

2

KIVI · NIRIA

ELEKTROTECHNIEK/ELEKTRONICA

VAKBLAD VOOR ELEKTRONICA, ENERGIE- EN ELEKTROTECHNIEK, MEET- REGEL- EN BESTURINGSTECHNOLOGIE



**Kabeltechniek
Van koper naar glas**

6^E JAARGANG · N^O 1 · JANUARI '90

Inblazen van glasvezelkabels in buizen

Twee kilometer per uur

In veel landen worden glasvezelkabels ingetrokken in vooraf geïnstalleerde buizen. Bij het intrekken van zo'n glasvezelkabel moet de wrijving, veroorzaakt door de over de buisbodem "slepde kabelmassa" worden overwonnen. De benodigde trekkracht is evenredig met de installatielengte (= f.W.l, waarin f = wrijvingscoëfficiënt tussen kabel en buis, W = kabelgewicht per lengte-eenheid en l = installatielengte).

Volgens deze theorie zouden de meest gebruikte glasvezelkabeltypen dan over een lengte van zo'n 10 kilometer kunnen worden ingetrokken. In de praktijk gaat het echter veel moeilijker, als gevolg van nog een ander effect. Als er een spankracht in de kabel aanwezig is, dan zal die de kabel in bochten en slingeringen in het traject extra tegen de buiswand aandrukken, waardoor extra wrijving optreedt. Omdat dit effect evenredig is met de spankracht in de kabel, en niet met de

W. GRIFFIOEN

installatielengte, zal de trekkracht exponentieel met de lengte toenemen [1]. Dit "vast-trekken in bochten"-effect beperkt de kabellengte die in één keer getrokken kan worden.

In de praktijk wordt met behulp van op regelmatige onderlinge afstand aangebrachte "kabelhondjes" of "kaapstanders" de kabel-spankracht steeds weer afgebouwd. Op deze manier kunnen er toch, zij het met enige moeite, lange glasvezelkabels worden geïnstalleerd. De Nederlandse PTT gebruikt buizen met een geringe diameter (goedkoop), zodat het effect van slingeringen groot is en er veel kaapstanders met bijbehorende mangaten nodig zijn bij het intrekken van de kabel.

Oude methode

Bij de afdeling Kabel- en Radioverbindingen (KRV) van PTT Telecom deelde men een traject van 2100 meter eerst op in twee stukken van 1050 meter, die vervolgens weer werden opgedeeld in afzonderlijke

Met het in gebruik nemen van glasvezelkabels voor telecommunicatie is de maximaal mogelijke kabellengte steeds verder toegenomen. Het lage gewicht van de glasvezelkabels laat grote lengten op één haspel toe. Vanwege de geringe signaaldemping worden lassen zoveel mogelijk vermeden. Vroeger werden er korte stukken telecommunicatiekabel direct ingegraven, tegenwoordig installeert men glasvezelkabels met een lengte van twee kilometer in buizen. In de nabije toekomst zal deze lengte nog verder toenemen, mede dankzij de ontwikkeling van een speciale inblaastechniek.

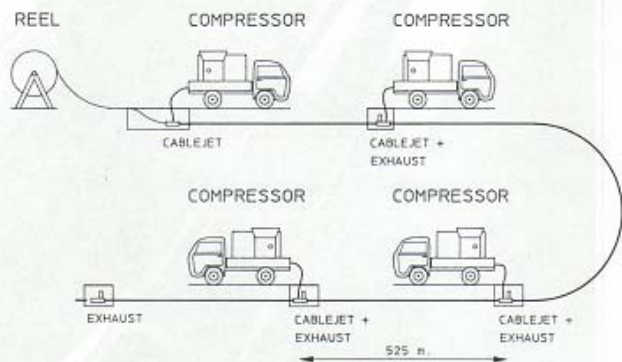


Fig. 3. Schematische weergave van huidige werkwijze met vier Cablejets op een rij.

secties van 175 meter. Met de haspel in het midden schoot men vanaf een plaats, drie secties verder, een lierdraad in met behulp van een met perslucht bekrachtigde shuttle. Dan trok men de kabel met de lier, geassisteerd door twee kaapstanders, in de eerste drie secties. Deze handeling herhaalde men voor de volgende drie secties, maar nu geassisteerd door vijf kaapstanders.

Als zo de helft van de totale haspellengte was geïnstalleerd, wikkelde men de overgebleven 1050 meter kabel eerst op een door KRV ontwikkeld bufferhaspel, de zogenaamde "Van den Akker"-haspel, om het andere kabeluiteinde voor verdere installatie te pakken te krijgen. Een omslachtige installatiemethode dus.

Inblazen

De al genoemde exponentiële krachtopbouw bij het intrekken van de kabel kan men voorkomen door de kabelspanning laag te houden. Dit zou mogelijk zijn als de trekkracht zich niet op het uiteinde van de kabel zou concentreren, maar verdeeld zou zijn over de gehele kabellengte. De verdeelde kracht moet dan zo groot zijn dat de wrijving, veroorzaakt door de "slepde kabelmassa", op elke plek wordt overwonnen. Voor flexibele kabels zou het dan zijn alsof men ze in kaarsrechte buizen trekt.

In de laboratoria van British Telecom vonden men voor lichtgewicht en flexibele vezelbundels de oplossing in het blazen van lucht langs de vezelbundels zonder shuttles te gebruiken.

Bij inblazen zijn er twee krachten die op de kabel werken. Eerst is er de drukval over het volume van de kabel. Deze is verdeeld over de kabellengte, maar treedt ook op in tegen-gestelde richting, als de kabel de drukruimte binnentreedt. Hierdoor is het netto-effect nul. De kracht die optreedt bij het binnentreden van de kabel kan echter ter plekke mechanisch worden gecompenseerd.

Dan is er ook het visceuze effect van de snelle langstromende lucht. Het effect hiervan kan simpel worden benaderd door ervan uit te gaan dat in stationaire toestand de buis en de kabel samen de kracht leveren om de drukval over de ruimte tussen de kabel en de buiswand in stand te houden. In de turbulente stromingstoestand is deze kracht dan gelijkmatig over de oppervlakken van kabel en buis verdeeld.

De twee genoemde effecten tezamen leveren een kracht op de kabel per lengte-eenheid die evenredig is met de drukgradiënt dP/dx , namelijk $\pi r_{\text{kab}} r_{\text{buis}} dP/dx$ [2]. Hierin stellen r_{kab} en r_{buis} respectievelijk de uitwendige kabel- en inwendige buisradius voor. Merk op dat in deze uitdrukking de viscositeit van de lucht nog niet voorkomt. De viscositeit speelt echter wel een rol als het gaat om het behalen van de drukgradiënt met de beschikbare volumeflow.

De meesleepkracht van de luchtstroom is geïntegreerd over de gehele kabellengte veel kleiner dan de normaal gebruikelijke trekkrachten, maar kan door ontbreken van "vasttrekken in bochten" veel betere resultaten opleveren; uiteraard alleen als de kracht van de luchtstroom op de kabel per lengte-eenheid overal de wrijvingskracht van de "slepende kabelmassa" f.W kan overwinnen.

Duwen

De luchtstroom verdeelt de kracht wel over de gehele kabellengte, maar niet gelijkmatig. Daar waar men de lucht injecteert, heerst een hogere druk, in de praktijk een orde hoger dan aan het uitstroomeinde. In stationaire toestand geldt dan voor de samendrukbare lucht, dat de stroomsnelheid aan de injectiekant lager is dan aan de uitstroomeinde (wet van behoud van massa). Hierdoor zal de meesleepkracht aan de injectiekant ook evenredig kleiner zijn. Gecombineerd blazen en trekken in enigszins slingerende trajecten heeft dus geen zin. Aan de trekkant is immers al een overschot aan meesleepkracht, welke de tekortkoming aan de invoerkant niet kan vereffenen. Het is echter wel zinvol om de kabel aan de invoerkant te duwen [3].

De opbouw van de duwkracht verloopt net als bij de trekkracht, alleen zal bij te hard

Fig. 2. Het prototype van de Cablejet, nog in z'n eentje aan het werk in combinatie met de "Van den Akker"-haspel.



duwen de kabel gaan "buckelen" waardoor harder duwen geen winst meer oplevert. Om effectief te kunnen duwen moet de kabel een zekere stijfheid bezitten die ook weer niet te groot mag zijn, omdat anders extra wrijving optreedt in bochten en slingeringen. In de praktijk kan bij de meest gebruikte glasvezelkabels een, ten opzichte van de gebruikelijke trekkrachten kleine duwkracht de tekortkomingen van de meesleepkracht van de luchtstroom aan de invoerzijde zodanig aanvullen, dat makkelijk verdubbeling van de blaasbare afstand wordt bereikt.

Cablejet

In het PTT Research Neher Laboratorium (RNL) is een installatie-apparaat voor gebruik van conventionele glasvezelkabels ontwikkeld, de zogenaamde Cablejet [3,4]. De Cablejet is splitsbaar gemaakt zodat men bij gebruik "op een rij" de kabel niet hoeft door te knippen en te lassen. De sterke luchtstroom kan tezamen met de kabel worden ingevoerd zonder dat de kabel hiervan hinder ondervindt en zonder dat er grote luchtstroomverliezen optreden. De duwkracht wordt tezamen met de compensatie van de drukval bij de kabelinvoer geleverd door een pneumatische motor, die van de

zelfde bron gebruik maakt die ook de luchtstroom levert. Met een dergelijk installatie-apparaat kan men, bij gebruik van een 8-bar compressor, een glasvezelkabel met een lengte tot één kilometer (met een nieuwe buis zijn inmiddels al betere ervaringen opgedaan) met een snelheid tot één meter per seconde installeren. Dit bereikt men in buizen met een inwendige diameter variërend van 26 tot 40 millimeter. Afhankelijk van de gebruikte buisdiameter is hiervoor een compressorcapaciteit van 45 tot 125 atmosferische liters per seconde nodig.

Het blijkt bovendien mogelijk met deze methode meer dan 30 haakse bochten in het buistraject te overbruggen, zodat haalbare installatielengten slechts weinig zullen afhangen van de geometrie van het traject. Ter smering giet men alvorens het installatie-apparaat op de buis te bevestigen, eerst een liter medicinale paraffine in de buis. KRV voert op dit moment de installatie van kabellengten van 2100 meter uit met vier Cablejets op een rij. Daarbij treden geen synchronisatieproblemen op. Wordt de kabel ergens tegengehouden, dan komen de apparaten automatisch tot stilstand zonder dat daarbij hoge krachten op de kabel inwer-

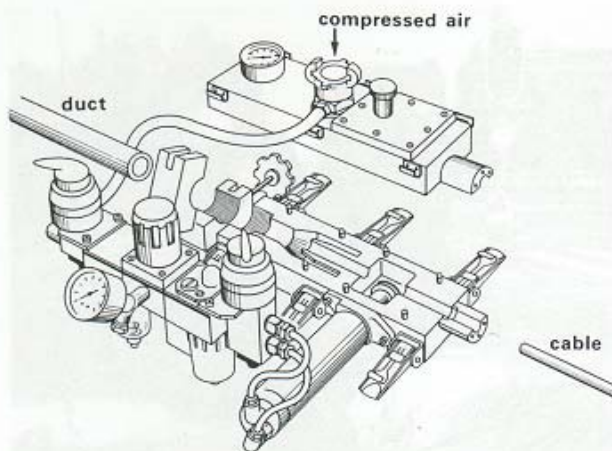


Fig. 1.
Constructietekening van
het prototype van de
Cablejet.

ken. Zodra de kabel weer vrijkomt, gaat de installatie verder.

De totale lengte van 2100 meter installeert men in ongeveer een uur. Men koos hierbij voor inzet van vier Cablejets om de kosten zo laag mogelijk te houden. Werken met één installatie-apparaat minder is technisch haalbaar en lijkt apparatuur en mankracht uit te sparen. De stagnatie die dan kan optreden hakt echter zo in op de produktie van soms wel 10 kilometer per dag, dat de totale kosten toch toenemen.

Op dit moment heeft de PTT al duizenden kilometers glasvezelkabel met behulp van deze inblaasmethode geïnstalleerd.

Conclusies

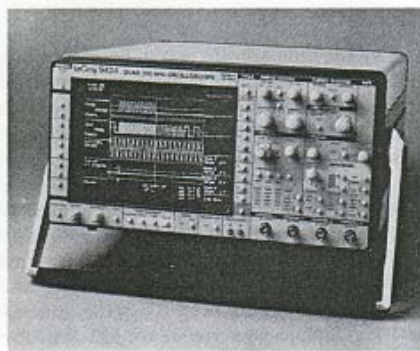
Kabelblazen in buizen is een verbetering ten opzichte van het kabeltrekken. Extra handelingen als installatie van een lierdraad zijn overbodig. De kabelspanning blijft bij inblazen erg laag, hetgeen de levensduur van de glasvezel gunstig beïnvloedt. De lagere kabelspanning schept bovendien ruimte

voor nieuwe constructies van glasvezelkabels. De kabels die nu nog zijn geoptimaliseerd voor trekken kunnen dan worden geoptimaliseerd voor blazen. Inblazen kan in (goedkope) buizen met kleine diameter. De installatie-apparatuur kan, door het vrijwel onafhankelijk zijn van de geometrie van het traject, op vaste onderlinge afstand worden in gezet. Samenwerken gaat zonder synchronisatieproblemen. Met de inblaasmethode kan men een afstand van twee kilometer in een uur tijd doen. Men verwacht dat in de toekomst langere kabels zullen worden ingeblazen. Kabelblazen heeft een flinke kostenbesparing opgeleverd.

Litteratuur

- [1]. F.H. Buller; *Pulling tension during cable installation in ducts or pipes*; General Electric Review (1949) pag. 21-23.
- [2]. S.A. Cassidy en M.H. Reeve; *A radically new approach to the installation of optical fibre using viscous flow of air*; Proc. 32th Int. Wire and Cable Symp. (1983) pag. 250-253.
- [3]. W. Griffioen; *The installation of conventional fibre optic cables in conduits using the viscous flow of air*; Lightwave Technol., vol. 7, no. 2, (1989) pag. 297-302.
- [4]. W. Griffioen, C.L. de Jong; *Patent pending*.

LeCroy digitale oscilloscopen - de ware professionals



9424, een 4 kanaals oscilloscoop, 100 Ms/s, met 6 geheugens van 50K woorden

De digitale oscilloscopen van LeCroy zijn ware professionals met betrekking tot specificaties en eigenschappen, die werkelijk van belang zijn bij een digitale oscilloscope.

Zoals een hoge sampling rate gekoppeld met meerdere lange geheugens van 30.000-50.000 woorden.

Waarom lange geheugens?

Omdat een oscilloscope met lange geheugens een beduidend hogere sampling rate bij diverse tijdbasisstanden heeft dan een oscilloscope met korte geheugens. Zodat u snelle signalen met een langere tijdsduur veel beter kunt meten.

Of de grote beeldbuis zoals LeCroy die toepast, met een hoge resolutie, van 4000x4000 punten, waarop de inhoud van meerdere lange geheugens gelijktijdig met één of meerdere ingezoomde of berekende functies uitermate fraai kan worden afgebeeld. Hierbij zorgt een uniek door LeCroy toegepast algoritme ervoor dat er geen aliasing op het beeldscherm optreedt. Zonder dergelijke voorziening gebeurt dat namelijk wél.

Daarbij komt de eenvoudige bediening, de uitgebreide signaalprocessing (optie), de ingebouwde plottersoftware, de automatische signaalmetingen en, niet te vergeten, de unieke "smart" triggering waarmee LeCroy oscilloscopen triggeren op complexe signalen die andere oscilloscopen meestal "links laten liggen".

Kortom LeCroy digitale oscilloscopen vormen een juiste keuze als de kwaliteit telt! En met een service die uitstekend is.

Vraag een demonstratie van deze LeCroy professionals en overtuig uzelf!

De ware professionals van LeCroy:

model	aantal ingangen	sampling rate per ingang	bits	geheugens	bandbreedte
9400 A	2	100 Ms/s	8	4 x 32K	175 MHz.
9420	2	100 Ms/s	8-11	4 x 50K	350 MHz.
9424	4	100 Ms/s	8-11	6 x 50K	350 MHz.
9450	2	400 Ms/s	8-11	4 x 50K	350 MHz.
7200	2 en 4	1000 Ms/s	8-11	2 en 4 x 50K	400 MHz.

LeCroy b.v.

Innovators in Instrumentation

Waalreseweg 17
NL-5554 HA Valkenswaard
Tel. 04902-89285
Fax 04902-43915