onderstaande afbeelding als uitgangspunt gebruiken. We nemen aan dat het linkerdeel van afbeelding 5 een rechthoek is. Als de rechthoek door onderdruk wordt vervormd, het DOMINO effect, ontstaat een ruit. Dit wordt rechts op afbeelding 5 weergegeven.



afbeelding 5.

Deze vervorming kan door twee effecten worden veroorzaakt. We zullen beiden effecten afzonderlijk bespreken:

**Effect 1:** De spiraaldraad **E** wordt korter en de draden **B** en **C**, worden langer. Dit komt niet door rek of krimp. Maar omdat de windingen met elkaar verbonden zijn geven ze de lengte door. Dit gebeurt in de richting van de helix. Draad **E** zal onder een scherpere hoek komen te staan en de draden **B** en **C** onder een minder scherpe hoek. Deze vervorming van de originele structuur wordt versterkt door de draad zelf.

**Effect 2:** Het laminaat **A**, in figuur 5, is niet onderhevig aan vervorming omdat de afstand tussen de windingen gelijk blijft. Hetzelfde geldt voor het laminaat **D** onderaan de tekening. Het materiaal binnenin de slang, tussen **B** en **C**, zal weerstand bieden tegen de vervorming. Deze vervorming kan worden nagebootst met een stuk papier:

Plaats het papier in de portret positie en druk de vier hoeken met beide handen op de tafel, hierbij gebruikmakend van duim en wijsvinger. Als men dan de linkerhand van zich afbeweegt wordt er druk uitgeoefend op de hoeken. Het papier begint zich in het midden te vouwen. Op deze manier wordt geprobeerd van een rechthoek een ruit te maken.

Hetzelfde gebeurt met het laminaat tussen twee windingen. Het laminaat bepaalt of deze vervorming gemakkelijk of moeilijk zal zijn. Probeer hetzelfde maar eens met keukenfolie of aluminiumfolie.

Afhankelijk van het gebruikte folie/laminaat kan de overgang van een rechthoekige- naar een ruitvorm al bij een *kleine* onderdruk, **of** juist pas bij een *grote* onderdruk plaatsvinden (zie afbeelding 5). Maar de onderdruk die een vervorming kan veroorzaken, is in veel gevallen veel kleiner dan de kracht die nodig is, om het laminaat te beschadigen. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de maximale overdruk, die een flexibele slang kan weerstaan, veel groter is dan de maximale onderdruk.

**AANSPRAKELIJKHEID:**

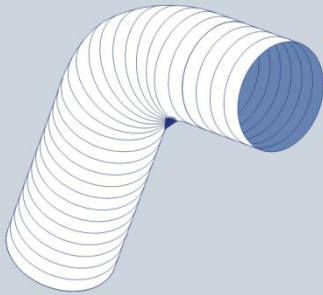
De informatie in deze brochure was geldig op de datum van publicatie. DEC INTERNATIONAL behoudt zich het recht voor om, indien nodig, op elk moment wijzigingen en veranderingen van details aan te brengen. Om misverstanden te voorkomen, moeten geïnteresseerde partijen contact met DEC INTERNATIONAL opnemen om vast te stellen of er materiaal- en/of informatiewijzigingen zijn aangebracht sinds de datum van deze brochure.

**WAARSCHUWING:**

De consultant is verantwoordelijk voor de uiteindelijke installatie en montage van het product. De genoemde waarden met betrekking tot de temperatuur zijn niet bedoeld om de fysieke eigenschappen van het product te bepalen. Deze eigenschappen zijn mede afhankelijk van de vochtigheidsgraad en de temperatuur van de lucht binnen en buiten het h.v.a.c. systeem.

**TRADEMARKS:**

ALUDEC, het DEC logo en DEC International zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Dutch Environment Corporation BV in Nederland en / of andere landen.



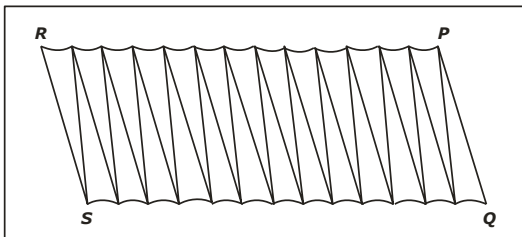
## ONDERDRUK

### GELAMINEERDE FLEXIBELE SLANGEN

Na deze conclusie moeten we nog determineren welke factoren een grote invloed op het DOMINO effect hebben en hoe de kans op een DOMINO effect geminimaliseerd kan worden.

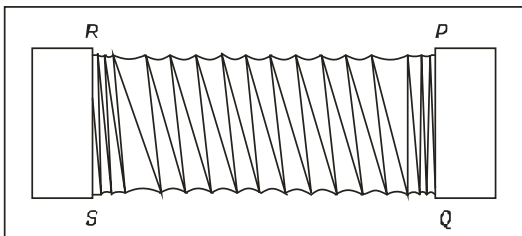
Hiervoor verdienen verschillende punten de aandacht:

- 1** Er kan een stug laminaat worden gebruikt, waardoor de weerstand van het laminaat tegen vervorming groter wordt. Dit resulteert echter in een minder flexibel product. In de praktijk is bijvoorbeeld naar voren gekomen dat de ALUDEC 112 een grotere weerstand tegen het DOMINO effect biedt dan een PVC slang.
- 2** Het toepassen van een dikkere draad. Een dikkere draad geeft meer weerstand op effect 1, zoals hiervoor omschreven.
- 3** Een kleinere draadafstand. Hierdoor zal de vervorming meer weerstand ondervinden omdat de afstanden tussen **A** en **D** kleiner zijn geworden en daardoor ook de afstand tussen **C** en **B** (zie afbeelding 5). Het zal moeilijker worden om **C** te verplaatsen ten opzichte van **B**. Een kleinere draadafstand geeft dus een betere resistentie tegen onderdruk, maar zal ook leiden tot een hogere kostprijs, omdat er meer draad wordt verbruikt.
- 4** De laatste oplossing is van groot belang! De eerste drie methoden moeten door de fabrikant worden uitgevoerd, vanwege de verschillen in de structuur van de wand van de slang. De laatste methode kan door de gebruiker worden uitgevoerd, zonder de structuur van de slang verandert. Aangezien de laatste methode grote invloed heeft op de weerstand van de slang tegen druk, zullen we veel aandacht geven het hoe en waarom te verklaren. In afbeelding 6 zien we een slang onderhevig aan het DOMINO effect.



afbeelding 6

Normaal zouden **P**, **Q**, **R** en **S** moeten worden vast gemaakt aan het hoofd ventilatiesysteem. Daarom moet **P** zich recht boven **Q** bevinden, hetzelfde geldt voor **R** en **S**. In werkelijkheid zou de slang in afbeelding 6 gemonteerd moeten zijn zoals aangegeven in afbeelding 7.



afbeelding 7

**P** bevindt zich nu recht boven **Q** en **R** boven **S**. De eerste en de laatste winding van de spiraal draad zal verticaal gepositioneerd moeten worden. De winding in het midden zijn ineengezakt door de inwendige negatieve druk. De windingen in het midden kunnen echter allen het domino effect worden blootgesteld als er genoeg ruimte in het materiaal is op punt **P** en **S**. Het materiaal bij **Q** is gecompriemd en het materiaal bij **P** is uitgetrokken om de draad de mogelijkheid van bewegen volgens het domino effect te geven.

#### AANSPRAKELIJKHEID:

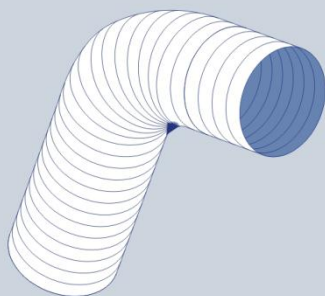
De informatie in deze brochure was geldig op de datum van publicatie. DEC INTERNATIONAL behoudt zich het recht voor om, indien nodig, op elk moment wijzigingen en veranderingen van details aan te brengen. Om misverstanden te voorkomen, moeten geïnteresseerde partijen contact met DEC INTERNATIONAL opnemen om vast te stellen of er materiaal- en/of informatiewijzigingen zijn aangebracht sinds de datum van deze brochure.

#### WAARSCHUWING:

De consultant is verantwoordelijk voor de uiteindelijke installatie en montage van het product. De genoemde waarden met betrekking tot de temperatuur zijn niet bedoeld om de fysieke eigenschappen van het product te bepalen. Deze eigenschappen zijn mede afhankelijk van de vochtigheidsgraad en de temperatuur van de lucht binnen en buiten het h.v.a.c. systeem.

#### TRADEMARKS:

ALUDEC, het DEC logo en DEC International zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Dutch Environment Corporation BV in Nederland en / of andere landen.

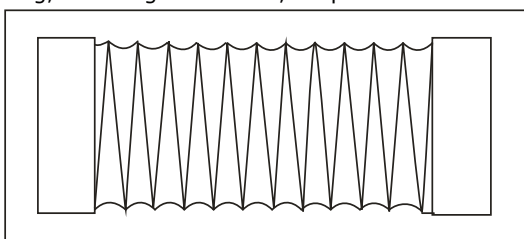


## ONDERDRUK

### GELAMINEERDE FLEXIBELE SLANGEN

Als er geen ruimte beschikbaar is, zal het laminaat de draad in positie houden (afbeelding 8). Dit gebeurt als de flexibele slang compleet is gestrekt en tussen de onderdelen is verbonden met een lichte spanning. Elke winding van de draad is van beide zijden getrokken en daarom niet in staat te bewegen. Dit zal het domino effect voorkomen.

Deze installatie methode zal moeilijker zijn als er bochten in de slang zitten. Ondanks dat is het belangrijk in de optimale positie te monteren en hem goed uit te rekken en vast te maken. We hebben de eerste van twee manieren van beschadigen van een flexibele slang, door negatieve druk, besproken. De tweede manier is comprimeren.



afbeelding 8

### 5. COMPRIMEREN

Dit effect vindt plaats als de helixstructuur van de spiraaldraad minder sterk is dan het toegepaste laminaat. Het laminaat heeft dan een betere resistentie tegen het DOMINO effect, dan de helixstructuur tegen het samendrukken. De vervorming, die ontstaat als een slang wordt samengedrukt, is vergelijkbaar met het plaatsen van een groot gewicht op een slang. De slang neemt een ovale vorm aan, in extreme situaties een platte vorm. Voor deze vervorming is het noodzakelijk dat alle helixwindingen worden samengedrukt. De windingen zijn samengedrukt op twee plaatsen per winding.

Samendrukken kan worden voorkomen door gebruik te maken van een dikkere draad, of een kleinere draadafstand. Hierdoor wordt de weerstand van een slang tegen deze vervorming groter. Om dit verschijnsel te voorkomen, heeft bijvoorbeeld de slang van een professionele stofzuiger een dikke draad en een kleine draadafstand.

Het is zeer belangrijk dat men zich realiseert, dat de weerstand tegen vervorming afneemt als de interne diameter van een slang groter wordt. Een slang met een grotere diameter zal meer druk moeten verwerken. Als er een te dunne draad wordt gebruikt, is het zelfs mogelijk dat deze door zijn eigen gewicht wordt ingedrukt. In dat geval kan een kleine onderdruk al resulteren in het samendrukken van een slang.

Een gebruiker kan, behalve zorgen voor de juiste slang en een juiste montage, niet veel doen om samendrukken tegen te gaan. Daarom is het zeer belangrijk dat in gevallen, waarbij een onderdruk ontstaat, een slang wordt toegepast die een verhoogde weerstand tegen onderdruk heeft.

Dus een slang met:

- een stugger laminaat
- een kleinere draadafstand
- een dikkere draad

### 6 CONCLUSIE

In het algemeen kan gesteld worden dat flexibele slangen beter immuun zijn tegen overdruk dan tegen onderdruk. Afhankelijk van diameter, laminaat en wijze van installatie kan men niet voorspellen of de slang bij onderdruk zal samendrukken en/of het DOMINO effect zal plaatsvinden. De kans op het DOMINO effect kan worden geminimaliseerd door de keuze van de slang en een juiste montage. In het geval van samendrukken en/of DOMINO effect is de maximale resistentie van een slang bereikt en moet naar een ander product gezocht worden.

Onder laboratoriumomstandigheden kan niet per slang worden bepaald welke onderdruk deze kan verwerken. Laboratoria kunnen slechts een waarde geven onder bepaalde omstandigheden. Vervormingen door het ruw omspringen met materialen tijdens montage activiteiten, evenals de wijze van montage, kunnen een dermate grote invloed hebben dat het niet juist is om hiervoor waarden uit te brengen.

#### AANSPRAKELIJKHEID:

De informatie in deze brochure was geldig op de datum van publicatie. DEC INTERNATIONAL behoudt zich het recht voor om, indien nodig, op elk moment wijzigingen en veranderingen van details aan te brengen. Om misverstanden te voorkomen, moeten geïnteresseerde partijen contact met DEC INTERNATIONAL opnemen om vast te stellen of er materiaal- en/of informatiewijzigingen zijn aangebracht sinds de datum van deze brochure.

#### WAARSCHUWING:

De consultant is verantwoordelijk voor de uiteindelijke installatie en montage van het product. De genoemde waarden met betrekking tot de temperatuur zijn niet bedoeld om de fysieke eigenschappen van het product te bepalen. Deze eigenschappen zijn mede afhankelijk van de vochtigheidsgraad en de temperatuur van de lucht binnen en buiten het h.v.a.c. systeem.

#### TRADEMARKS:

ALUDEC, het DEC logo en DEC International zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Dutch Environment Corporation BV in Nederland en / of andere landen.