

Aanleg van kabelverbindingen

De ondergrondse snelwegen van het elektriciteitsnet

-voor extern gebruik-

Liander

Liander Asset & Productmanagement I 31 maart 2021



Inhoud

Aanleg van kabelverbindingen,
de ondergrondse snelwegen van het elektriciteitsnet

1. De energietransitie: een uitdaging voor netbeheerders
2. Waar komen we de kabelverbindingen tegen?
3. Hoe werkt een elektriciteitskabel?
4. Hoe komt Liander tot ontwerpkeuzes bij aanleg van nieuwe kabelverbindingen?
5. Welke innovatieve oplossingen worden overwogen in specifieke projecten?

De energietransitie: een uitdaging voor netbeheerders

Een introductie in de rol van de kabelverbinding: de ondergrondse (snel)weg die de energietransitie mogelijk maakt

De opkomst van duurzame energie en de verdere elektrificatie van de samenleving, zorgt voor uitdagingen bij netbeheerders, waaronder Liander. De vraag naar elektriciteit zal fors groeien, en dat vraagt om essentiële uitbreidingen van het bestaande elektriciteitsnet in Nederland.

Bij een ontwerp van een elektriciteitsnet komen verschillende aspecten om de hoek kijken. Een belangrijk aspect hiervan is het transport van elektriciteit over de ondergrondse snelwegen die stroom van punt A naar punt B vervoeren, de zogenoemde kabelverbindingen. In dit document wordt daar verder op ingezoomd, en worden de (technische) afwegingen die netbeheerders maken bij ontwerp, aanleg en beheer ervan, en de uitdagingen die dat met zich meebrengt, verder toegelicht.

NB. Bovengrondse snelwegen worden in dit document buiten beschouwing gelaten

Een voorbeeld: aanleg van nieuwe kabelverbindingen.

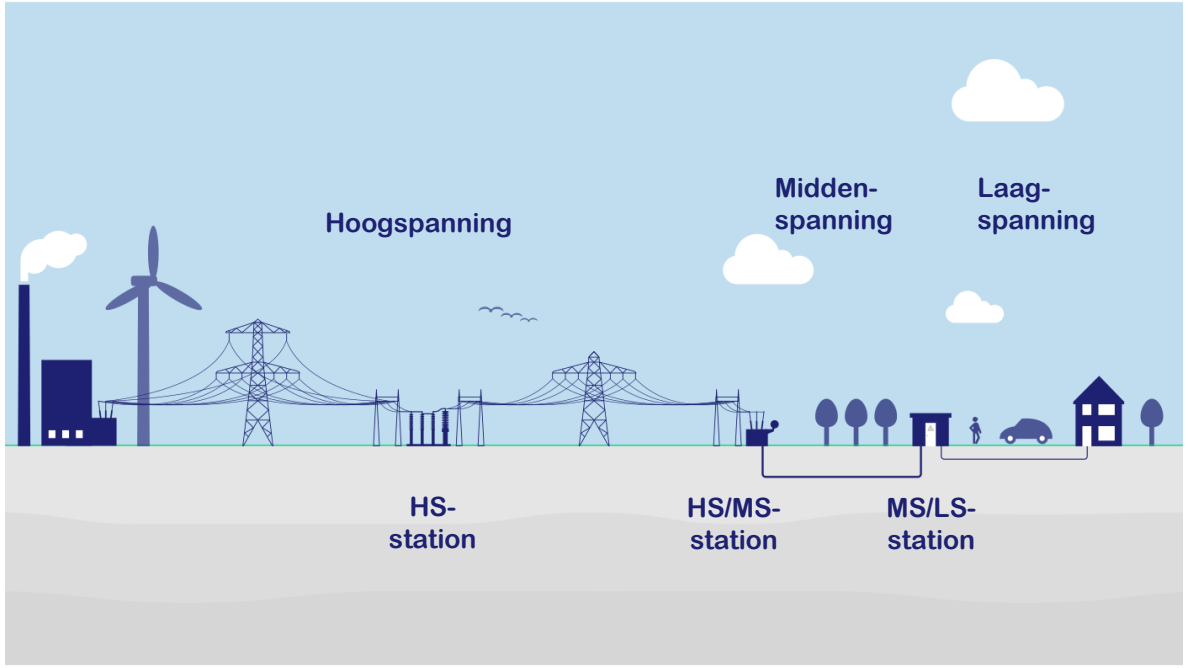


De structuur van het elektriciteitsnetwerk

Hoe slechts een paar verbindingen uiteindelijk vertakken in een spinnenweb aan kabels

Het elektriciteitsnet is als een spinnenweb met vele vertakkingen. Wanneer de spanning hoger wordt, wordt de hoeveelheid vermogen die kan worden getransporteerd aanzienlijk groter. Om die reden worden grote hoeveelheden elektriciteit getransporteerd op hogere spanningsniveaus, waarna dit stapsgewijs omlaag wordt gebracht. Grofweg kun je het elektriciteitsnet onderverdelen in drie niveaus, die elk met elektriciteitsstations aan elkaar verbonden zijn. Alle kabels van 50.000 Volt en lager in de publieke ruimte worden, binnen de grenzen van haar verzorgingsgebied, door Liander beheerd.

- Hoogspanning (20.000 Volt en hoger). Op dit spanningsniveau wordt elektriciteit over grotere afstanden getransporteerd, vanaf elektriciteitscentrale of wind/zonnepark naar dichtbij de elektriciteitsverbruikerscentra. Het aantal verbindingen is, vanwege die hoge spanning, relatief beperkt (ter illustratie: maximaal enkele tientallen in een grote stad als Amsterdam)
- Middenspanning (tussen 1.000 Volt en 20.000 Volt). Dit spanningsniveau is de ruggengraat van de distributie van elektriciteit in steden en dorpen. Vanaf het hoog-/middenspanningsstation gaat een veelvoud aan middenspanningskabels, binnen een straal van kilometers, naar de verschillende wijken en bedrijventerreinen. Het aantal middenspanningskabels in een grote stad kan oplopen tot vele honderden.
- Laagspanning (beneden 1.000 Volt, in de praktijk 230 Volt of 400 Volt). Vanuit de zeer vele midden-/laagspanningsstations wordt de elektriciteit verder gedistribueerd in de richting van straten, huizen en bedrijven. Het aantal laagspanningskabels in een grote stad is nog vele malen hoger dan het aantal midden- en hoogspanningskabels.



Ter illustratie: elektriciteitsstations in beeld

Een grafische weergave van de verschillende knooppunten in het elektriciteitsnet.



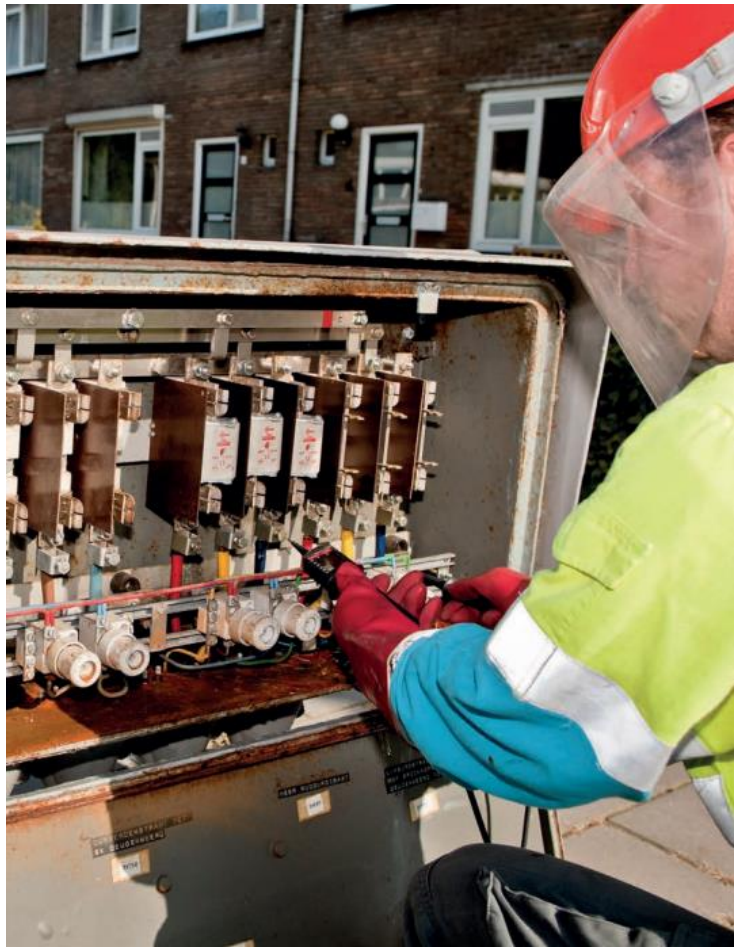


Boven: voorbeelden van 150.000 Volt hoogspanningsstations.
Een station als deze voedt ongeveer 70.000 woningen





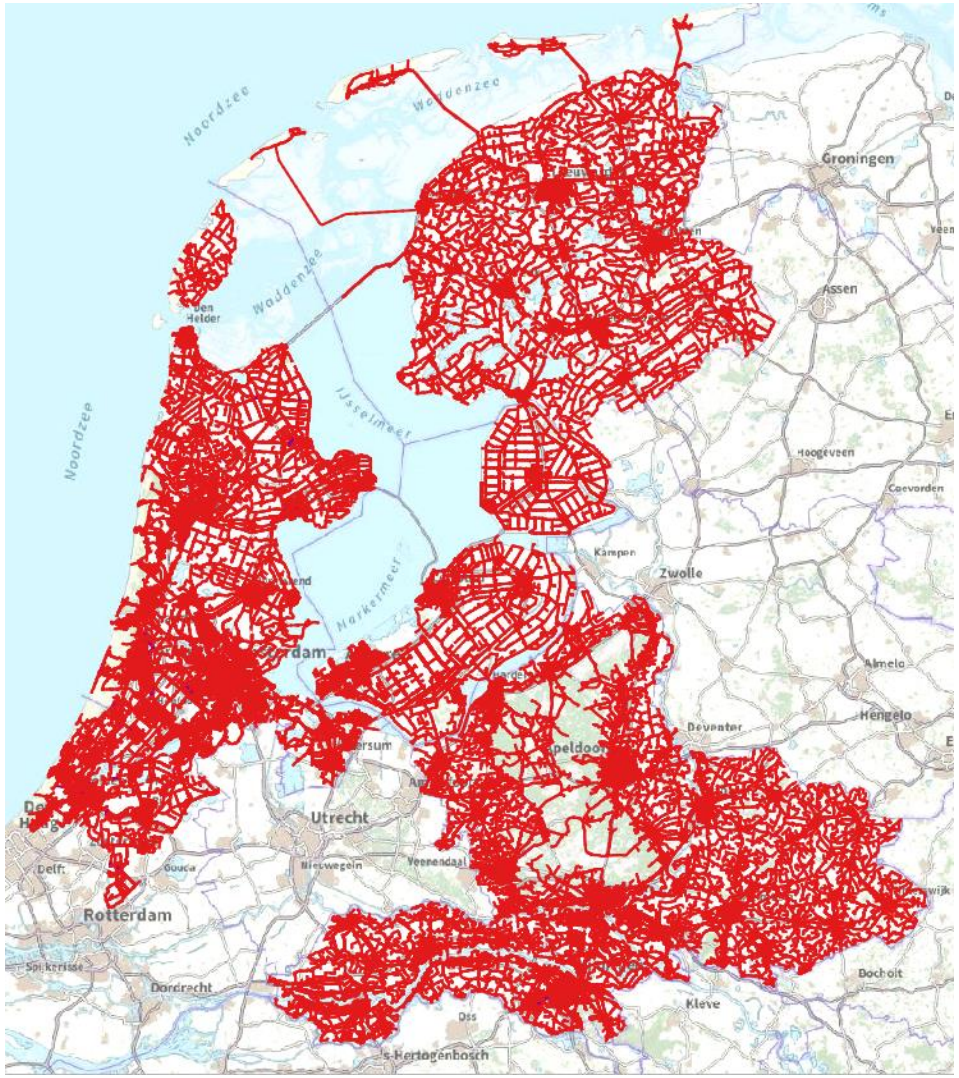
Boven: voorbeelden van 10.000 Volt middenspanningsstations (oud vs. nieuw).
Een station als deze voedt ongeveer 400 woningen.



Boven: voorbeeld van een laagspanningskast. Kasten als deze verbinden verschillende laagspanningskabels met elkaar, en zijn in elke woonwijk of op elk bedrijventerrein veelvuldig aanwezig.

Ter illustratie: het middenspanningsnet van Liander

Een samenspel van ± 38.000 km kabel en ± 45.000 hoog-/middenspanningsstations





De werking van een kabel voor elektriciteitstransport

Het basisprincipe uitgelegd.

Het belangrijkste criterium: de kabeltemperatuur

Stroom ondervindt wrijving wanneer het door een materiaal loopt. Dit noemen we elektrische weerstand. Elk materiaal heeft een bepaalde mate van wrijving. Door de wrijving die ontstaat in de kabels warmen deze op zodra er stroom gaat lopen.

Afhankelijk van de situatie kan dit ertoe leiden dat de kabels te warm worden, en beschadigen of vroegtijdig kapot gaan. Om dat te voorkomen is de maximale temperatuur van een kabel begrensd. Voor de huidige generatie kabels geldt, dat de geleider niet warmer mag worden dan 90 graden Celsius. De buitenmantel wordt op dat moment ongeveer 50-60 graden Celsius.



De omgeving van de kabel bepaalt de grens

De hoeveelheid stroom die door een kabel kan lopen wordt bepaald door hoe makkelijk deze kabel zijn warmte kwijt kan aan de directe omgeving. Zodra de maximale temperatuur is bereikt, is de maximaal toelaatbare stroomwaarde eveneens bereikt.

De **omgevingsfactoren** die van invloed zijn:

- Grondsamenstelling (zand, klei, etc.)
- Grondwaterstand (vochtige grond geleidt warmte beter)
- Aanwezigheid van naastliggende warmtebronnen (andere parallelle kabels, warmteleidingen etc.)
- Een extra omhulling rondom de kabels (bijvoorbeeld een mantelbuis bij een gestuurde boring)

Tot slot is **de kabel zelf** ook van invloed:

- Materiaal van de kabelgeleider (koper of aluminium), en de diameter

Hoe komt Liander tot een ontwerpkeuze bij een nieuwe kabelverbinding?

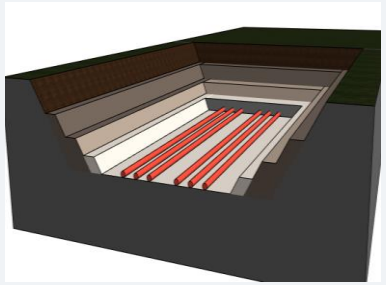
De ontwerpkeuze voor een nieuwe kabelverbinding komt tot stand na afweging van een vijftal parameters. Deze parameters, die invloed hebben op de kabel- en tracékeuze, zijn hieronder weergegeven. Omdat het optimum tussen deze parameters per kabelverbinding en per geografische locatie anders kan uitpakken, zal ook de voorgestelde oplossingsrichting door Liander steeds iets anders vormgegeven worden.

De grootte van de elektriciteitsvraag



- De elektriciteitsvraag op een bepaalde locatie is de primaire reden om een nieuwe kabelverbinding aan te leggen.
- Naast de directe vraag, kan indirect ook betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet een rol spelen. Door meer kabels aan te leggen dan strikt noodzakelijk, ontstaat reservecapaciteit (redundantie) ten behoeve van storingen.

De bestaande infrastructuur



- Bij uitbreidingen / aanpassingen van het bestaande elektriciteitsnet is er een beperking aanwezig op de keuze van bijvoorbeeld het spanningsniveau of de locatie van het elektriciteitsstation.
- Voor nieuwe elektriciteitsnetten is er meer vrijheid, maar moet op de locatie waar gekoppeld wordt met het bestaande net nog steeds binnen bepaalde grenzen ontworpen worden.

Beperkingen in beschikbare tracéruimte in de grond



- De tracéruimte is veelal beperkt.
- In een drukke stad is de ondergrond al vrijwel volledig gevuld met kabels en leidingen.
- Naast drukte in de ondergrond kan er ook een beperking ontstaan vanwege bijvoorbeeld particulier grondeigendom.

Maatschappelijke impact en kosten



- Liander ontwerpt haar netwerk vanuit maatschappelijk oogpunt, en met maatschappelijk geld.
- Keuzes moeten niet alleen technisch worden onderbouwd, maar zeker ook financieel.
- De doorlooptijd voor de aanleg van een nieuwe kabelverbinding varieert tussen maanden en jaren.

Veiligheid, beheer en onderhoud



- Na aanleg van een kabelverbinding, dient deze gedurende ongeveer 50 jaar beheerd en onderhouden te worden. Bereikbaarheid bij storingen is dan bijvoorbeeld een belangrijk aspect.
- Voor Liander is veiligheid topprioriteit. Aanleg, beheer en onderhoud moeten daarom altijd veilig kunnen plaatsvinden.

Wat is het huidige beleid van Liander ten aanzien van aanleg van kabelverbindingen?

Met inachtneming van de vijf parameters uit de vorige sheet wordt door Liander ontworpen volgens interne beleidsregels. De technische eisen waaraan een nieuwe kabelverbinding dient te voldoen zijn opgenomen in verschillende beleidsdocumenten van Liander, en gaan over zaken als kabeltype, liggingsdiepte, afstand tussen parallelle kabelverbindingen, enzovoort. Voor zowel hoogspanning, middenspanning en laagspanning staan hieronder de belangrijkste parameters weergegeven ten aanzien van ordening in de ondergrond.

LET OP: *Daar waar een minimale waarde of een range van waardes genoemd staat, is in Liander beleid een verder onderscheid gemaakt. Dit onderscheid kan gemaakt zijn omwille van veiligheidsaspecten rondom beheer en onderhoud, of vanwege de verschillende niveaus van belangrijkheid voor de continuïteit van elektriciteitslevering. Denk hierbij bijvoorbeeld aan risicomitigatie ten aanzien van graafschade in meerdere parallelle kabelverbindingen tegelijkertijd. Omwille van eenvoud is dat gedetailleerde onderscheid in dit overzicht weggelaten. Minimale waardes zijn dus niet in alle situaties van toepassing.*

Hoogspanning



Voor transport van elektriciteit over lange afstanden (in openbare grond)

- → Liggingsdiepte: min. 100 cm
- → Afstand tussen circuits: 100 tot 300 cm

Voor distributie van elektriciteit direct naar de gebruikers (in openbare grond)

- → n.v.t.

Middenspanning



Voor transport van elektriciteit over lange afstanden (in openbare grond)

- → Liggingsdiepte: min. 70 cm
- → Afstand tussen circuits: 50 tot 100 cm

Voor distributie van elektriciteit direct naar de gebruikers (in openbare grond)

- → Liggingsdiepte: min. 70 cm
- → Afstand tussen circuits: 30 tot 50 cm

Laagspanning



Voor transport van elektriciteit over lange afstanden (in openbare grond)

- → n.v.t.

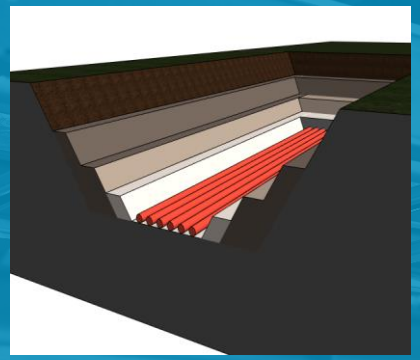
Voor distributie van elektriciteit direct naar de gebruikers (in openbare grond)

- → Liggingsdiepte 50 tot 60 cm
- → Afstand tussen circuits: 10 tot 15 cm

Innovatieve oplossingen voor verdere optimalisatie in compactheid

Afwijken van standaard ontwerpmethoden bij kabelaanleg resulteert altijd in specialistisch maatwerk.

Dieper leggen van kabelverbindingen

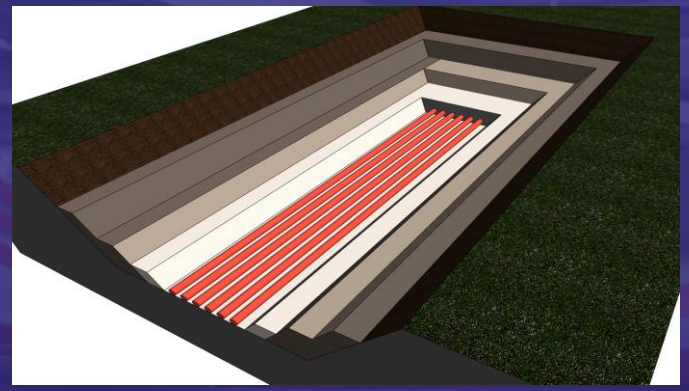


Dieper leggen van kabelverbindingen heeft weinig effect op de maximale stroom die door een kabelverbinding getransporteerd kan worden.

Een belangrijke uitzondering hierop is de situatie waarbij de kabels door deze aanpassing in diepte in het grondwater gelegd worden. De koeling verbetert dan substantieel, en de maximale stroom die door de kabel kan lopen neemt fors toe.

Parallelle kabelverbindingen dichter op elkaar leggen

Het dichter op elkaar leggen van kabels zorgt voor een compacter kabelbed. Er zijn echter nadelen vanuit techniek, onderhoud en storingen. Zo is de thermische beïnvloeding tussen parallelle kabels groter, waardoor minder stroom per kabel kan worden getransporteerd. Daarnaast kunnen storingen aan één kabel resulteren in beschadiging of uitval van naastgelegen kabels.



Stapelen van kabelverbindingen

Door kabelverbindingen te stapelen, ontstaat een compactere aanleg. Een belangrijk nadeel is bereikbaarheid bij storingen en onderhoud. Daarnaast is de belastbaarheid van een gestapelde groep kabels lager dan een groep kabels die naast elkaar gelegd worden. Hierdoor zijn uiteindelijk weer meer kabels nodig.

