

Visie landschapsintegratie hoogspanningsverbinding

ONTWERPMETHODIEK

04 maart 2019



ONTWERPER

CLUSTER landschap en stedenbouw
Vrijheidstraat 32, bus 15
2000 Antwerpen
Tel. 03 663 00 42
www.clusterlandscape.be
info@clusterlandscape.be

Ontwerpteam:

David Verhoestraete (zaakvoerder)

Kristian Spasov (projectleider)

Grace de Smet

Anna Battistutta

Hessel Rasch

OPDRACHTGEVER

ELIA

Keizerslaan 20

1000 Brussel

Tel. 03 546 70 11

www.elia.be

Projectleider:

Steven van Muylder

1. INLEIDING	5
2. METHODOLOGIE	6
2.1. Naar een meerlagig landschappelijke benadering	6
2.2. Drie schaalniveaus	8
2.3. Landschap - Regionale benadering	10
2.4. Landschap - Lokale benadering	12
2.5. Landschap - Visuele benadering	14
2.5.1. Inleiding	14
2.5.2. Visuele aspecten op afstand	16
2.5.3. Visuele aspecten bij bundeling	17
3. TRACÉNIVEAU	18
3.1. Methodiek landschappelijke analyse - Regionale benadering	18
3.1.1. Landschapskaart	18
3.1.2. Landschapseenheden	19
3.1.3. Hoofdstructuren	20
3.1.4. Landgebruik	21
3.2. Landschappelijke karakteristieken - Regionale benadering	22
3.2.1. Hoofdstructuren	22
3.2.2. Landgebruik	23
3.2.3. Polders	24
3.2.4. Zandstreek	25
3.3. Ontwerpprincipes op tracéniveau	26
3.3.1. Open landschap	26
3.3.2. Bundeling met grote infrastructuren	27
3.3.3. Bundeling met bestaande tracés	28
3.3.4. Herbenutting van bestaande tracés	30
3.3.5. Valleien	31
3.3.6. Bossen	32
4. LIJNNIVEAU	34
4.1. Methodiek landschappelijke analyse - Lokale benadering	34
4.1.1. Inleiding	34
4.1.2. Historiek	36
4.1.3. Geomorfologie	38
4.1.4. Netwerken	40
4.1.5. Landgebruik	42
4.2. Landschappelijke karakteristieken - Lokale benadering	44
4.3. Ontwerpprincipes op lijnniveau	46
4.3.1. Verloop van de lijn	46
4.3.2. Parallel aan grote infrastructuren	48
4.3.3. Dwars op grote infrastructuren	49
4.4. Verhullen op lijnniveau	50
4.4.1. Visuele aspecten op een afstand tussen 350 en 700 meter	50
4.4.2. Visuele aspecten in een gefragmenteerd landschap	51
4.4.3. Visuele aspecten vanuit stads- en dorpsgezichten	52

5. OBJECTNIVEAU	54
5.1. Ontwerpprincipes op objectniveau	54
5.1.1. Type masten	54
5.1.2. Masthoogtes en veldlengtes	56
5.1.3. Corridors	56
5.1.4. Hoogspanningsstations	57
5.1.5. Mastfuncties	58
5.2. Verhullen op objectniveau	60
5.2.1. Visuele aspecten op een afstand tot 350 meter	60
5.2.2. Visuele aspecten bij hoogspanningsstations	61
6. BIBLIOGRAFIE	63

1. Inleiding

De landschappelijke integratie van nieuwe hoogspanningsverbindingen is een complexe ruimtelijke ontwerpopgave omdat verschillende parameters, schaalniveaus en invalshoeken op een geïntegreerde wijze dienen te worden benaderd. In het ruimtelijk ontwerp van nieuwe hoogspanningsverbindingen wordt doorgaans sterk ingezet op het beperken van de schade aan het bestaande landschap. Technische en ecologische criteria zijn daarbij sturende ruimtelijke parameters. Er wordt doorgaans weinig aandacht besteed aan het potentiële nieuwe landschap dat met de aanleg van een nieuwe hoogspanningsverbindingen kan ontstaan. In onderstaande studie wordt een ontwerpmethodiek aangereikt om de aanleg van nieuwe hoogspanningsverbindingen te koppelen aan het versterken van de landschappelijke karakteristieken op regionaal en lokaal niveau.

2. Methodologie

2.1. Naar een meerlagig landschappelijke benadering

Het landschap is in een continu ontwikkelingsproces. Groot-schalige ingrepen in het landschap zijn niet nieuw. In het verleden leidde de aanleg van kanalen, dijken, spoorlijnen en snelwegen tot het ontstaan van geheel nieuwe landschappen. Het huidige landschap vormt een weerspiegeling van de geschiedenis van mens en natuur, de ontwikkeling van de sociale en economische verhoudingen, de stand van techniek, en de ideeën van de mens over zichzelf en zijn relatie met de natuur.

Een landschap schept een historisch perspectief waarin wij ons kunnen oriënteren in tijd. In dit opzicht speelt de aanwezigheid van herkenbare 21ste eeuwse objecten en patronen een essentiële rol. Oude landschappelijke patronen en nieuwe hedendaagse infrastructuren in het landschap ontleen hun betekenis aan elkaar en aan het feit dat zij in eigen aard en vorm naast elkaar en tegelijkertijd aanwezig zijn. Vanuit dit perspectief kunnen grootschalige technische infrastructuren ook gezien worden als een 21ste eeuwse en potentieel waardevolle bijdrage aan de ontwikkeling van het landschap.

Het centrale ontwerp vraagstuk is hoe het eigen vormkarakter van nieuwe hoogspanningsverbindingen ten volle ontwikkeld kan worden zonder daarbij de huidige landschapspatronen teniet te doen.

In onderstaande ontwerpmethodiek onderscheiden we drie schaalniveaus om het ontwerp vraagstuk van de landschappelijke integratie van hoogspanningsverbindingen te doorgronden: tracéniveau, lijnniveau en objectniveau. Vanuit elk schaalniveau wordt het landschap gekenmerkt door een specifieke ruimtelijke logica. Hierin worden drie landschappelijke benaderingen onderscheiden: regionale benadering, lokale benadering en het visuele benadering.

Elk schaalniveau (*tracéniveau, lijnniveau en objectniveau*) en landschappelijke benadering (*regionale, lokale en visuele benadering*) leidt tot een reeks van ruimtelijke ontwerpprincipes die een specifieke oplossing bieden voor de landschappelijke integratie van hoogspanningsverbindingen.

Het samenbrengen van de verschillende schaalniveaus en landschappelijke benaderingen resulteert tot een groep van generieke ruimtelijke ontwerpprincipes die de input vormen voor het ontwerpend onderzoek op planniveau.

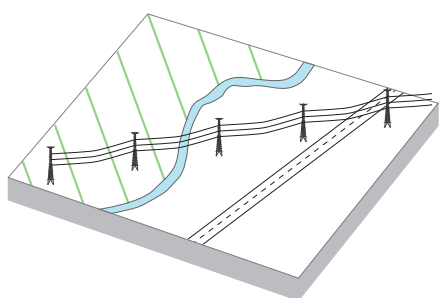
In onderstaande visienota, dat een bijlage vormt bij de start- en procesnota, wordt de ontwerpmethodiek met betrekking tot de landschappelijke integratie van hoogspanningsverbindingen in detail toegelicht. Daarbij worden de interne ontwerplogica's en bijhorende landschappelijke ontwerpprincipes voor de verschillende landschappen inzichtelijk gemaakt. Het landschapsontwerp voor de integratie van het hoogspanningsverbinding wordt in de fase "uitwerking detailtracé RUP" verder uitgewerkt. Het landschapsontwerp komt tot stand door een ontwerpend onderzoek waarbij de ruimtelijke ontwerpprincipes die in deze nota behandeld worden concreet worden toegepast in een geïntegreerd landschapsplan.

De drie schaalniveaus:

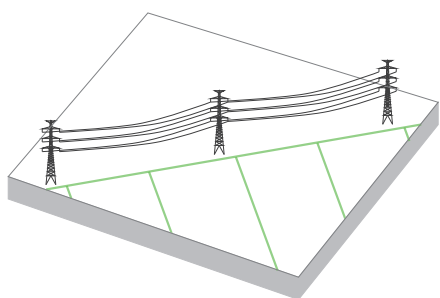
- Het tracéniveau,
- Het lijnniveau
- Het objectniveau

De drie landschappelijke benaderingen:

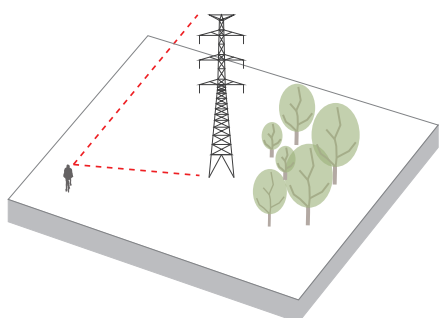
- Regionale benadering
- Lokale benadering
- Visuele benadering



Regionale benadering



Lokale benadering



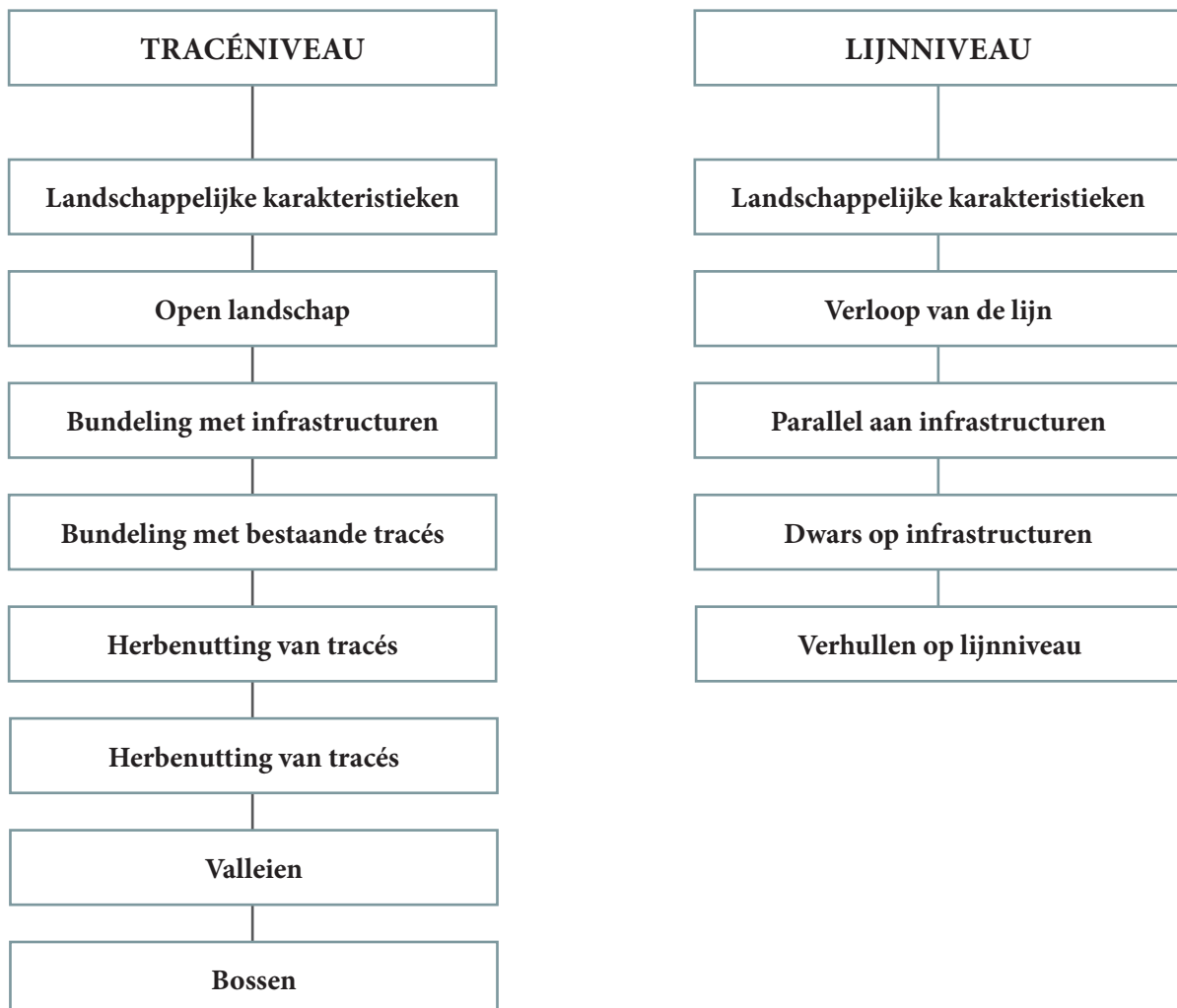
Visuele benadering

2.2. Drie schaalniveaus

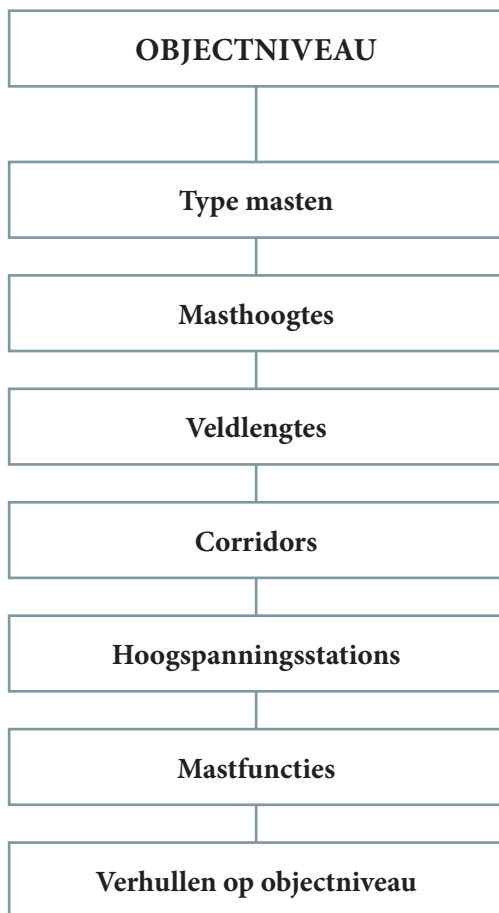
Het **tracéniveau** heeft betrekking op de inplanting van een hoogspanningsverbinding in het landschap. Aandachtspunten daarbij zijn het hanteren van zo lang mogelijke rechte lijnen, zowel in het horizontale als in het verticale vlak. Een rechte lijn, de kortste verbinding tussen twee punten is de meest zuivere vormuitdrukking van de functie van een hoogspanningslijn en van de zelfstandigheid ervan ten opzichte van het landschap. Duidelijk waarneembare richtingsveranderingen moeten worden beperkt tot situaties waarbij de hoogspanningslijn obstakels en landschapspatronen van vergelijkbare schaal-grootte overbruggen. Op tracéniveau is bundeling met andere grootschalige infrastructures zoals snelwegen, spoorwegen en waterwegen aangewezen.

Het **lijnniveau** heeft betrekking op de lokale inpassing van een hoogspanningsverbinding. De richting van het lijnverloop,

de veldlengte tussen de masten en de masthoogte zijn daarbij bepalende elementen. Veelvuldige richtingsveranderingen als gevolg van bebouwing en beplanting maken het lijnverloop onoverzichtelijk. De continuïteit van de lijn wordt dan moeilijk herkenbaar. De lineaire elementen dienen een zekere zelfstandigheid te behouden. Een belangrijk aandachtspunt bij het inpassen is de visuele continuïteit van het lijnverloop bij richtingsveranderingen. Het hanteren van verschillende opeenvolgende knikken in de lijn heeft als nadeel dat er zwaardere en grotere hoekmasten moeten worden voorzien die de hoekverdraaiingen kunnen opvangen. In functie van landschappelijke inpassing is het belangrijk om de hoogspanningslijn zo recht mogelijk te laten verlopen met zo min mogelijk knikken en is het interessanter om met flauwe bochten te werken in plaats van met knikken omdat hierbij geen afwijkende hoekmasten noodzakelijk zijn.

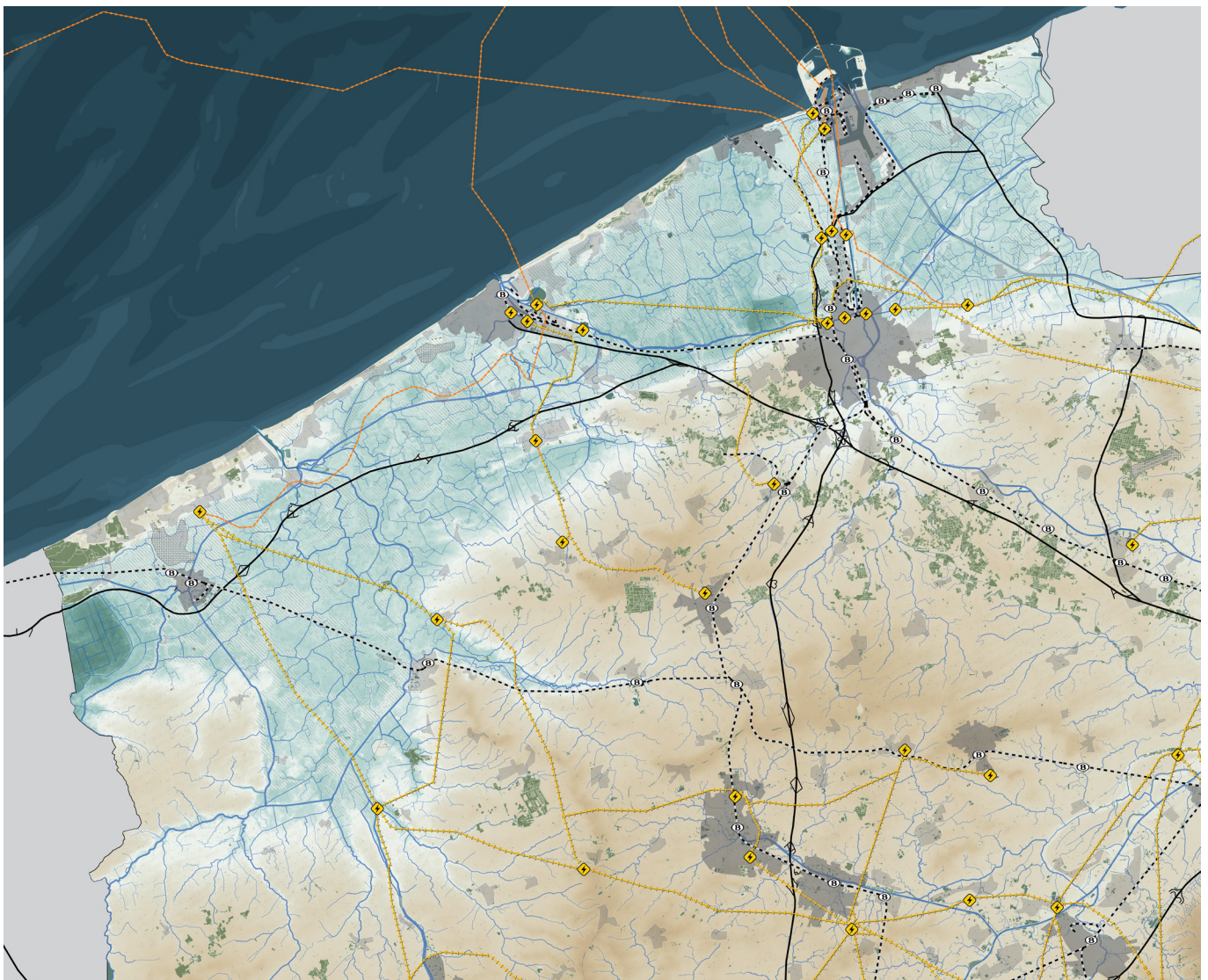


Het **objectniveau** heeft betrekking op de architecturale uitwerking van de componenten van de hoogspanningsverbinding zoals masttype, masthoogte, veldlengte, conversiestations en andere. Daarbij is de autonomie van het object een belangrijk gegeven. Met autonomie wordt bedoeld dat het object zo ideaal mogelijk ontworpen wordt volgens eigen wetmatigheden en technische mogelijkheden zonder zich te onderwerpen aan invloeden van buitenaf. Deze autonomie leidt doorgaans tot objecten met sterke vormkenmerken zodat er een evenwicht ontstaat met het omliggende landschap.

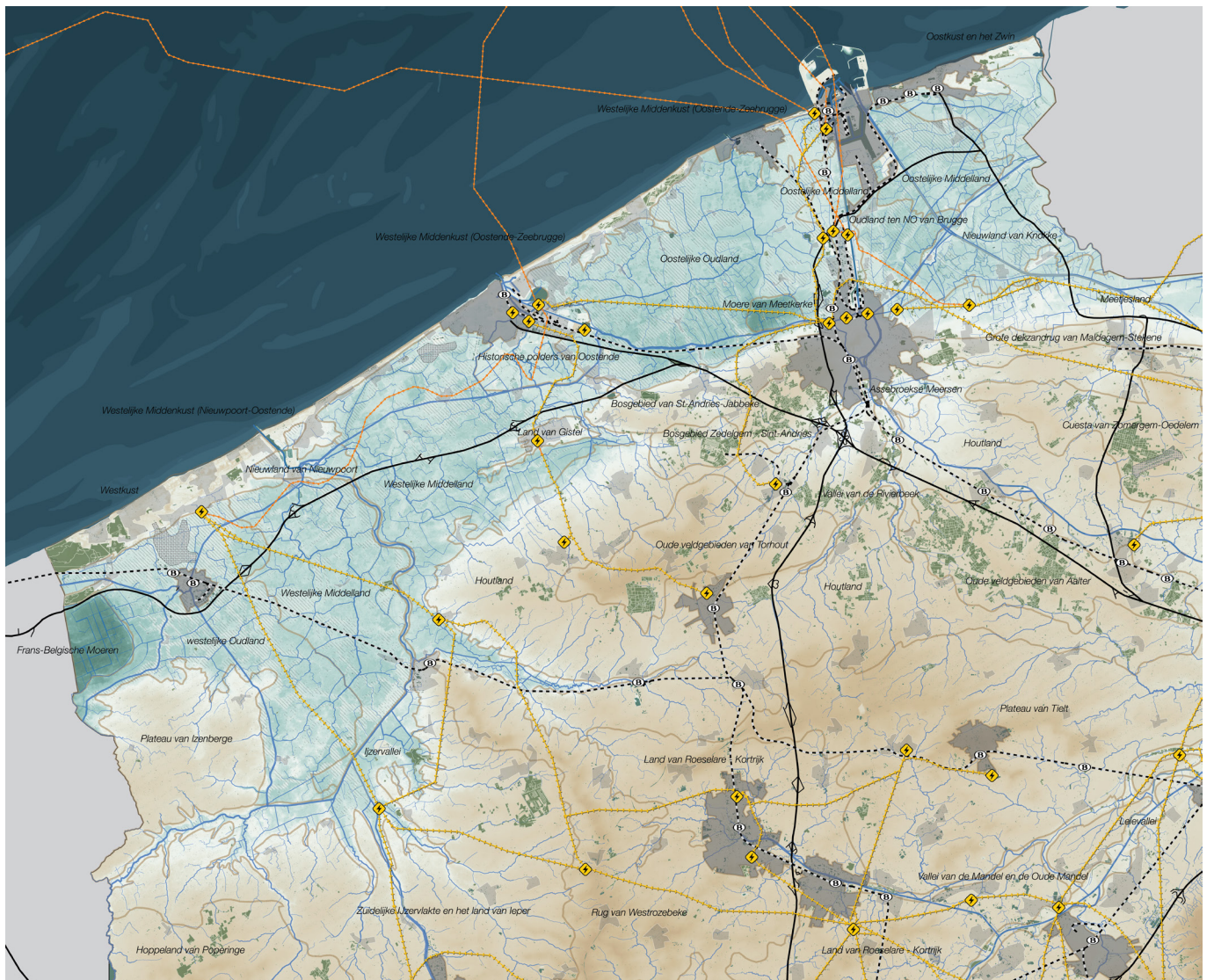


2.3. Landschap - Regionale benadering

Vanuit een landschappelijke benadering op regionale schaal zetten we in op de integratie van hoogspanningslijnen in het landschap. Een hoogspanningsverbinding, zeker een 380kV-lijn, heeft een nationale en internationale betekenis, waardoor deze geen directe functionele relatie heeft met de genius loci van het landschap. Het is van belang de hoogspanningslijn als een autonoom infrastructuur vorm te geven die vanuit haar eigen wetmatigheden vertrekt. Rechte lijnen met gelijkvormige masten verdwijnen in de visuele perceptie eerder naar de achtergrond voor de waarnemer.



Landschapskaart



Landschapseenheden

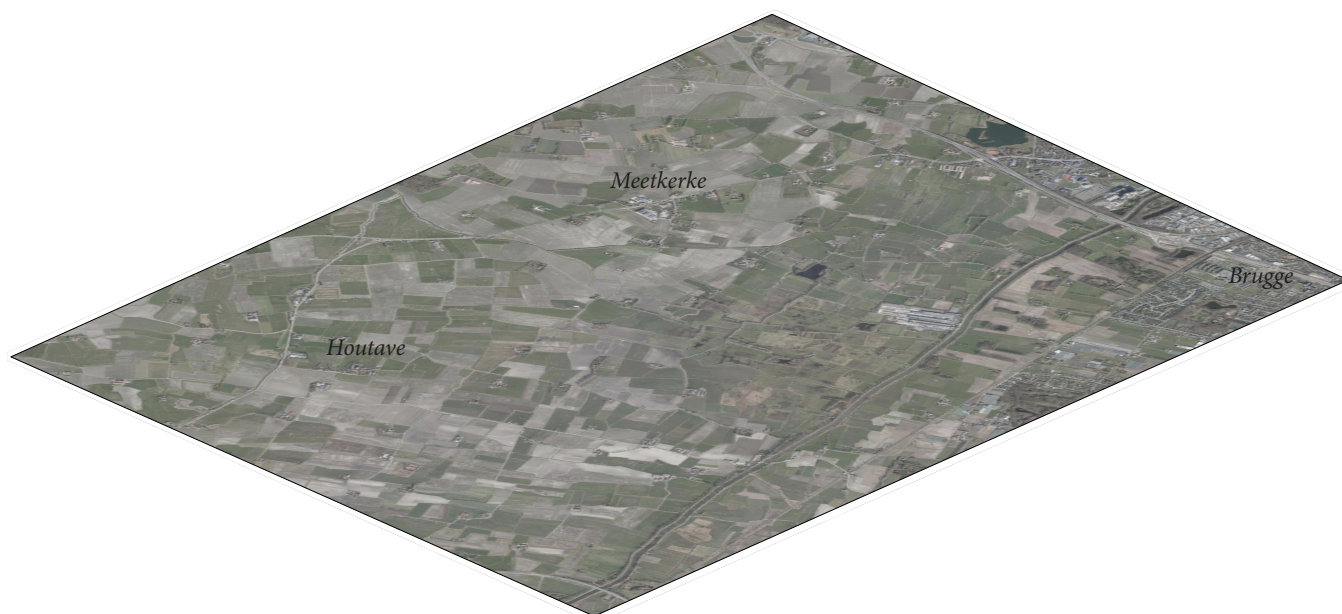
2.4. Landschap - Lokale benadering

Vanuit een landschappelijke benadering op lokale schaal zetten we in op het versterken van de identiteit van het bestaande landschap als tegengewicht voor de autonomie van de hoogspanningslijn. Door haar specifieke schaalgrootte is het quasi onmogelijk om een hoogspanningsverbinding in te passen in het landschap. Het enige dat kan gebeuren is de leesbaarheid en identiteit van het bestaande landschap te versterken. Landschappen met een leesbare structuur worden hoger gewaardeerd.

De aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen biedt potenties om te investeren in de kwaliteit van het bestaande landschap. Het versterken van de leesbaarheid van het landschap door investeringen in de aanleg van gebiedsspecifieke landschapselementen

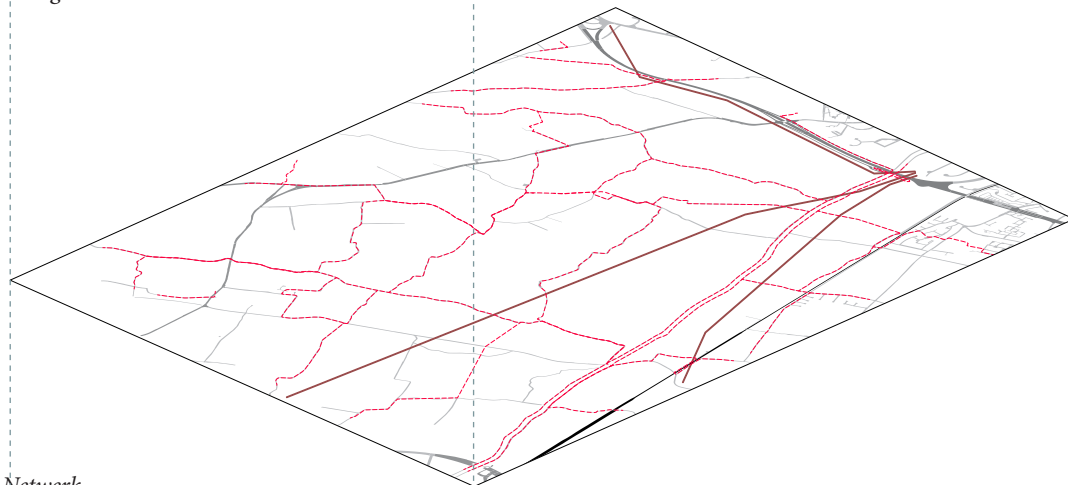
laat toe om visuele “verrommeling” tegen te gaan en de identiteit van het desbetreffende landschap te versterken. Dit kan betrekking hebben op het aanleggen van bomendreven, erfbeplantingen, rietkragen, verbrede watergangen, dijkaanplantingen,

De ruimtelijke karakteristieken van de landschappen waar het hoogspanningstracé doorheen snijdt onderscheiden zich door unieke patronen en structuren. Zo vormen de oudlandpolders ten westen van Brugge een geheel ander landschap dan het gefragmenteerde serrelandschap ter hoogte van Roeselare-Tielt. In het landschapsontwerp dat in de fase “uitwerking detailtracé RUP” zal worden opgemaakt zullen de ruimtelijke karakteristieken van elk landschap nader in detail worden geanalyseerd.

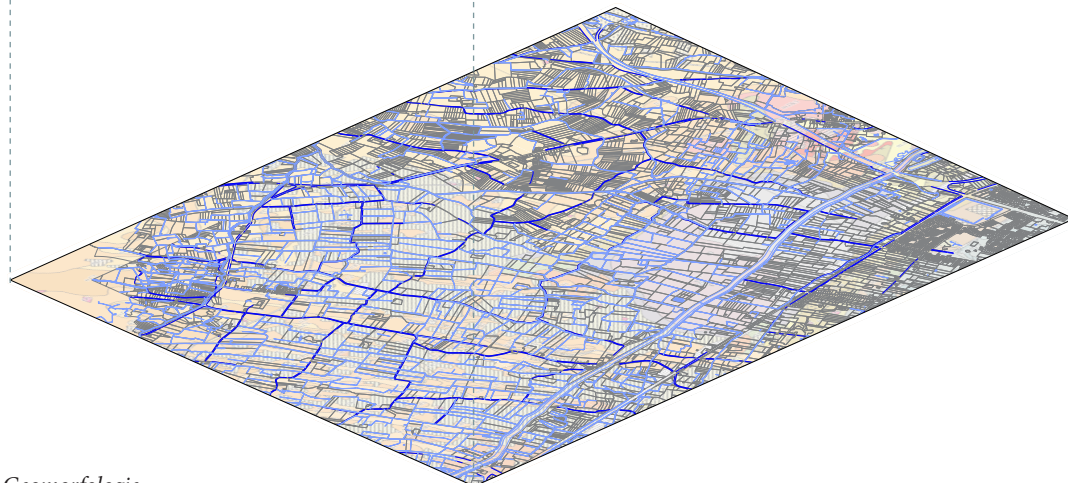




Landgebruik



Netwerk

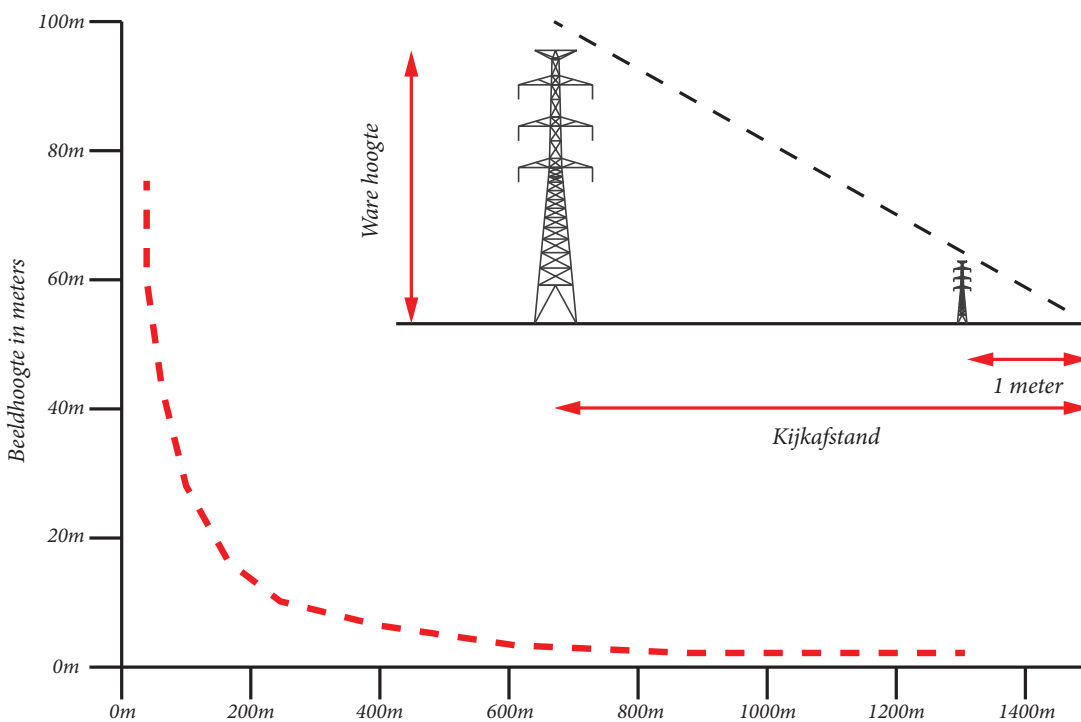


Geomorfologie

2.5. Landschap - Visuele benadering

2.5.1. Inleiding

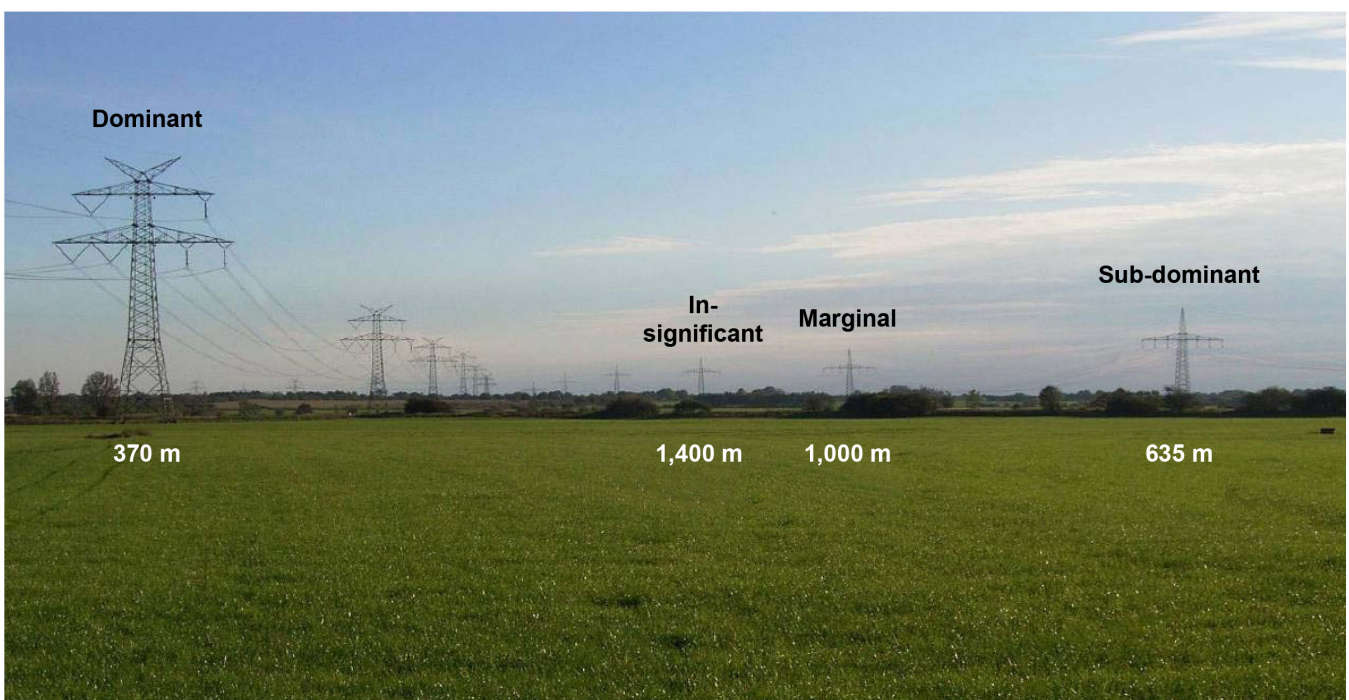
De kijkafstand is de afstand van de waarnemer tot een waargenomen landschapselement dat centraal staat in het gezichtsveld bij een gegeven kijkrichting. Alle waargenomen elementen kunnen gegroepeerd worden volgens kijkafstand. Afhankelijk van de afstand tussen de waarnemer en het waargenomen object kan de kijkafstand worden ingedeeld in vier categorieën: dominant (tot 350 meter), subdominant (tussen 350 en 700 meter), subdominant (tussen 700 en 1400 meter) en insignifican (vanaf 1400 meter). Het begrip kijkafstand heeft veel gelijkenis met het begrip schaal van een kaart, in de zin dat het bepalend is of we een overzicht zien dan wel het detail. Het grote verschil met een kaart of verticale luchtfoto is dat de schaal (de kijkafstand) voor alle landschapselementen niet gelijk is. Kenmerkend voor een horizontale kijkrichting is de tangentiële afname van de beeldhoogte van de objecten met een groter wordende kijkafstand.



(C. Piessens, 1983)

De visuele aspecten hebben betrekking op de manier waarop omwonende en recreanten de hoogspanningsverbinding visueel ervaren. Daarbij wordt gebiedsgericht geanalyseerd wat het effect voor de waarnemer op de beleving van het landschap zal zijn door de inplanting van een hoogspanningslijn. Het verstoppen van een hoogspanningslijn door beplanting is niet mogelijk vermits de masten aanzienlijk hoger zijn dan de meeste voorkomende bomen in België. Het aanbrengen van beplanting heeft wel zin in een ruimere zone rondom het tracé zodoende het perspectief en de zichtlijnen vanuit specifieke waarnemingspunten te beïnvloeden. Aanpassingen aan de landschappelijke opbouw van de ruimere zone rondom het tracé en de toepassing van beplanting tussen de hoogspanningslijn en de waarnemer kan de oriëntatie van het landschap en het zicht op het tracé in positieve zin beïnvloeden.

Door het aanbrengen van beplanting langsheen het tracé kan de visuele beleving van de waarnemer vanop wandel- en fietsroutes gericht gestuurd worden. Dit vraagt aandacht in het ontwerp van de beleving van het landschap. Vanuit de visuele benadering worden verschillende landschappelijke bouwstenen ontwikkeld om de visuele beleving van de omwonenden en/of recreanten te sturen. Deze bouwstenen kunnen onder meer betrekking hebben op het gericht aanplanten van bosgroepen ter hoogte van bepaalde storende zichtlijnen of het aanbrengen van opgaande beplanting langsheen recreatieve routes.



Visuele impact van een hoogspanningsverbinding

(Electricity transmission line planning: Success factors for transmission system operators to reduce public opposition, S. Perras, 2014)

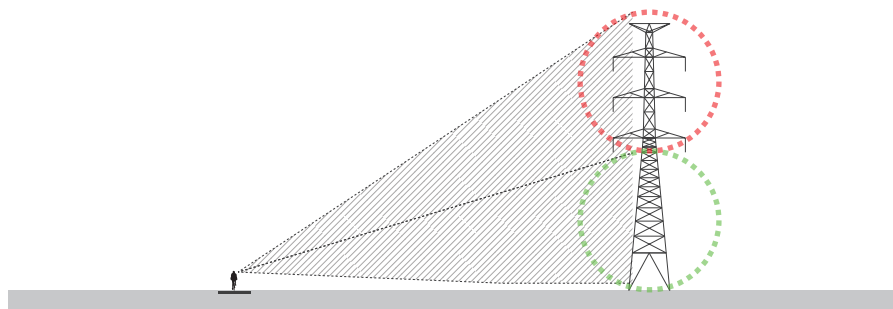
2.5.2. Visuele aspecten op afstand

Zoals eerder vermeld kan de visuele benadering op afstand in vier categorieën worden geclassificeerd: dominant (tot 350 meter), subdominant (tussen 350 en 700 meter), marginaal (tussen 700 en 1400 meter) en insignificant (vanaf 1400 meter).

Voor de categorieën dominant (*objectniveau*) zullen maatregelen op lokaal niveau nodig zijn om de visuele impact op de waarnemer van een hoogspanningsverbinding te beperken. Bij een tracé wordt door de waarnemer eerder de masten zelf dan de lijnen als storend ervaren. Bij de masten, en dat geldt voor zowel vakwerkmasten en buis- of kokermasten, zal de kop als het meest storende element van de mast worden ervaren.

Voor de categorieën subdominant en marginaal (*lijnniveau*) is het aangewezen om het landschap rondom de lijn te versterken. Vanuit de landschappelijke benadering zullen, afhankelijk van de regio en specifieke ruimtelijke karakteristieken, een aantal maatregelen worden voorgesteld die het landschap kunnen versterken.

Voor de categorie insignificant (*tracéniveau*) zullen maatregelen op lokaal niveau minder relevant zijn als gevolg van de grote afstand tussen de waarnemer en het object zelf. Bij dergelijke grote afstanden zal de hoogspanningsverbinding visueel met het landschap aan de horizon interfereren.



Visuele impact van een mast

Insignificant (vanaf 1400 meter)

Marginaal (tussen 700 en 1400 meter)

Subdominant (tussen 350 en 700 meter)

Dominant (tot 350 meter)

Visuele aspecten op afstand

2.5.3. Visuele aspecten bij bundeling

Bij de bundeling van een tracé met andere grootschalige lijninfrastructuren kunnen we drie categorieën onderscheiden: bundeling op korte afstand (strakke bundeling), bundeling op middelgrote afstand (bundeling op afstand) en bundeling op grote afstand (zonebundeling).

Bundeling op korte afstand betekent dat de afstand zodanig kort is dat de twee gebundelde infrastructuren elkaar in de pas lopen (zelfde ritme, masthoogtes en veldlengtes) en kunnen door de waarnemer worden ervaren als één. De tussenafstand is zodanig kort dat de zone tussen deze twee lijninfrastructuren niet kan gebruikt worden voor andere landgebruik functies.

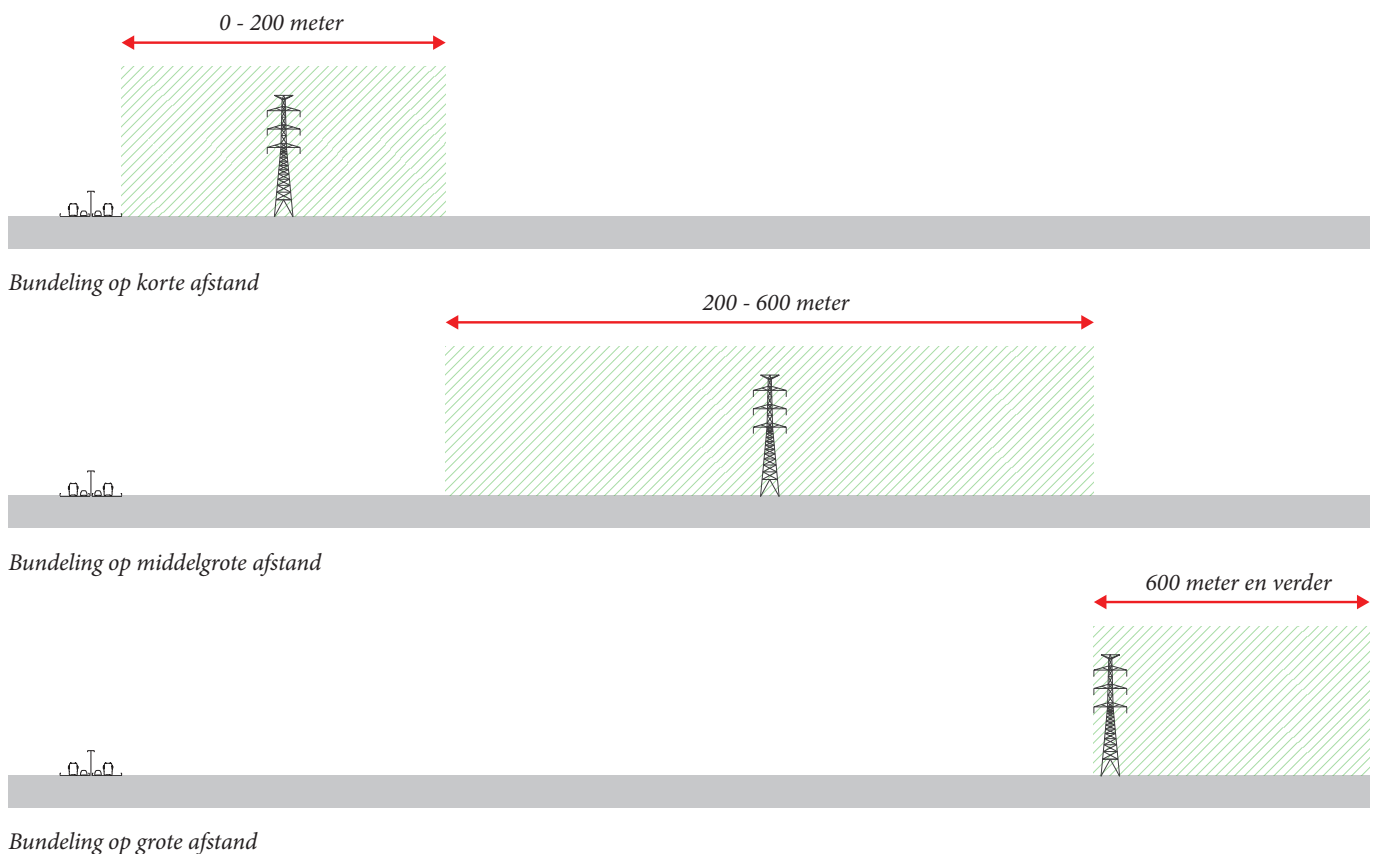
Bundeling op middelgrote afstand betekent dat de afstand zodanig groot is dat de tussenruimte gebruikt kan worden voor andere landgebruik functies. Het nadeel van bundeling op

afstand is dat beide lijninfrastructuren visueel gaan interfereren wat als erg storend wordt ervaren vanuit de visuele perceptie.

Bundeling op grote afstand betekent dat twee typen lijninfrastructuren op een grotere schaal met elkaar zijn gebundeld. Doordat de onderlinge tussenafstand groot genoeg is en elke infrastructuur vanuit haar eigen wetmatigheden is vormgegeven, zal de visuele interferentie minimaal zijn.

De drie categorieën bundeling op afstand:

- Bundeling op korte afstand
- Bundeling op middelgrote afstand
- Bundeling op grote afstand

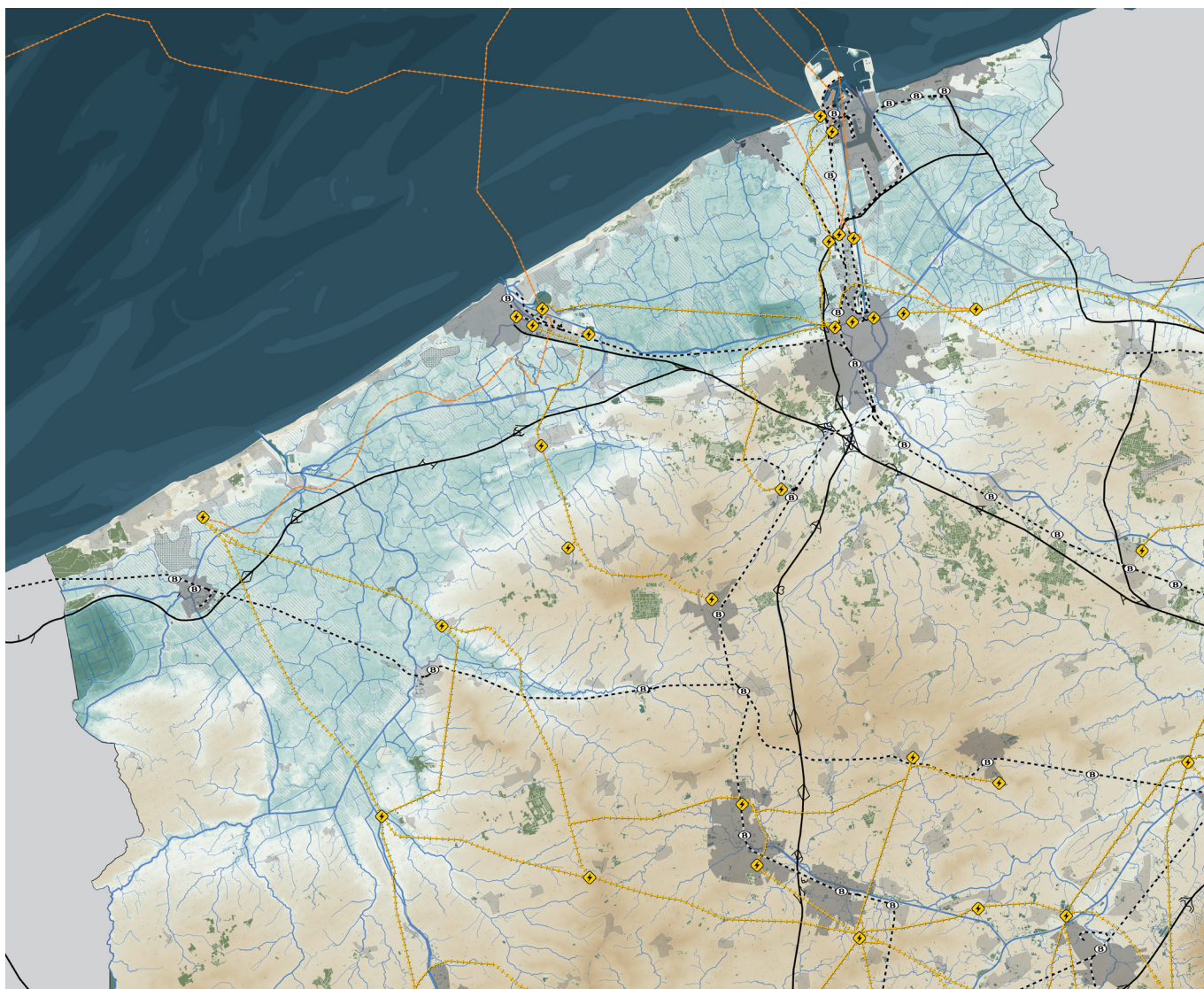


3. Tracéniveau

3.1. Methodiek landschappelijke analyse - Regionale benadering

3.1.1. Landschapskaart

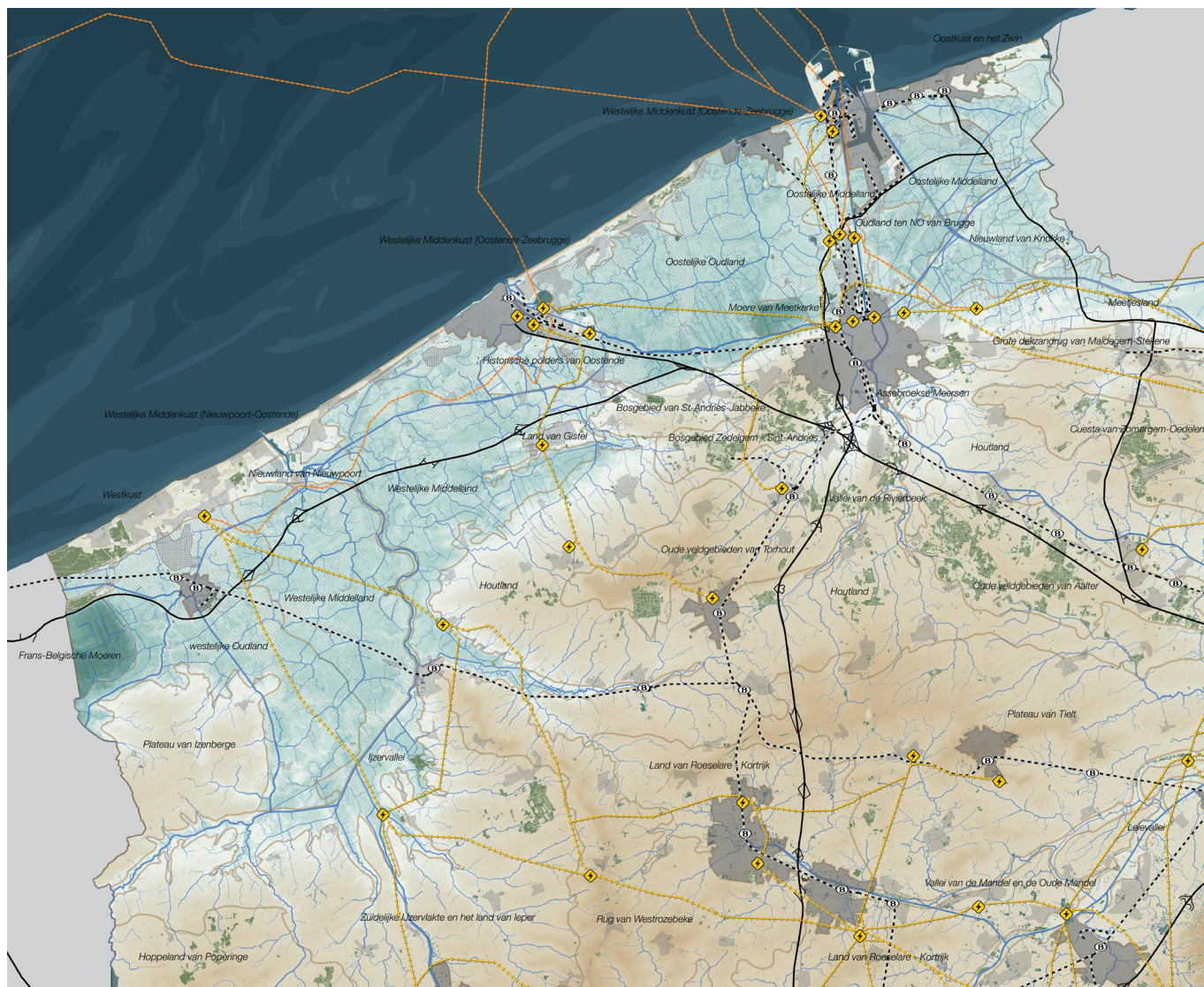
Om een sterke landschapsvisie te kunnen formuleren is het van belang om de landschapseenheden, de hoofdstructuren en het landgebruik van het landschap op de regionale schaal te herkennen, te benoemen, te verklaren en in kaart te brengen. Samen vormen ze de landschapskaart, een kaart die inzicht kan geven in de zoektocht naar tracés voor een nieuwe hoogspanningsverbinding. De landschapskaart geeft inzicht in hoeverre een nieuw tracé kan ingepland worden op basis van de huidige structuur van het landschap en welke traceringsprincipes de voorkeur hebben. De traceringsprincipes hebben betrekking op het bundelen met bestaande grootschalige infrastructuur, een lijn autonoom in het landschap laten verlopen ofwel een combinatie van beiden.



Landschapskaart

3.1.2. Landschapseenheden

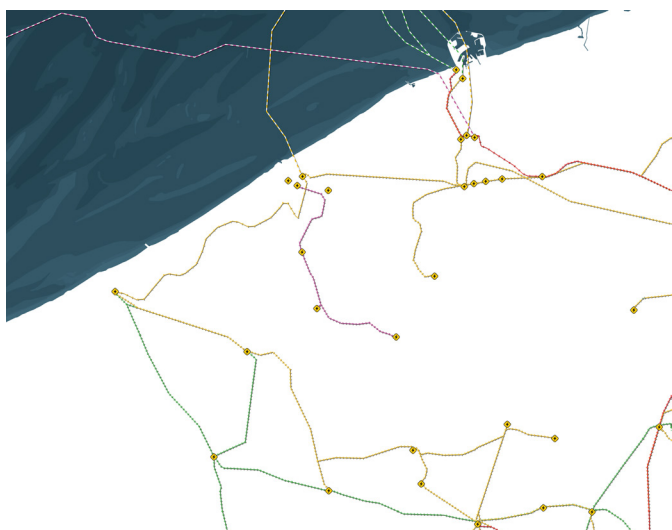
De landschapseenheden zijn onderdelen van de landschappen, die omschreven kunnen worden als eenheden met een specifieke geologische en bodemkundige structuur (duinen, polders, zandgebieden, enz.).



Landschapseenheden

3.1.3. Hoofdstructuren

Bij hoofdstructuren worden de grote infrastructurele ingrepen in het landschap in kaart gebracht. Deze hebben betrekking op de snelwegen, spoorlijnen, kanalen en bestaande hoogspanningslijnen.



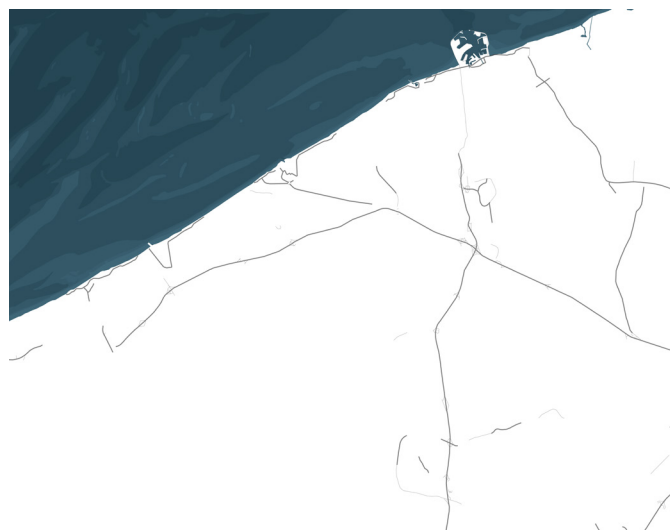
Hoogspanningslijnen



Spoorlijnen



Kanalen



Hoofdwegen

3.1.4. Landgebruik

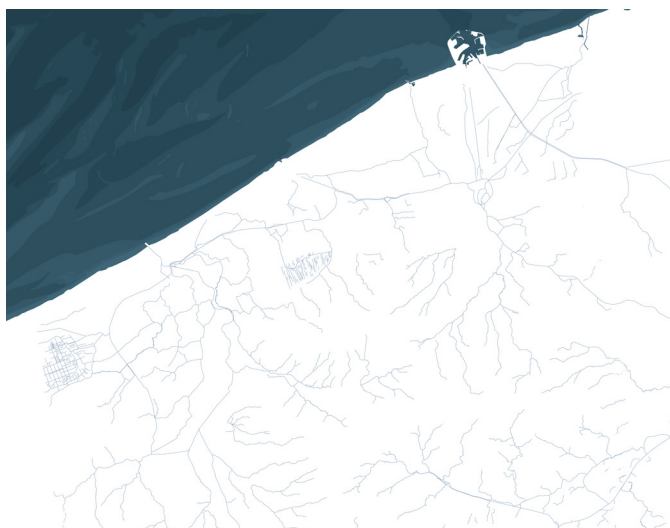
Bij landgebruik wordt de systematische ontginning van het landschap onderzocht. Het landgebruik omvat de grootschalige elementen in het landschap waarmee rekening moet worden gehouden bij het inplanten van een nieuw hoogspanningstracé, zoals bebouwing, bossen, waterlopen, geomorfologie, ...



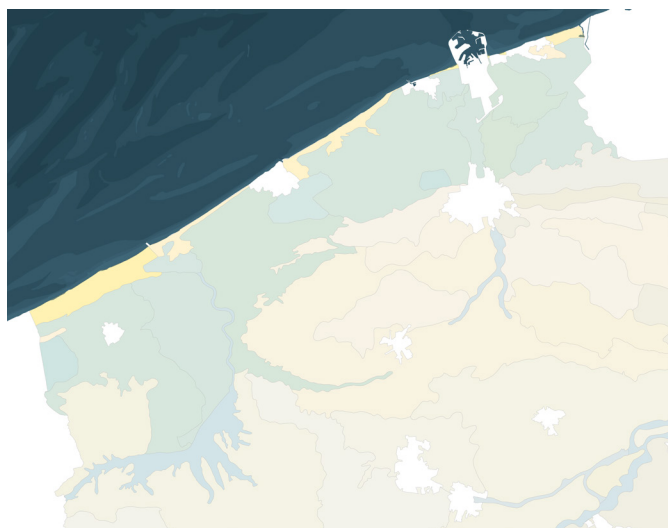
Bebouwing



Bosgebieden



Waterstructuur

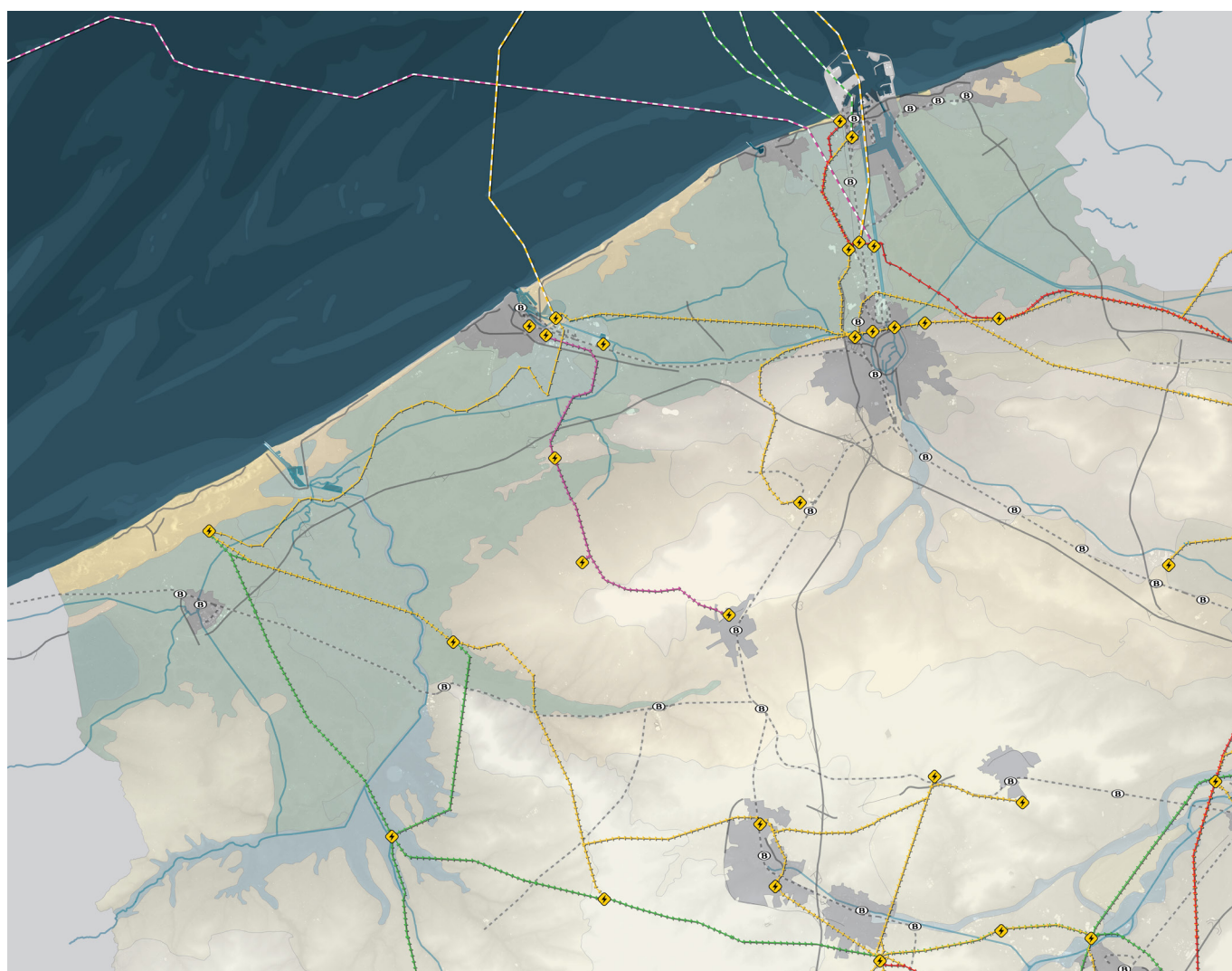


Geomorfologie

3.2. Landschappelijke karakteristieken - Regionale benadering

3.2.1. Hoofdstructuren

De grootschalige hoofdstructuren hebben zich in een relatief korte periode ontwikkeld tot een belangrijk onderdeel van het landschap. Door hun omvang zijn het vaak opvallende structuren in het landschap. Tegelijkertijd zijn deze hoofdstructuren ook de oorzaak van de versnippering van het landschap. Om te voorkomen dat het landschap nog verder wordt versnipperd, wordt er aangewezen om nieuwe tracés te bundelen met bestaande grootschalige infrastructuur.



De hoofdstructuren van het landschap

3.2.2. Landgebruik

Het landgebruik weerspiegelt de historische ontwikkeling van de natuur en mens en de invloed die beide hebben gehad op het actuele landschap. De grote landschappelijke structuren kunnen worden onderverdeeld in kleinere landschapseenheden met een specifieke identiteit. In de polders wordt een onderscheid gemaakt tussen oudlandpolders, middellandpolders en nieuwlandpolders. Een aantal van deze landschapseenheden zijn beschermd als cultuurhistorische landschappen of afgebakend als ankerplaatsen.



Het landgebruik van het landschap

3.2.3. Polders

Ankerplaatsen en beschermde cultuurhistorische landschappen bij de polders:

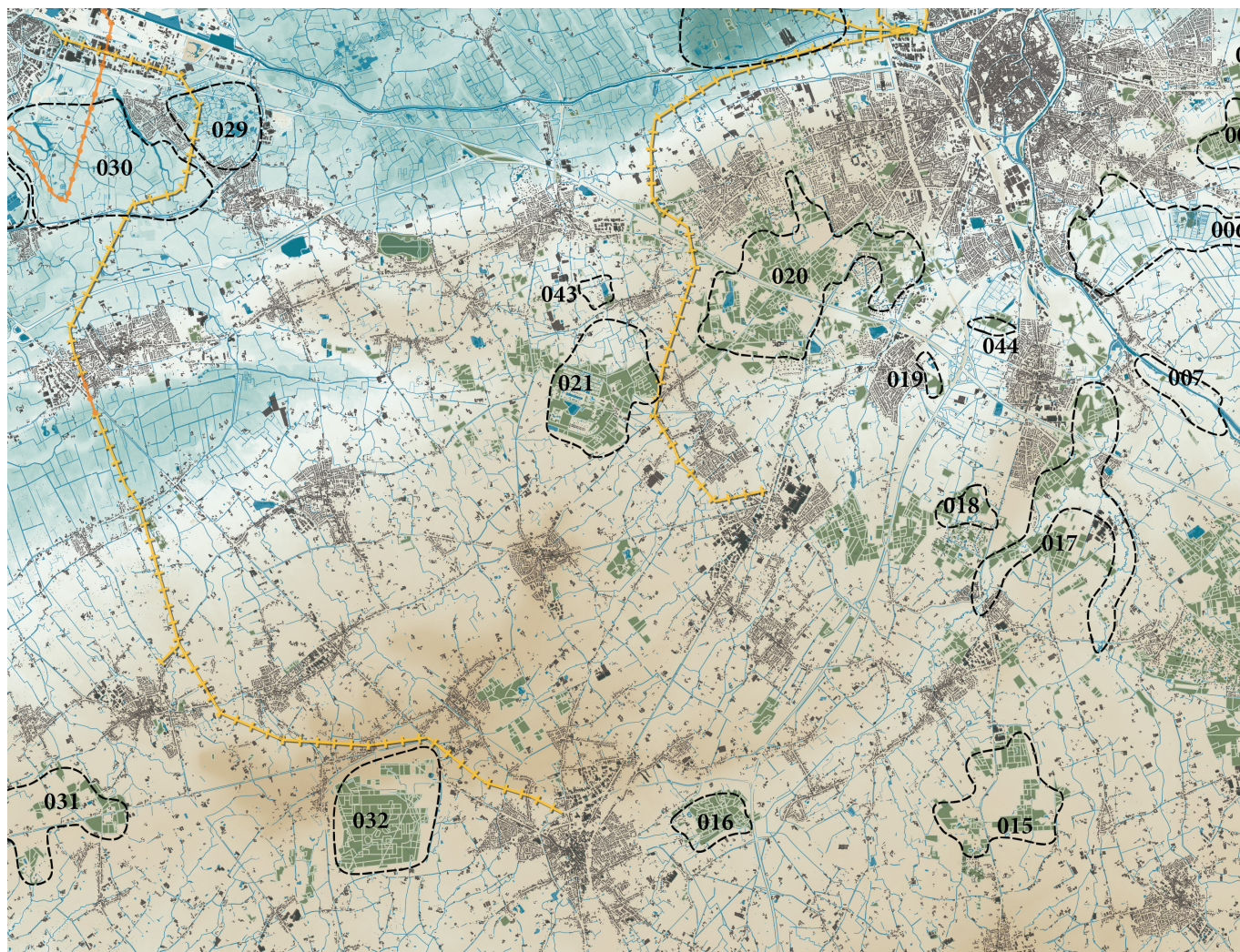
- 004 – Polders nabij Dudzele
- 022 – Meetkerkse Moeren
- 023 – Groot Ter Doest en omgeving
- 024 – Oudemaarspolder
- 025 – De Fonteintjes en omgeving
- 026 – Uitkerkse polder
- 027 – Duinbossen tussen Oostende en Wenduine
- 028 – Poldergebied Klemskerke
- 029 – Zwaanhoek en omgeving
- 030 – Oostends Krekengebied
- 042 – Fort Napoleon en omgeving



3.2.4. Zandstreek

Ankerplaatsen en beschermde cultuurhistorische landschappen bij de zandstreek:

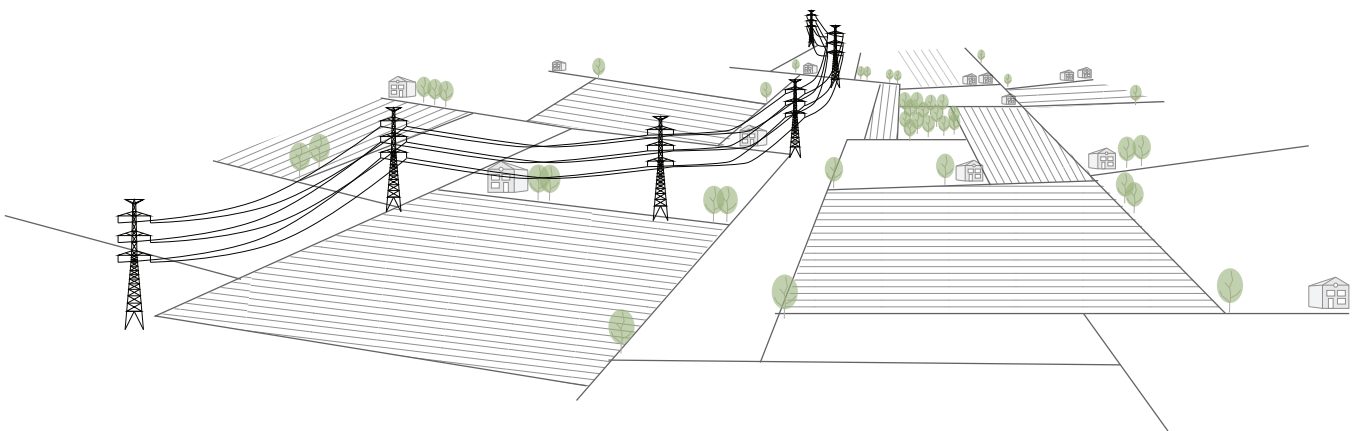
- 006 – Assebroekse Meersen, Beverhoutsveld en Bergskes
- 007 – Leiemeersen en Kanaal Gent-Brugge
- 015 – Lakebossen en Munkebossen
- 016 – Domein Groenhove en omgeving
- 017 – Kastelen Gruuthuyse, Erkegem en Kampveld
- 018 – Kasteeldomein Nieuwburg en De Breidels
- 019 – Kasteeldomein van Loppem en Hof van Breda
- 020 – Kasteeldomein Beisbroek en Abdij van Zevenkerken
- 021 – Vlotemveld en omgeving
- 031 – Koekelarebos, Praatbos en kasteeldomein Ter Heyde
- 032 – Wijnendalebos en kasteeldomein van Wijnendale
- 043 – Boerenmolen met omgeving
- 044 – Kasteeldomein Schoonhove



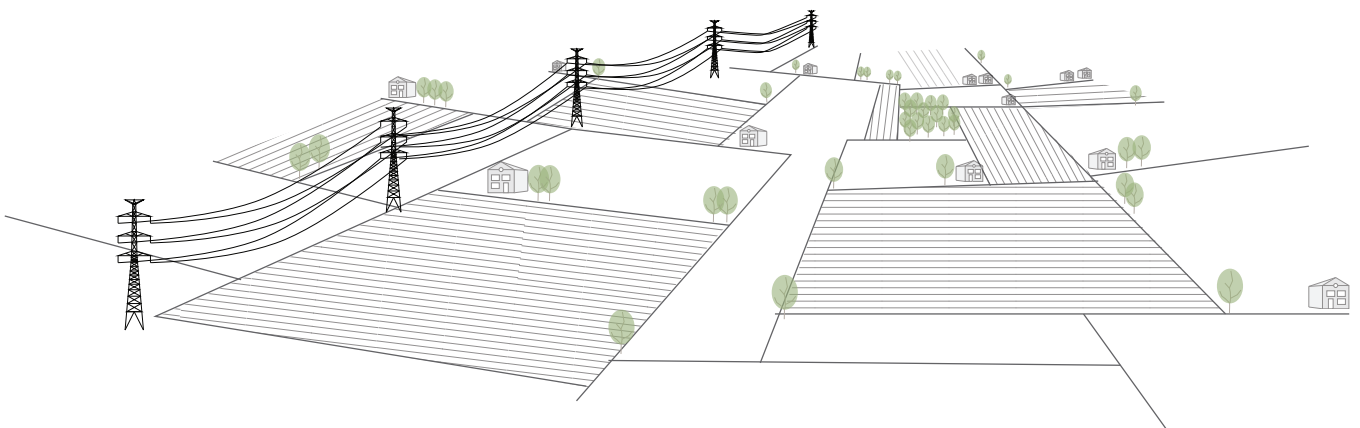
3.3. Ontwerpprincipes op tracéniveau

3.3.1. Open landschap

Bij de inplanting van een hoogspanningslijn in het open landschap, zij het de open polderlandschappen of het gefragmenteerde serre- en landbouwlandschappen, is het aangewezen om de lijn zo recht mogelijk te laten verlopen. Rechte lijnen met gelijkvormige masten verdwijnen in de visuele perceptie eerder naar de achtergrond en zal minder storend worden ervaren door de waarnemer. Een lijn met te veel richtingsveranderingen kan het effect, van de “verrommeling” van het landschap, versterken.



- Een lijn met veel richtingsveranderingen



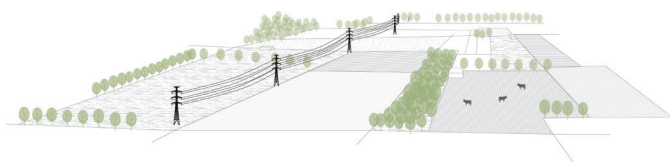
+ Een rechte lijn

3.3.2. Bundeling met grote infrastructuur

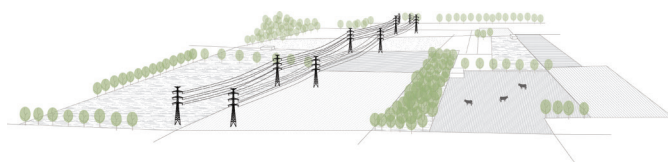
Op tracéniveau is bundeling met andere grootschalige infrastructuur aangewezen. We onderscheiden een viertal grootschalige lijninfrastructuren die gebruikt kunnen worden voor bundeling: bestaande hoogspanningstracés, snelwegen, spoorwegen en kanalen. De hoofdreden voor bundeling is het minimaliseren van de ruimtelijke impact van nieuwe infrastructuur in het landschap. Door één of meerdere infrastructuur te bundelen kan verdere versnippering worden voorkomen.

De vier typen grootschalige infrastructuur:

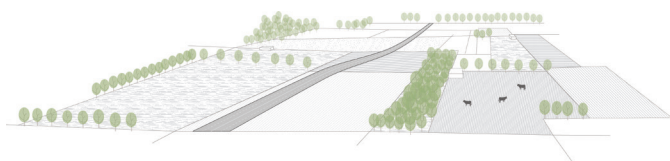
- Bestaande tracés
- Snelwegen
- Kanalen
- Spoorwegen



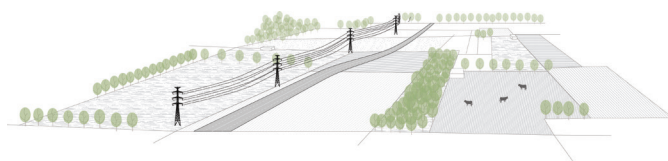
Bestaande tracé



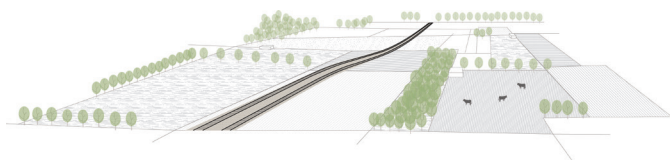
Bundeling met bestaande tracé



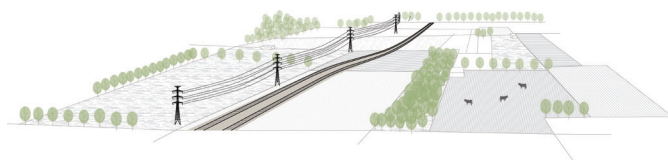
Snelweg



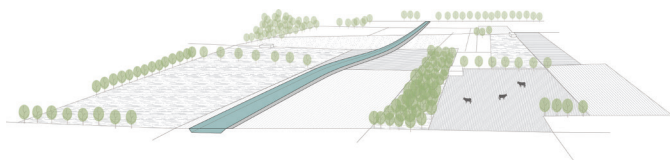
Bundeling met snelweg



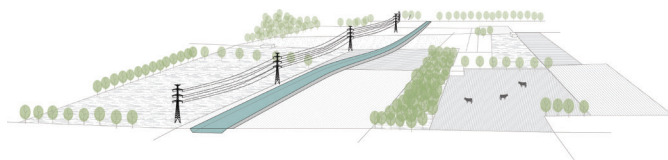
Spoorweg



Bundeling met spoorweg



Kanaal

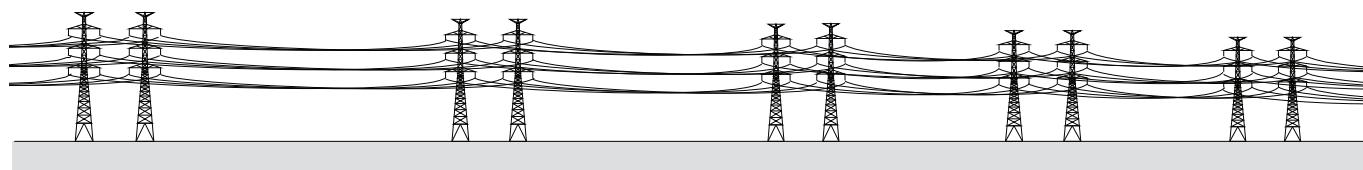
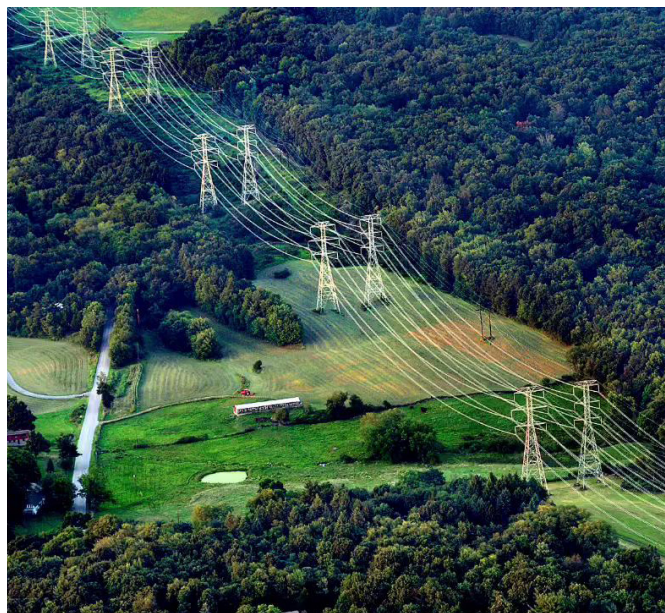


Bundeling met kanaal

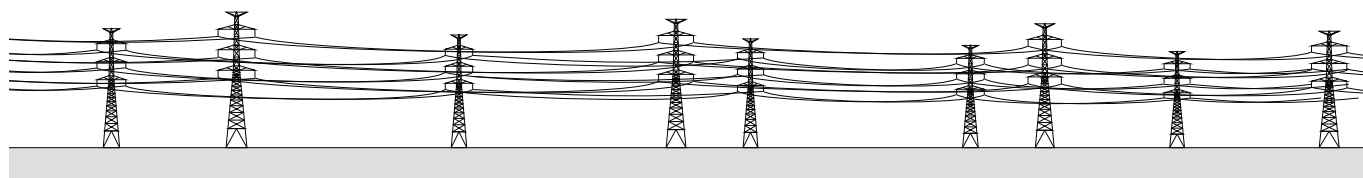
3.3.3. Bundeling met bestaande tracés

Bij bundeling met bestaande tracés wordt bij voorkeur hetzelfde masttype gebruikt als deze van het bestaande tracé. Een eenheid in masttype wordt als visueel minder storend ervaren voor de waarnemer. Indien er toch een andere masttype wordt gebruikt is het aangewezen om de inplanting van de masten “in de pas” te laten lopen met de bestaande masten. Dit betekent dat eenzelfde veldlengte en tussenafstand wordt gehanteerd als het bestaande tracé waardoor een ritme in de visuele beleving ontstaat.

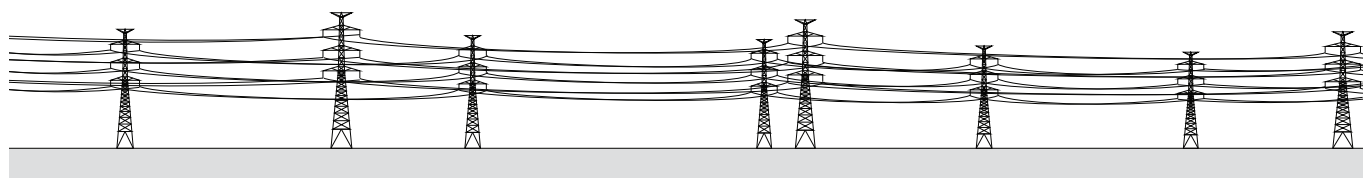
De afstand tussen het bestaande en het nieuwe tracé dient zo kort mogelijk te zijn. De constructiewijze van het masttype en noodzakelijke veiligheidsafstand zal invloed hebben op de tussenafstand tussen beide tracés. Naarmate de afstand groter wordt zal de visuele beleving als storend worden ervan door de waarnemer.



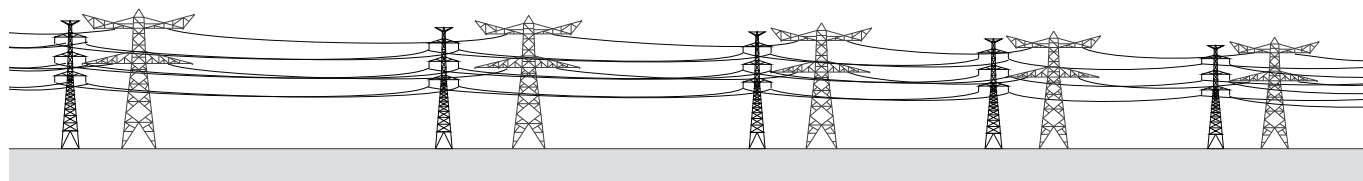
+ Bundeling tot 50 meter



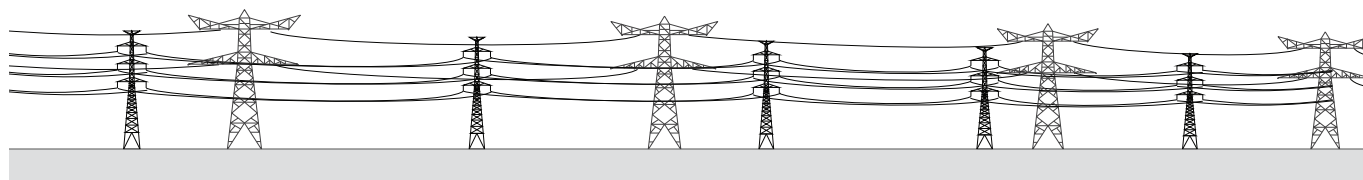
- Bundeling op 100 meter



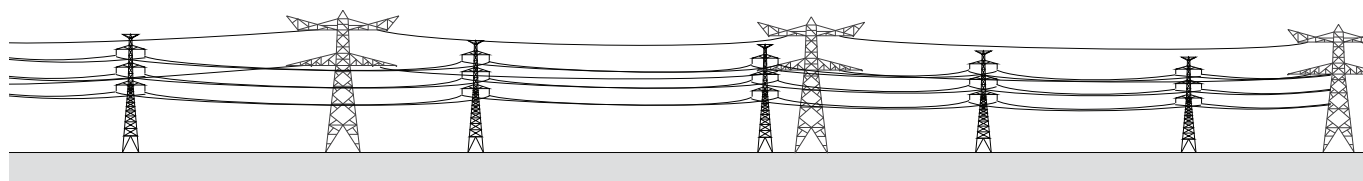
- Bundeling op 200 meter



+ Bundeling tot 50 meter



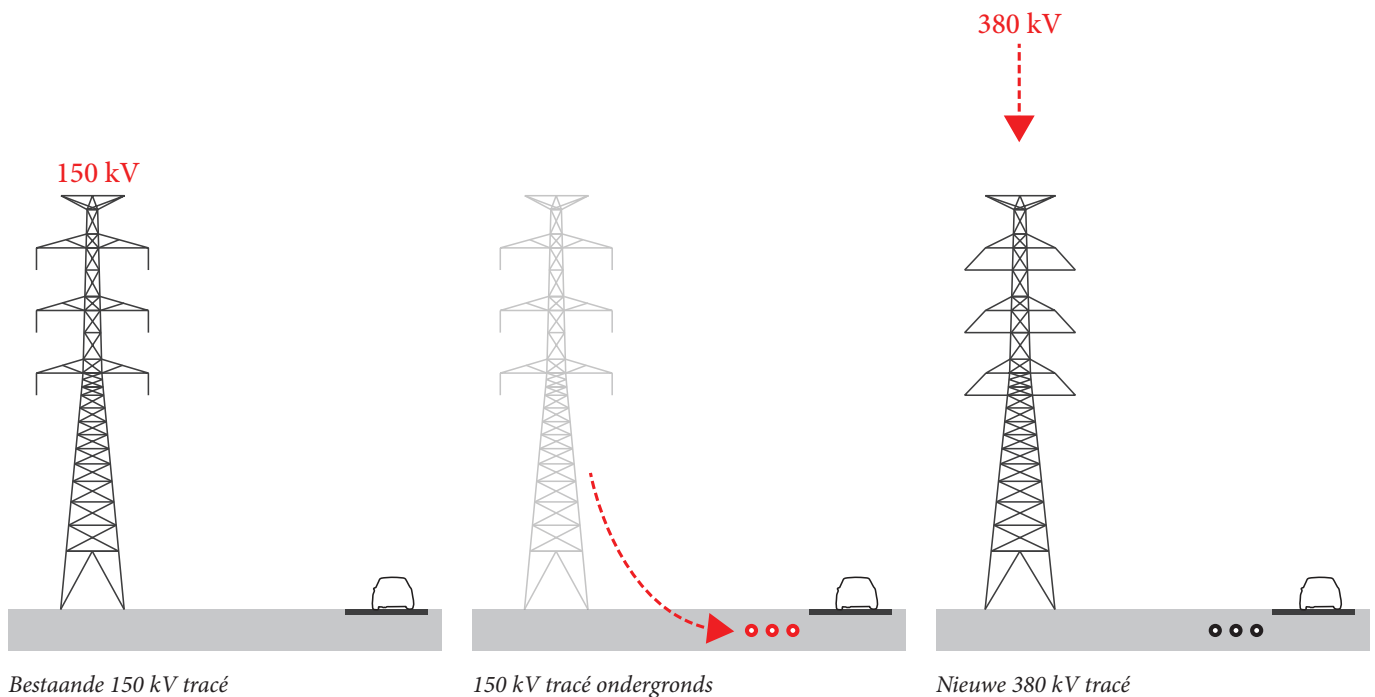
- Bundeling op 100 meter



- Bundeling op 200 meter

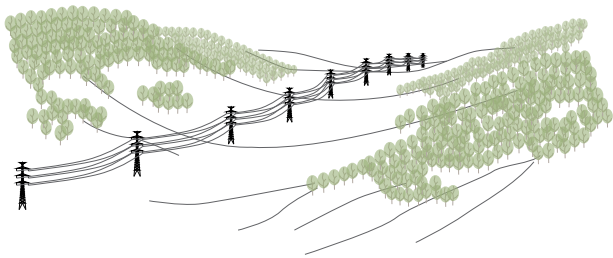
3.3.4. Herbenutting van bestaande tracés

Bij de herbenutting van een bestaand tracé zal doorgaans voor een 150 kV tracé gekozen worden. Bij herbenutting zal de bestaande 150 kV lijn ondergronds worden gebracht. Het ondergronds brengen van een lijn gebeurt naast of onder een publieke wegzate, afhankelijk van de hoeveelheden en capaciteit van de lijn. De nieuwe 380 kV lijn wordt vervolgens op het bestaande 150 kV tracé ingeplant met een andere masttype. Om de visuele veranderingen te beperken kan de compacte Stevin-mast gebruikt worden, deze is identiek met de masten van een 150 kV lijn.

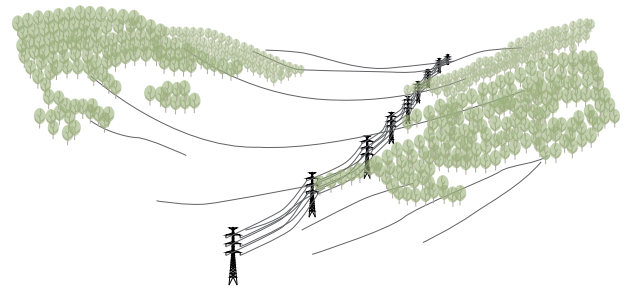


3.3.5. Valleien

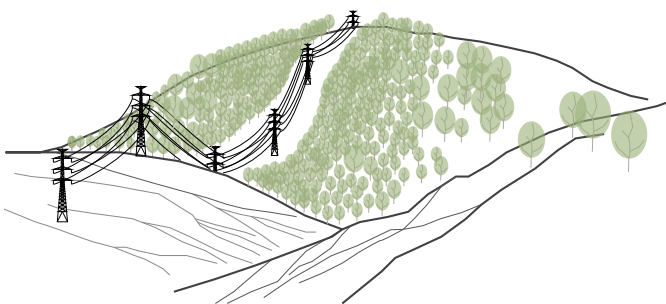
De inplanting van hoogspanningslijnen over heuvelkammen moet worden vermeden. Een tracé over een heuvelkam trekt visueel de aandacht en wordt als een zeer storend elementen in het landschap ervaren. Het is aangewezen om het tracé rondom de heuvelkam te leiden waarbij eenzelfde en bij voorkeur zo laag mogelijke hoogtelijn wordt aangehouden. Indien het tracé doorheen een dal loopt dient deze bij voorkeur excentrisch ten opzichte van het midden van het dal te worden ingeplant.



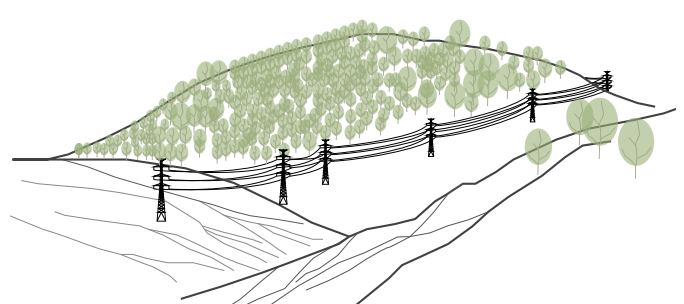
- De lijn midden in een dal



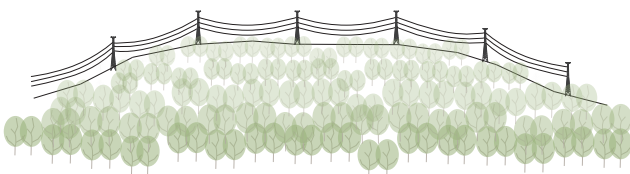
+ De lijn aan de rand van een dal



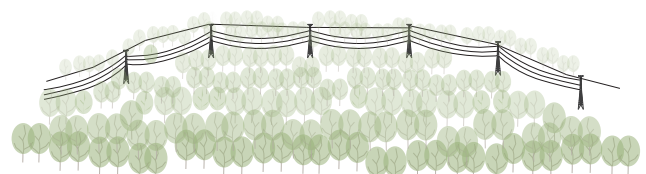
- De lijn over een heuvelkam



+ De lijn rondom de heuvelkam



- De lijn over een heuvelkam

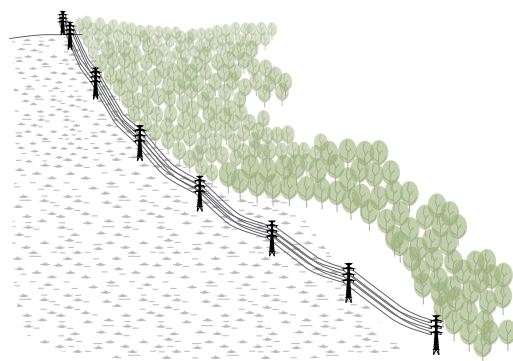
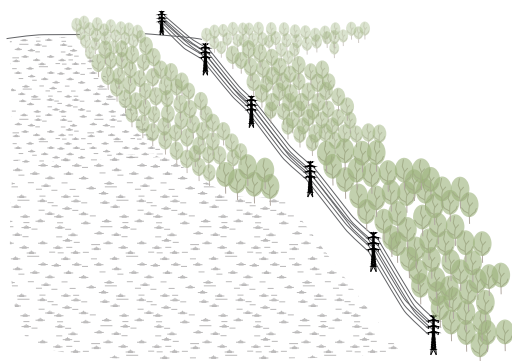


+ De lijn rondom de heuvelkam

3.3.6. Bossen

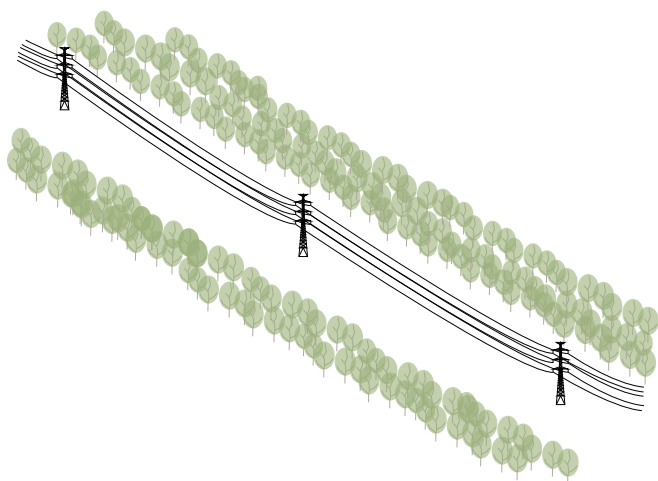
Bij de inplanting van een hoogspanningsverbinding doorheen een bos is het aangewezen om in rechte corridor lagere beplantingen aan te planten en mantelzoom vegetaties langsheen de bosranden te voorzien zodat het visuele tunneleffect teniet wordt gedaan.

Indien het tracé langsheen de rand van een bos loopt zal de opgaande beplanting achter de masten het visuele verloop van het tracé milderen omdat de zichtlijn worden geleid naar de bosmassa en niet naar de kop van de mast.

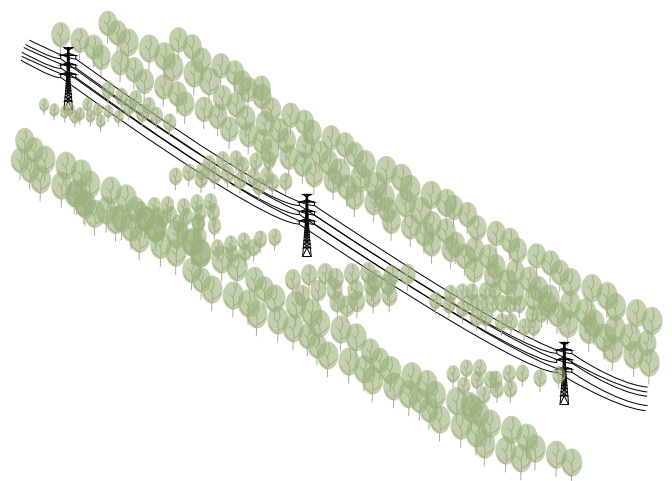


- Rechte corridors in het bos vermijden

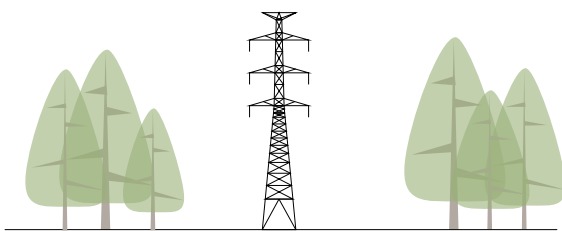
+ De lijn omheen het bos



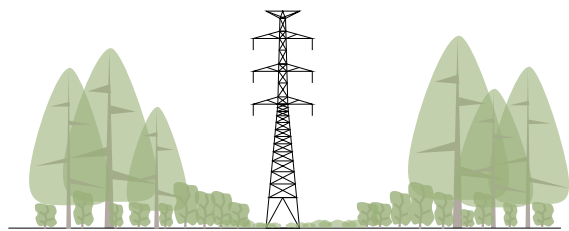
- Rechte corridors in het bos vermijden



+ Aanplanting van lagere beplanting in de corridor van het tracé



- Rechte corridors in het bos vermijden



+ Aanplanting van lagere beplanting in de corridor van het tracé

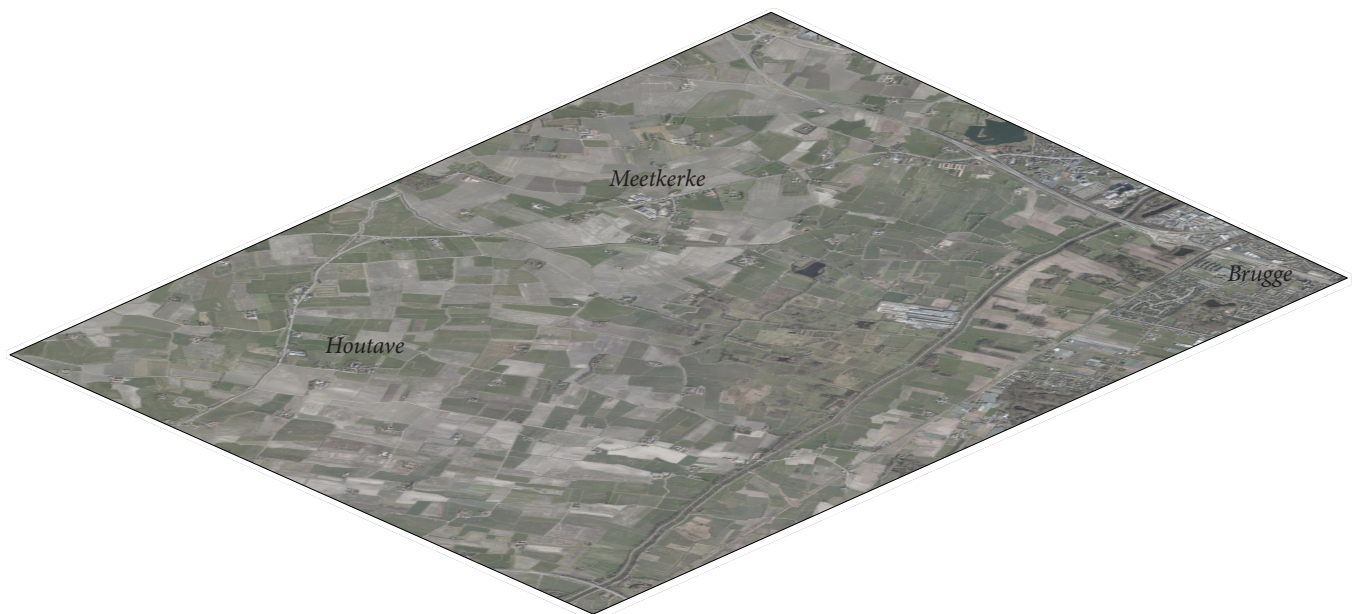
4. Lijnniveau

4.1. Methodiek landschappelijke analyse - Lokale benadering

4.1.1. Inleiding

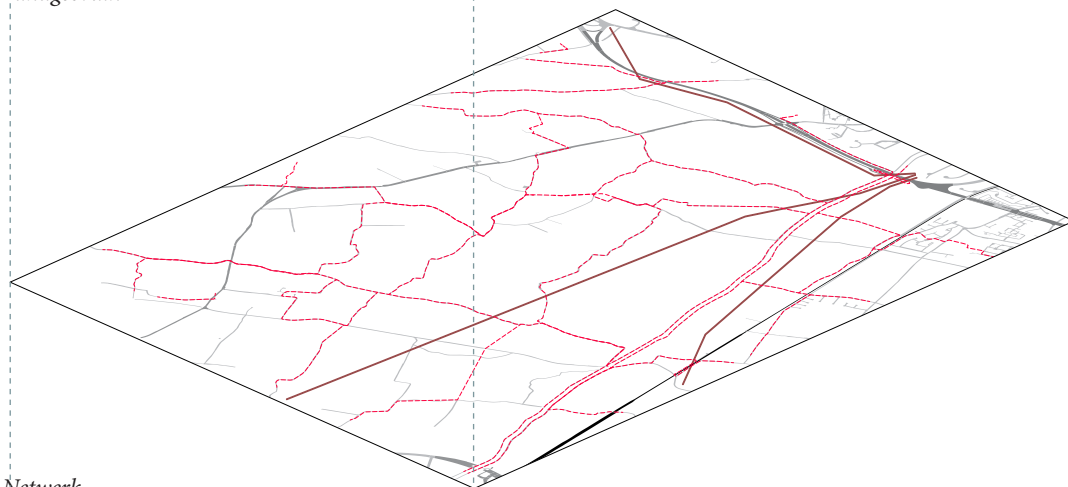
Om een gestructureerd landschapsvisie te kunnen formuleren is het van belang om de unieke patronen en structuren van het landschap op de lokale schaal te herkennen, te benoemen, te verklaren en in kaart te brengen. Hierbij is een grondige analyse per lokaal landschap noodzakelijk. Ter illustratie wordt hierbij de methodiek voor de landschapsanalyse toegelicht en toegepast op het landschap van de Meetkerkse Moeren het poldergebied rondom Houtave en de overgang naar zandstreek. In een latere fase wordt deze methodiek toegepast op de verschillende lokale landschappen waar het hoogspanningstracé doorheen snijdt.

Het landschap op de lokale schaal kan worden beschouwd als een samenhangend systeem dat opgebouwd is uit verschillende lagen. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de **geomorfologie** (bodem, waterstructuren, kavelpatronen), de **netwerken** (kanalen, wegen, spoorwegen, dijken, recreatieve routes, hoogspanningstracés) en het **landgebruik** (steden, dorpen, hoeves, beplantingen). Elke laag wordt gekenmerkt door een interne ruimtelijke logica en eigen landschappelijke verschijningsvorm.

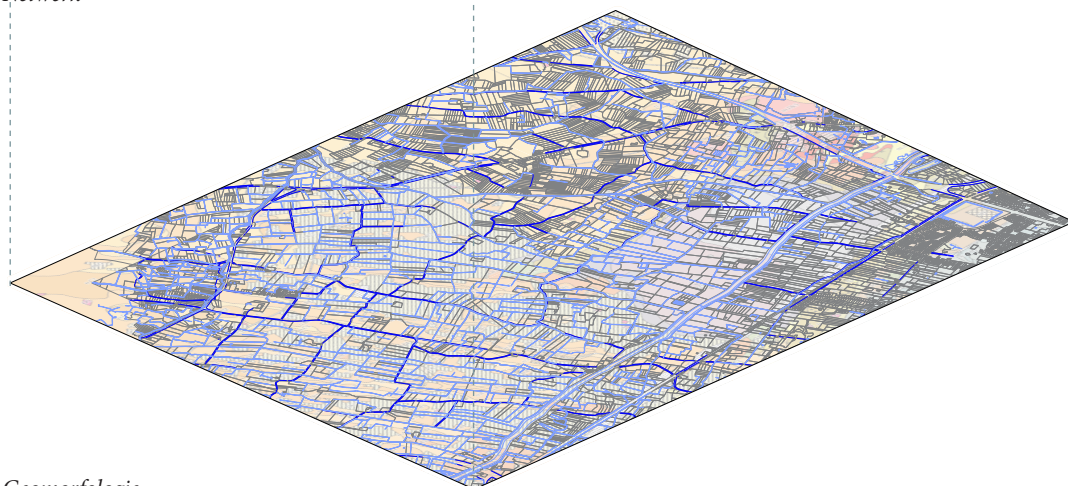




Landgebruik



Netwerk



Geomorfologie

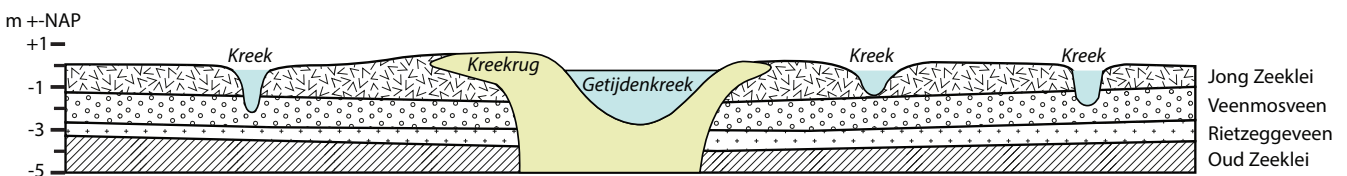
4.1.2. Historiek

Het poldergebied rond Houthave is een oudlandpolder die gekenmerkt wordt door een microrelief van kleine hogergelegen kreekkruggen en lagergelegen poelgronden. De meeste wegen lopen op de hoger gelegen kreekkruggen. De Meetkerkse moeren vormt een vroegere droogmakerij en waar tijdens de middeleeuwen veen werd ontgonnen. De lange smalle repelpercelen getuigen nog van de grootschaligheid en de systematiek van de middeleeuwse veenontginning. Dit karakteristieke perceelspatroon wordt geaccentueerd door perceelsrandbegroeiing zoals hagen, knotbomen en houtkanten. Tussen de percelen lopen talrijke grachtjes en sloten en ontwateringslaantjes waar rietvegetatie in voorkomt.

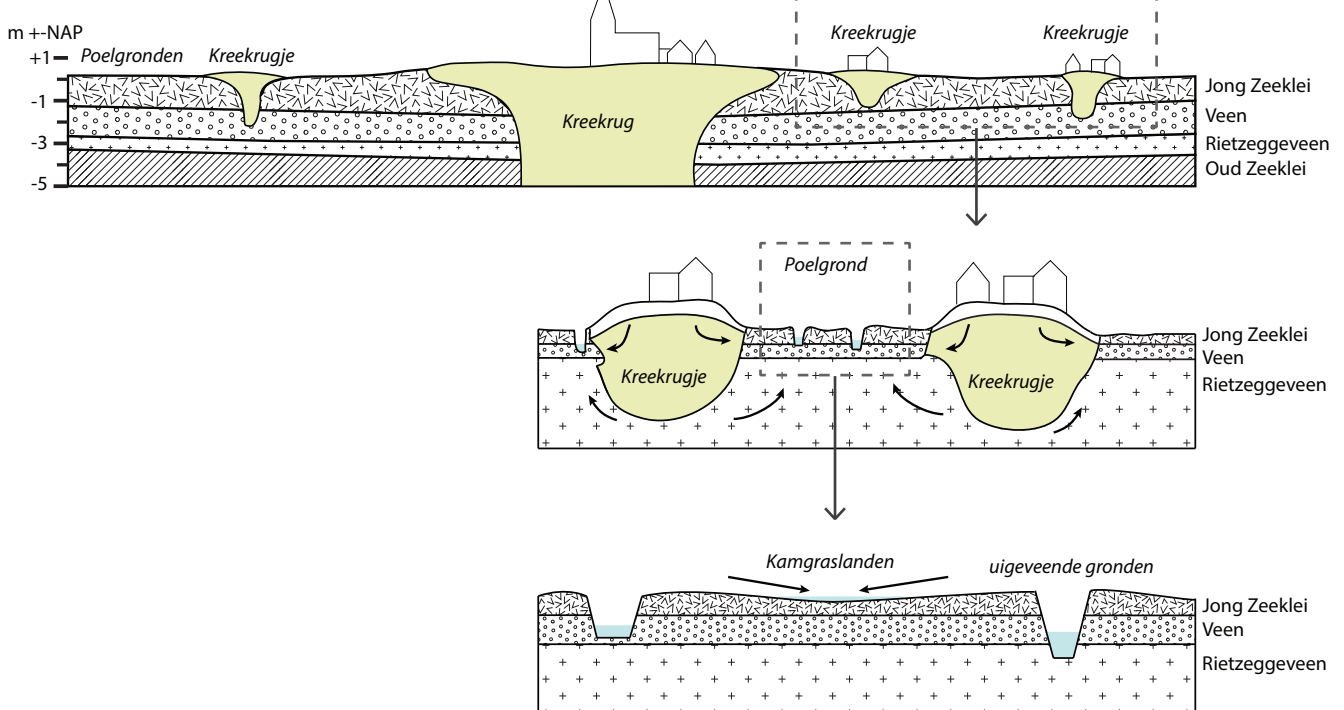
A. Transformatie van veenstroom in getijdenkreek (vanaf 3e eeuw)

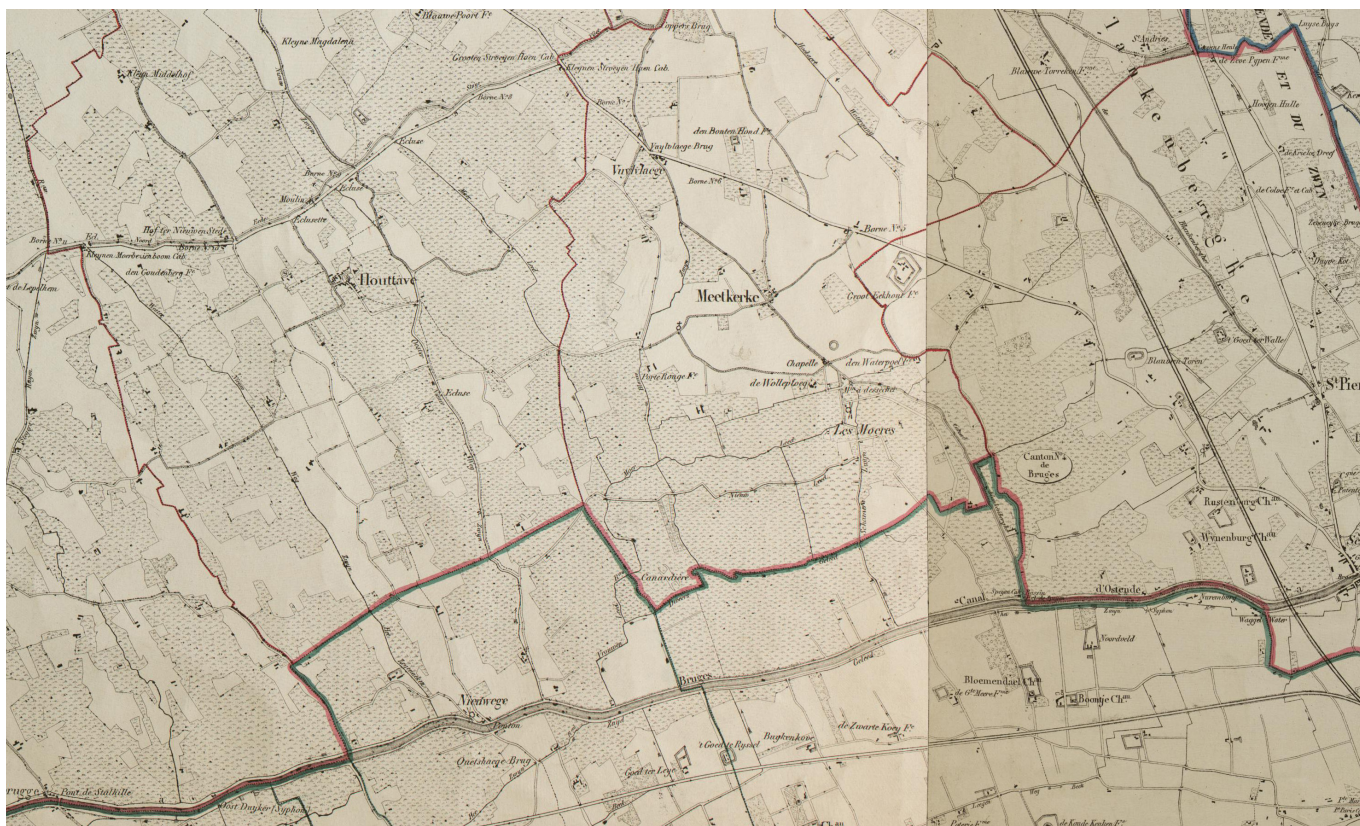


B. Hernieuwde activiteit van de zee (9e-10e eeuw)



C. Toename bevolking; tweede ontginning (10e-11e eeuw)





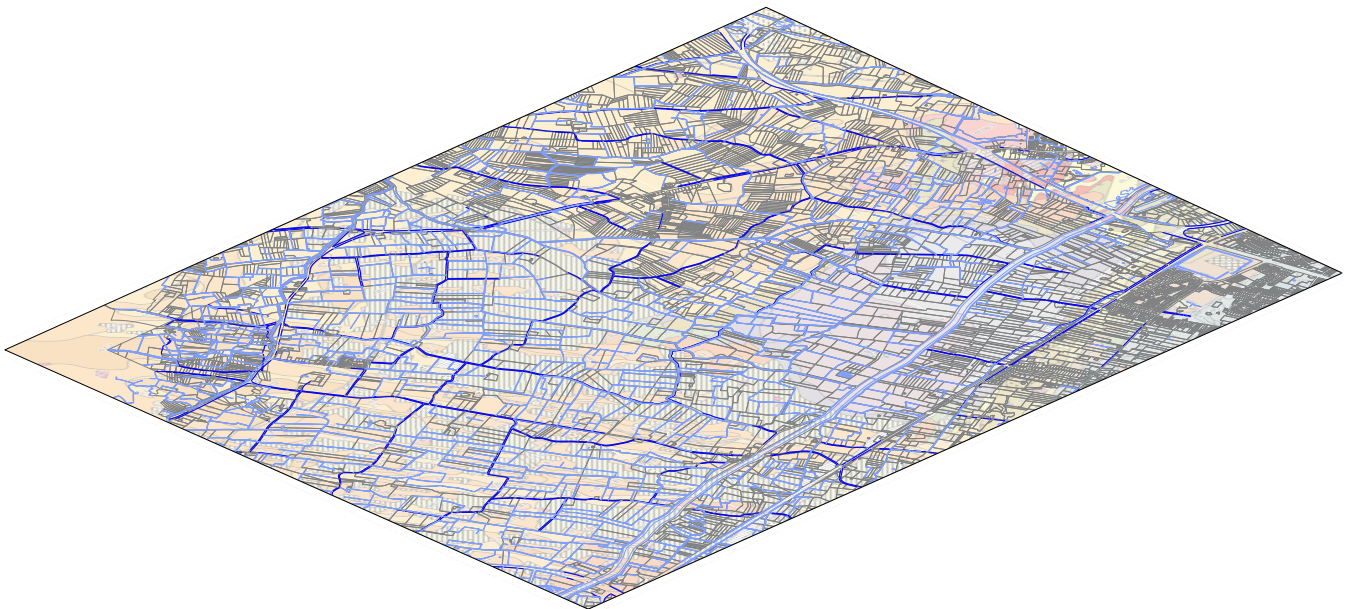
Vandermaelen kaarten (1846-1854) (geopunt.be)

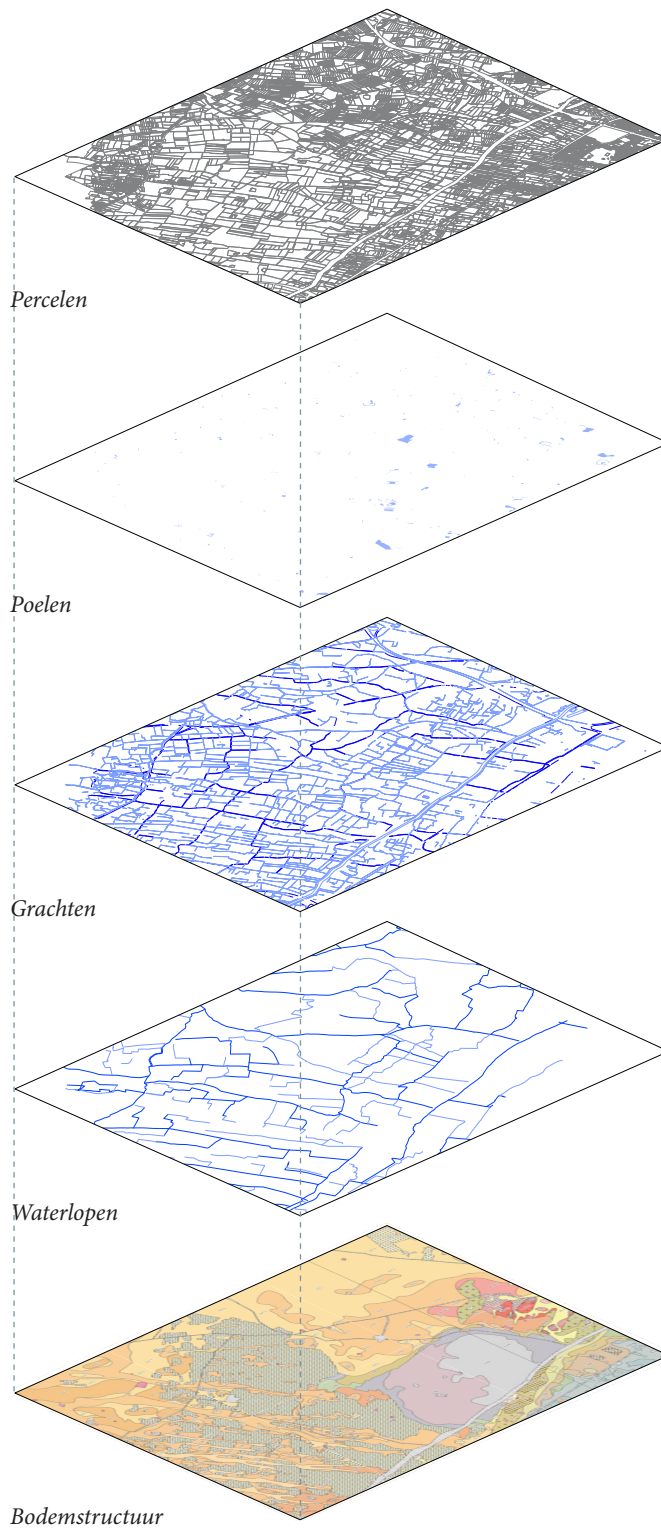


Ferraris kaarten (1771-1778) (geopunt.be)

4.1.3. Geomorfologie

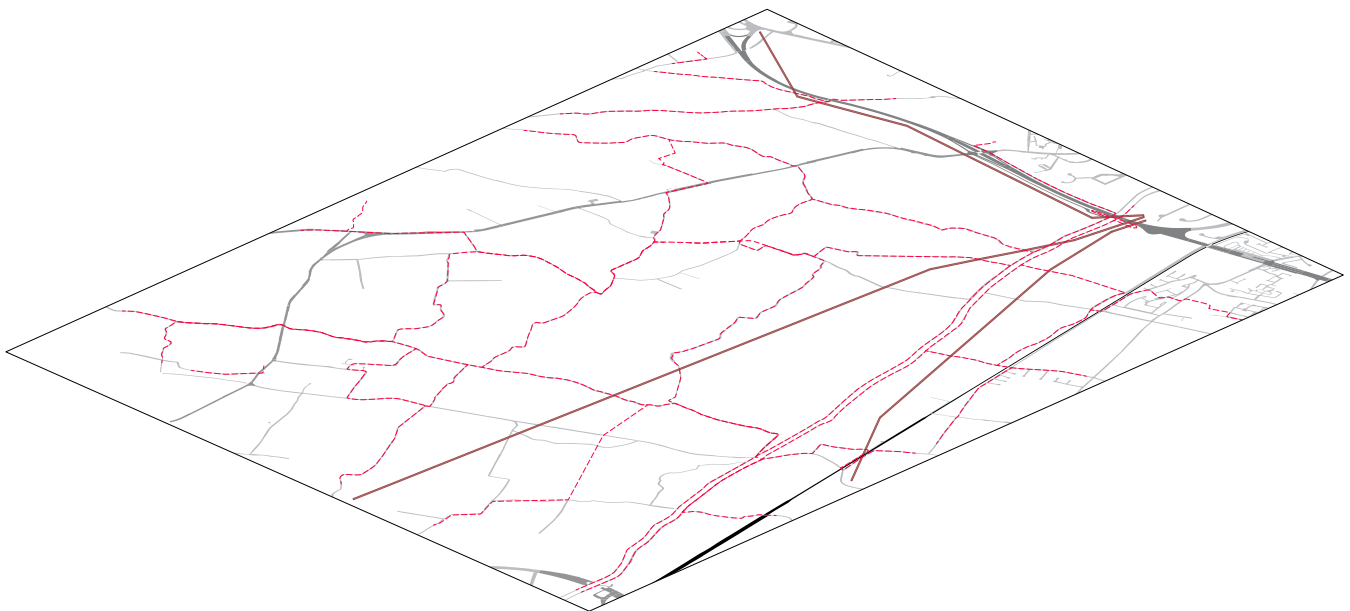
In de geomorfologische laag wordt het reliëf, de bodem, het watersysteem en de kavelstructuren in kaart gebracht. Het reliëf en de bodemstructuur zijn structurerend geweest voor het watersysteem (waterlopen, grachten, poelen) en ontginningpatroon en hebben geleid tot specifieke landschappelijke structuren en beplantingstypes (perceelbegroeiingen, knotwilgen, rietkragen,...).

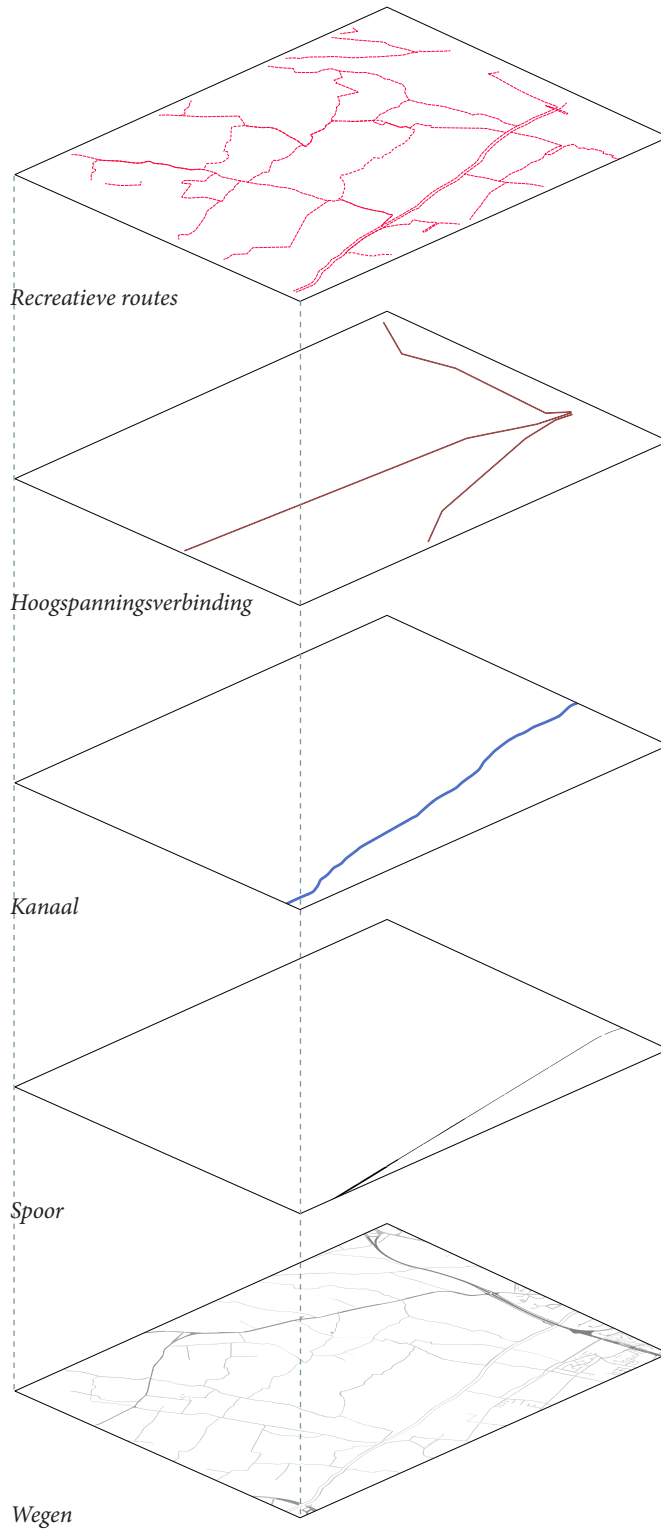




4.1.4. Netwerken

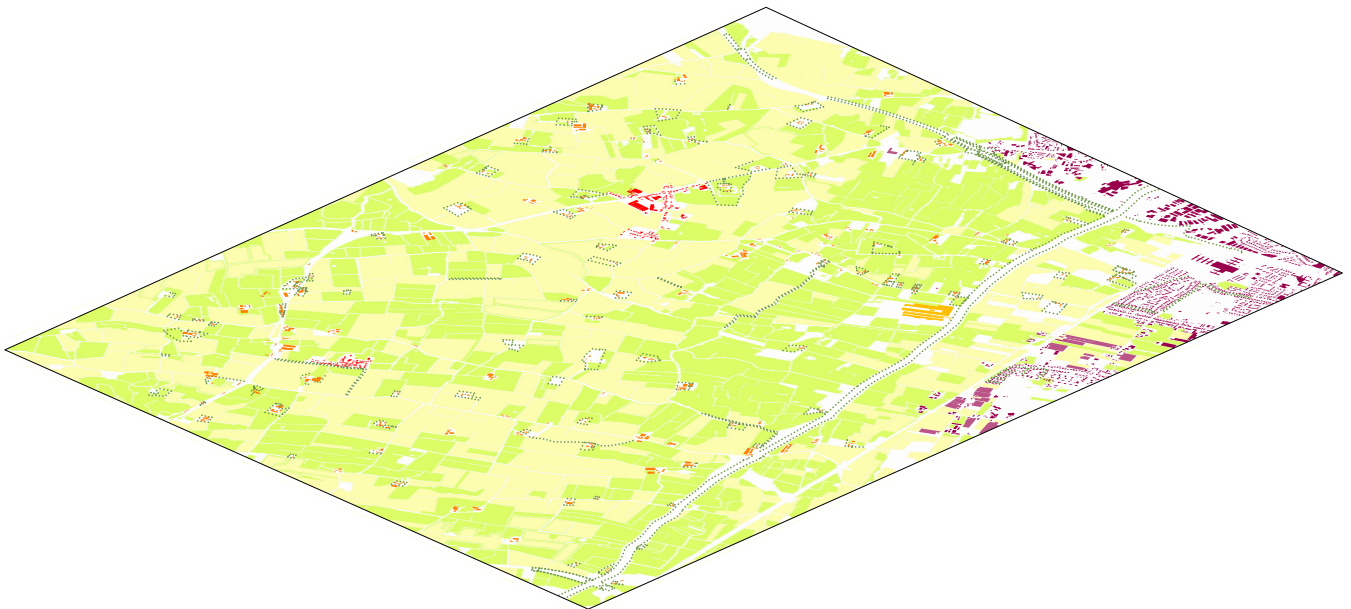
In de netwerklaag worden de infrastructurele ingrepen in het landschap in kaart gebracht. Deze netwerken zijn aangelegd voor een welbepaalde functie zoals verplaatsing (wegen, kanalen, sporen, recreatieve routes) en bescherming (dijken) en hebben geleid tot specifieke landschappelijke structuren en beplantingstypes (dijkbeplanting, windhagen,...).

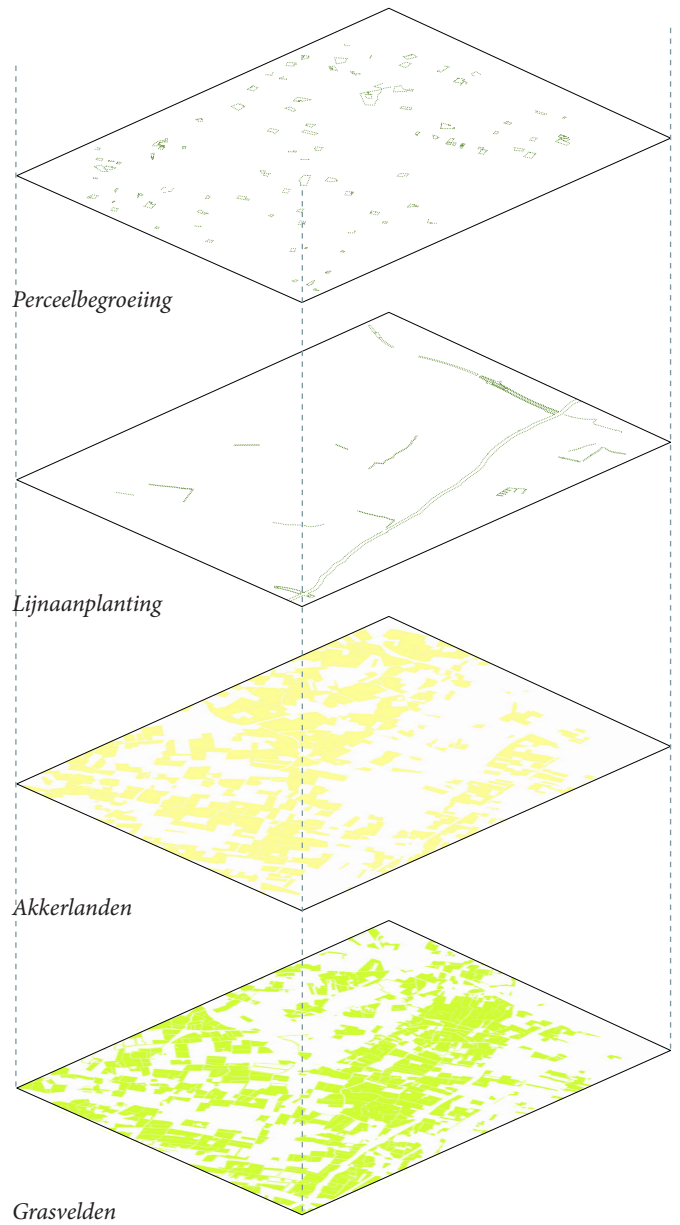




4.1.5. Landgebruik

In de landgebruikslaag wordt de ontginning van het landschap onderzocht. Het landgebruik omvat zowel bodemgebruik (graslanden, akkerlanden) als de bebouwingvormen (dorpen, hoeves, ...) met bijhorende beplantingstypes (erfplanting, ...).

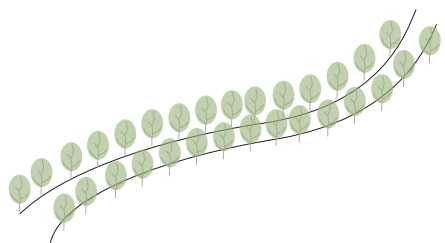




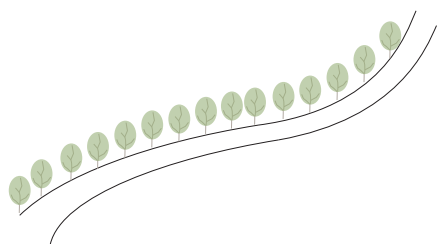
4.2. Landschappelijke karakteristieken - Lokale benadering

Bovenstaande landschapsanalyse maakt gebiedsspecifieke structuren, patronen en beplantingstypes per landschapstype inzichtelijk en resulteert in landschappelijke bouwstenen die exemplarisch zijn per landschap. Deze landschappelijke bouwstenen vormen de input vanuit de landschappelijke benadering voor het ontwerpend onderzoek op planniveau dat in het kader van de uitwerking van het detailtracé RUP wordt aangevat.

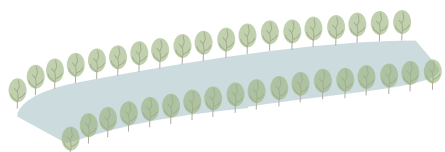
Via ontwerpend onderzoek worden de verschillende landschappelijke bouwstenen vanuit de verschillende benaderingen (regionaal, lokaal en visueel) in één alomvattend landschapsplan geïntegreerd waarbij per deelgebied een afweging wordt gemaakt welke landschappelijke bouwstenen op welke locatie worden toegepast.



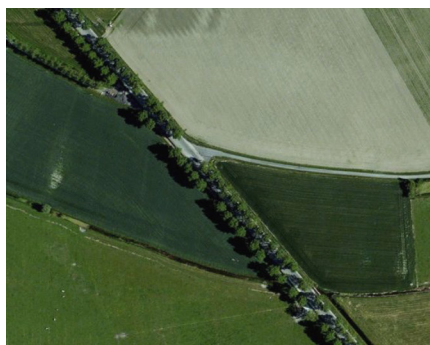
Dubbele rij bomen langsheen een hoofdweg

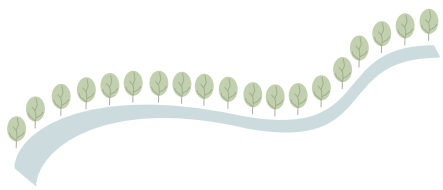


Enkel rij bomen langsheen een lokale weg

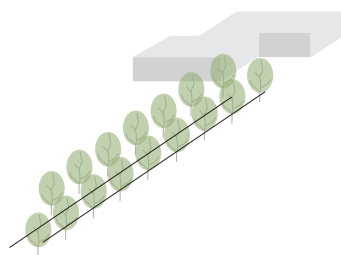


Dubbele rij bomen langsheen een kanaal

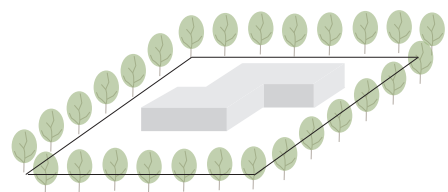
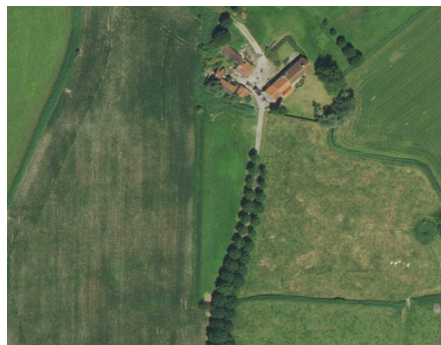




Enkel rij bomen langs een waterloop



Dubbele rij bomen langs oprijlaan



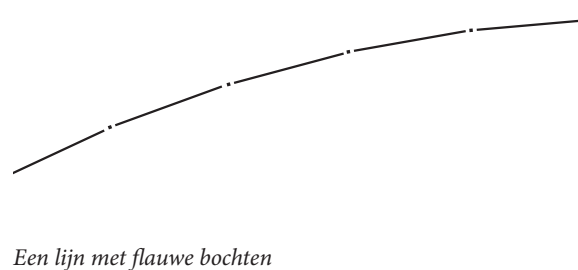
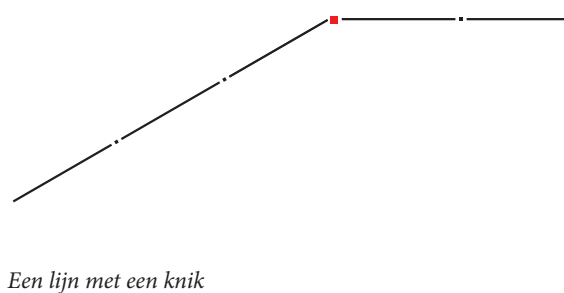
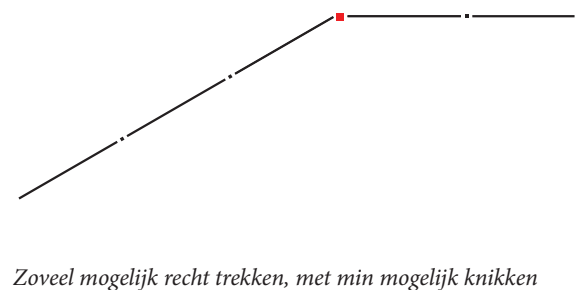
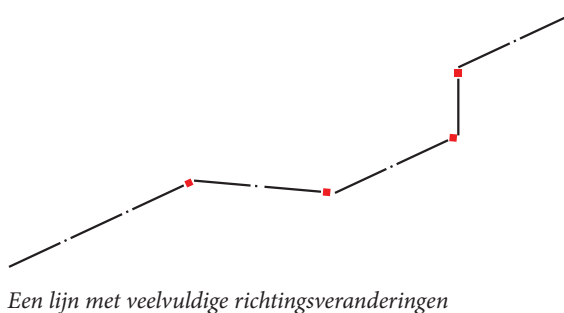
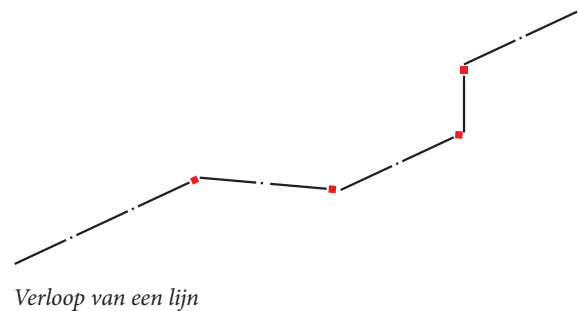
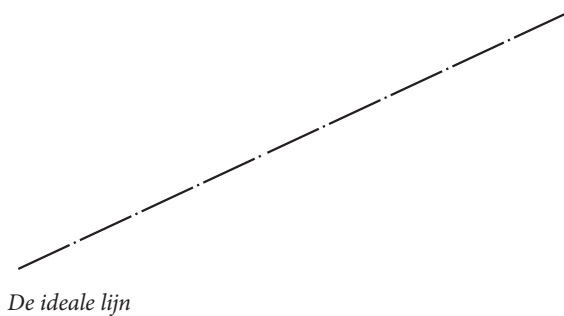
Bomen rondom hoeves

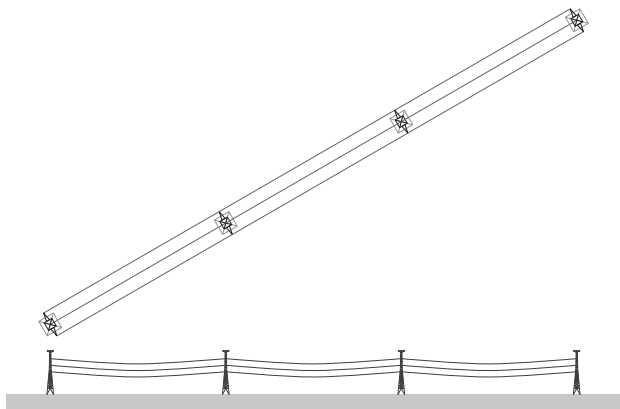


4.3. Ontwerpprincipes op lijnniveau

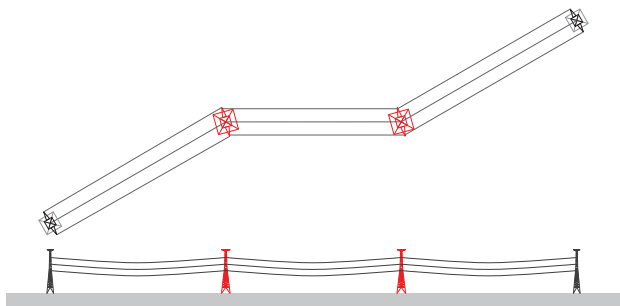
4.3.1. Verloop van de lijn

De ideale lijn is een rechte lijn, de kortste verbinding tussen twee punten. Door de specifieke karakteristieken van het landschap zal het verloop van de lijn echter nooit recht zijn en zullen knikken in de lijn noodzakelijk zijn. Het gevolg van veelvuldige richtingsveranderingen is een onoverzichtelijk lijnverloop en wordt als visueel storend ervaren. Een belangrijk aandachtspunt bij het bepalen van de richting van de lijn is om deze zoveel mogelijk recht te trekken en zo min mogelijk knikken te gebruiken. Het nadeel bij het hanteren van knikken is dat er zwaardere hoekmasten moet worden voorzien. In functie van de landschappelijke inpassing is het interessanter om met flauwe bochten te werken in plaats van met knikken omdat hierbij geen afwijkende hoekmasten noodzakelijk zijn.

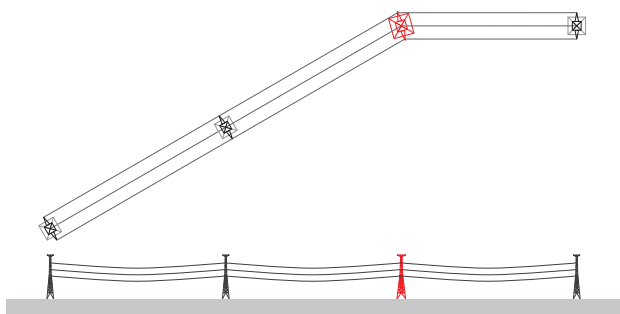




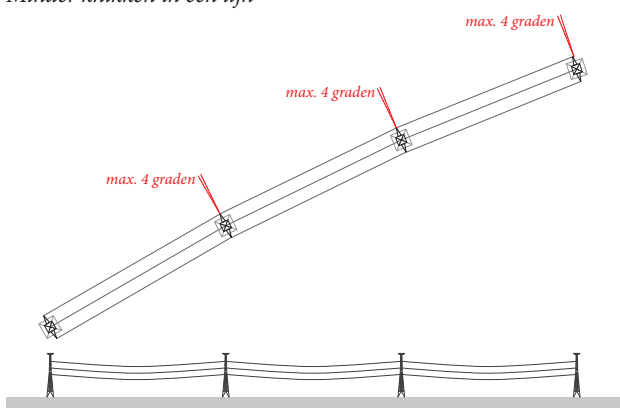
De ideale lijn is een rechte lijn



Veelvuldige richtingsveranderingen



Minder knikken in een lijn

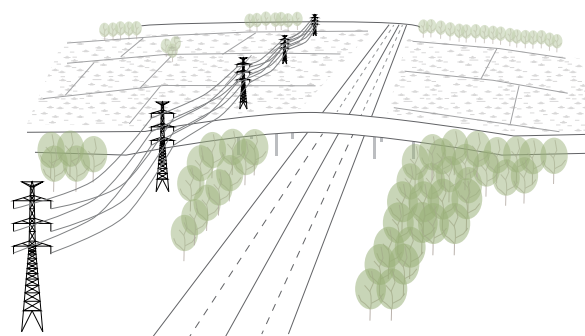
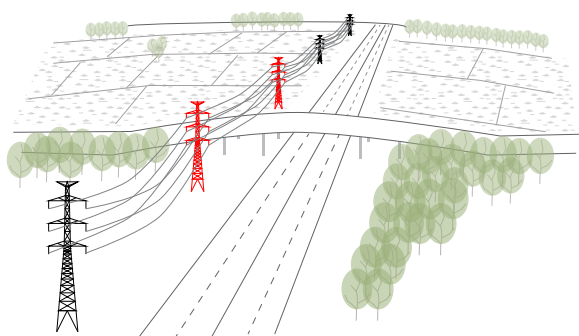


Lijn in een flauwe bocht



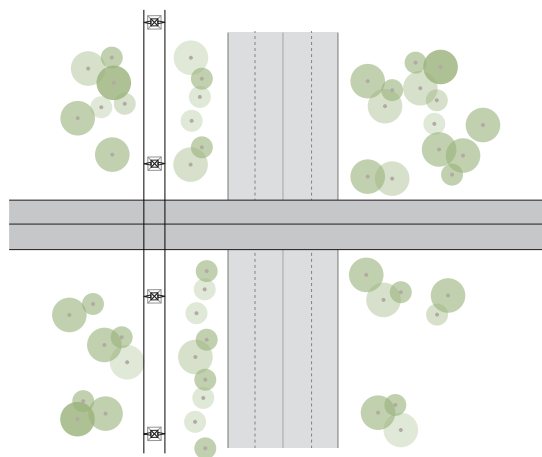
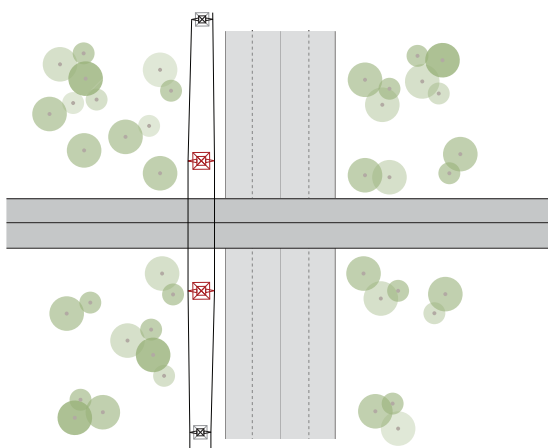
4.3.2. Parallel aan grote infrastructuur

Het meest voorkomende obstakel langs een lijninfrastructuur zijn kruisende infrastructuur, zoals bruggen over kanalen of spoorwegen en andere hoogspanningslijnen. Er zijn twee mogelijkheden om te voorkomen dat er afwijkingen in de lijn, zoals hogere en bredere masten, nodig zijn om deze kruisende infrastructuur te overbruggen. Als eerste mogelijkheid kan het tracé op een grotere afstand van de bestaande infrastructuur worden ingeplant waardoor de continuïteit van de lijn kan worden behouden. Als tweede mogelijkheid kan het tracé zodanig worden ingeplant dat de masten in de directe nabijheid van de kruisende infrastructuur worden geplaatst waardoor er voldoende hoogte zal zijn tussen de lijn en de kruisende infrastructuur.



- Bij kruisende infrastructuur zijn hogere en bredere masten nodig

+ Tracé op grotere afstand van infrastructuur inlanten

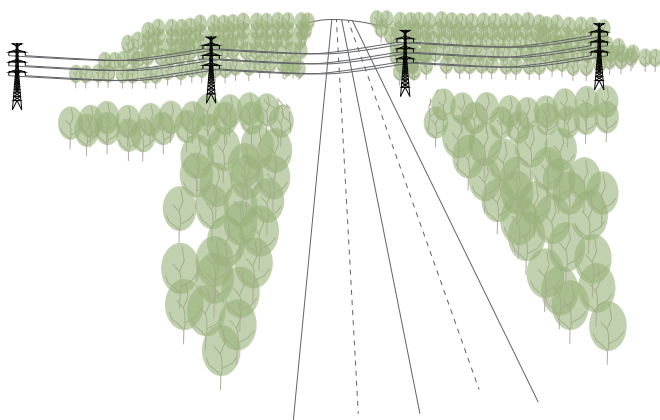


- Bij kruisende infrastructuur zijn hogere en bredere masten nodig

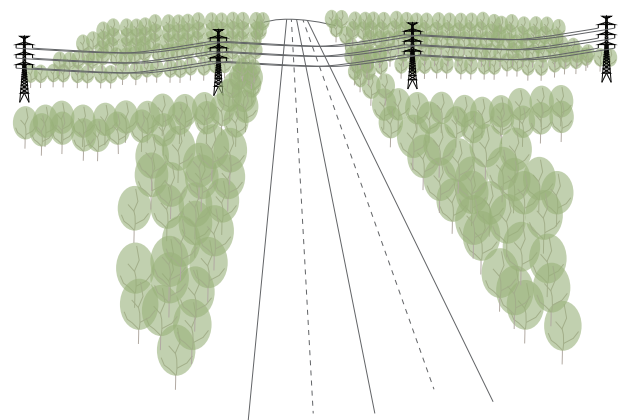
+ Tracé op grotere afstand van infrastructuur inlanten

4.3.3. Dwars op grote infrastructuur

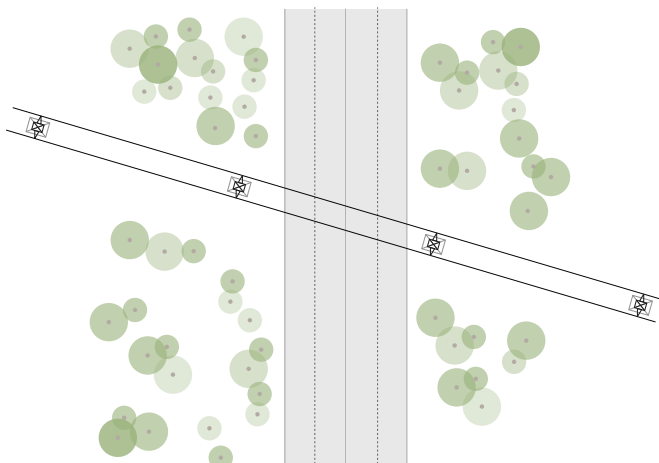
Indien het tracé een lijninfrastructuur dwars kruist is het aangewezen om de kruising loodrecht op de lengterichting van de infrastructuur te voorzien en de masten op gelijke afstand ten opzichte van het midden van de as te voorzien. Hierdoor zullen de lijnen die de infrastructuur kruisen visueel minder aanwezig zijn. Opgaande beplanting langsheen de snelweg of het kanaal kan de visuele impact van de masten sterk verminderen. Bij het kruisen van een spoorweg is het aangewezen om de masten zo dicht mogelijk bij het spoor in te planten in functie van de doorgangshoogte.



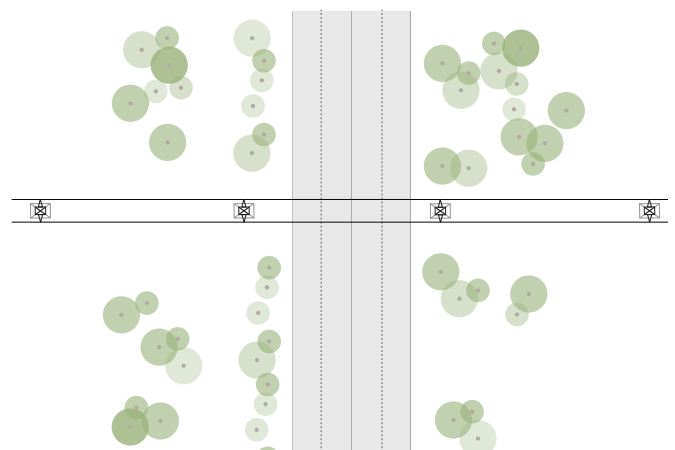
- Masten zijn zichtbaar vanuit de snelweg



+ Opgaande beplanting langsheen de snelweg



- Diagonal op de lengterichting van de infrastructuur



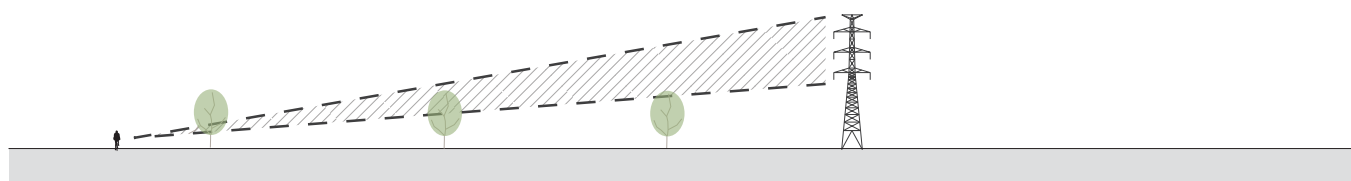
+ Loodrecht op de lengterichting van de infrastructuur

4.4. Verhullen op lijnniveau

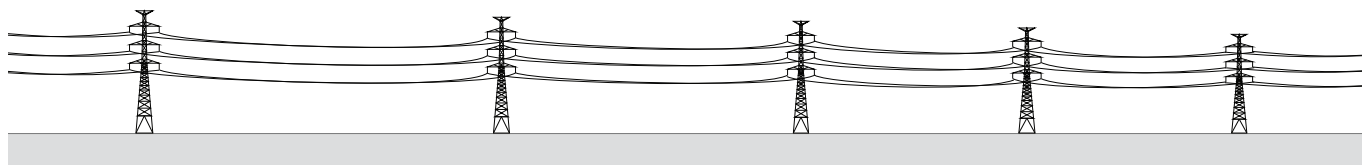
4.4.1. Visuele aspecten op een afstand tussen 350 en 700 meter

Bij een visuele benadering op middelgrote afstand dient eveneens de kop van de mast vanuit de beleving van de waarnemer te worden gecamoufleerd. Dit betekent dat de afstand tussen de beplanting en de waarnemer zodanig is dat het bovenste gedeelte van de mast niet zichtbaar is vanop ooghoogte.

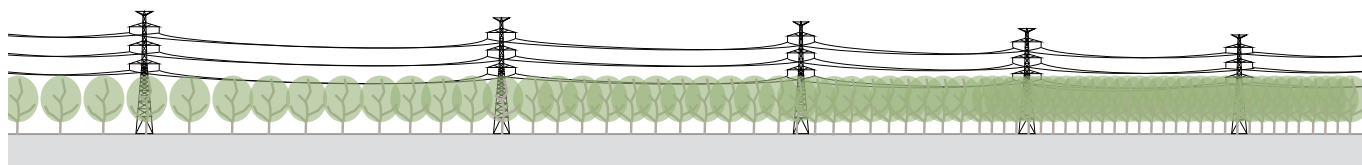
Bij het inplanten van bomen op grotere afstanden is het van belang dat het op een grotere schaal gebeurt en met voorkeur langs wegen, waterlopen en perceelgrenzen. Afhankelijk van de afstand moet er overwogen worden waar de bomen het best aangeplant worden om de zichtlijn vanaf ooghoogte op de kop van de mast te breken.



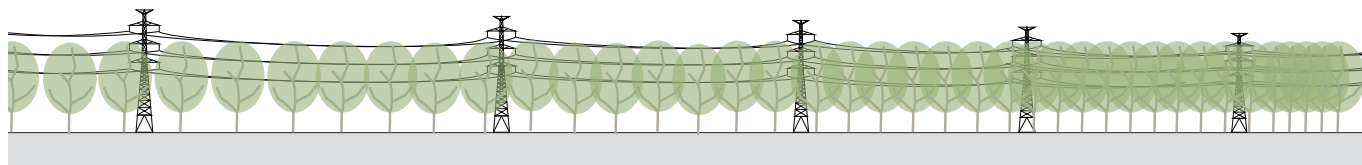
Aanplanting van bomen op verschillende afstanden



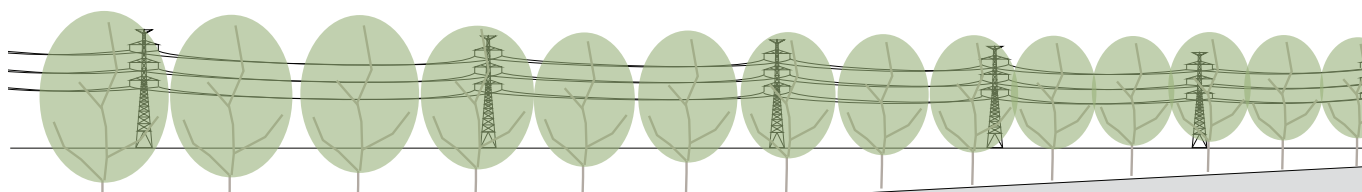
- Zonder aanplanting van bomen is het tracé volledig zichtbaar.



- De afstand tussen boom en waarnemer is te groot, waardoor de kop van de masten zichtbaar zijn.



+ De afstand is zodanig groot dat het tracé bijna volledig is gecamoufleerd, de kop van de masten zijn deels zichtbaar.



+ Bomen aanplanten op de juiste afstand en het tracé is volledig gecamoufleerd.

4.4.2. Visuele aspecten in een gefragmenteerd landschap

De masten van een hoogspanningsverbinding zijn opvallende elementen in de visuele beleving van een landschap. Het aanplanten van bomen enkel en alleen rondom de masten heeft een beperkt milderend effect op de beleving aangezien het ritme van het tracé visueel waarneembaar blijft. In een ruimtelijk gefragmenteerd landschap wordt bij voorkeur boomgroepen in een onregelmatige patroon aangeplant zodat het ritme van de masten wordt gebroken.



- Zonder aanplanting van bomen is het tracé volledig zichtbaar.



- Bomen aanplanten enkel rondom de masten heeft weinig zin



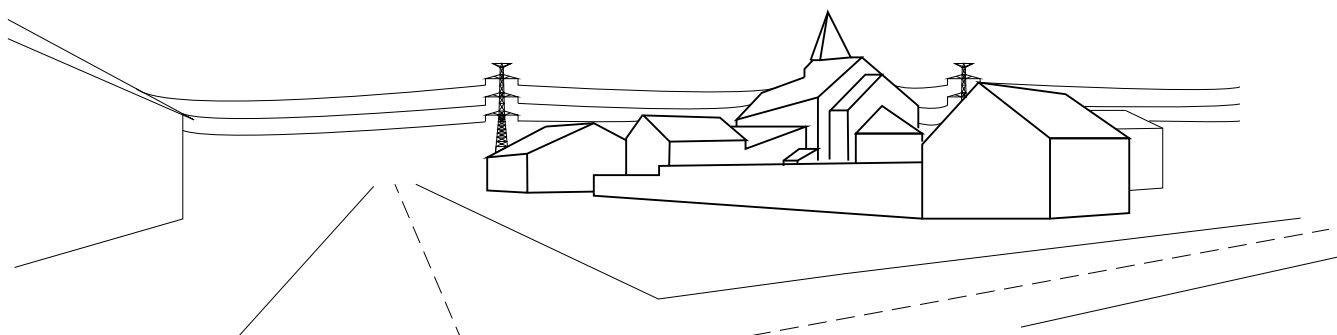
+ Het aanplanten van onregelmatige boomgroepen



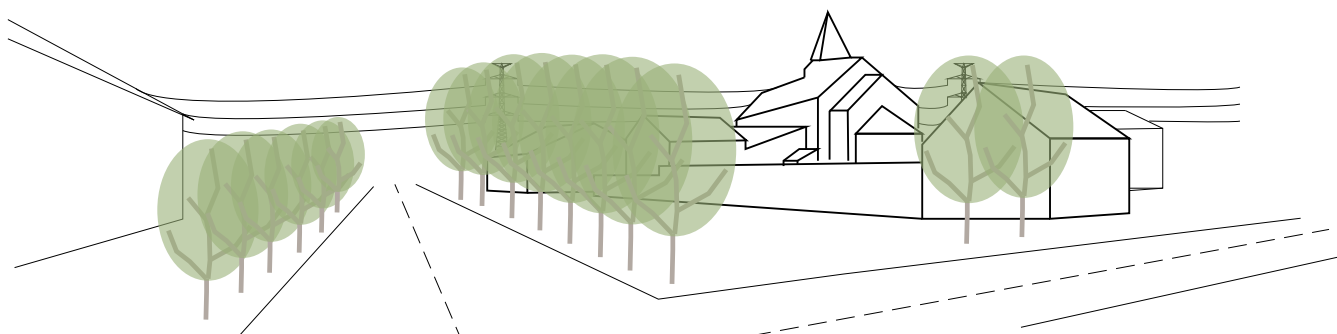
+ Bomen aanplanten langsheen het gehele tracé

4.4.3. Visuele aspecten vanuit stads- en dorpsgezichten

Indien een hoogspanningsverbinding zichtbaar is vanaf een stads- of dorpsgezicht wordt dit als storende horizonvervuiling ervaren. Het gericht aanplanten van bosgroepen op welgekozen locaties kan de visuele verstoring sterk verminderen.



- Masten zijn zichtbaar



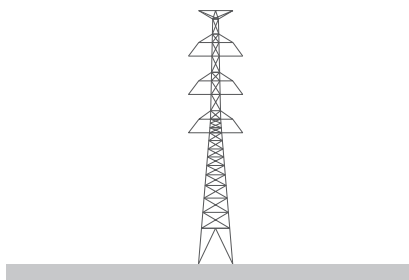
+ Bomen aanplanten op welgekozen locaties

5. Objectniveau

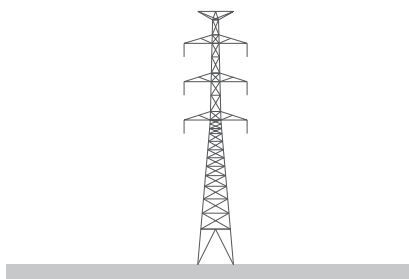
5.1. Ontwerpprincipes op objectniveau

5.1.1. Type masten

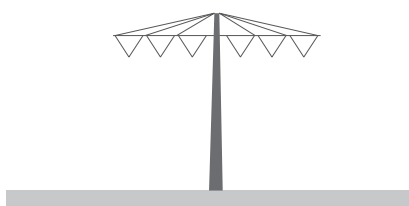
Voor een hoogspanningsverbinding zijn er verschillende soorten standaardmasten die kunnen worden ingezet. De constructiewijze kan worden ingedeeld in twee classificaties: de vakwerkmast en de buis- of kokermast. Binnen deze twee classificaties zijn er meerdere mastmodellen die wereldwijd gebruikt worden. Het uiteindelijke mastontwerp is afhankelijk van de geldende lokale normen en ruimtelijke en technische karakteristieken (bv. spanningsniveau, transportcapaciteit,...). In België zijn vooral vakwerkmasten geïnstalleerd.



Compact mast, België

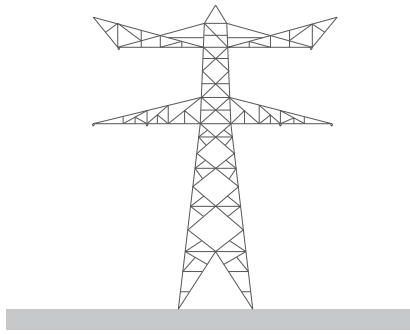


Dubbelvlagmast, België

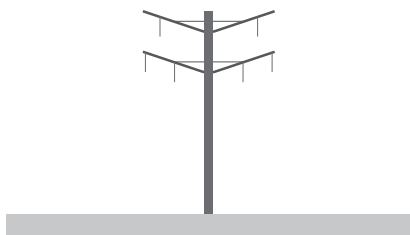


Compactline, Duitsland

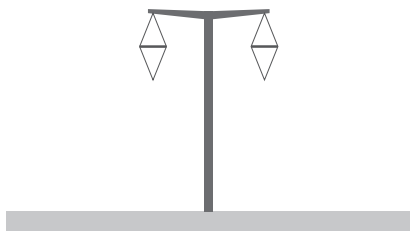




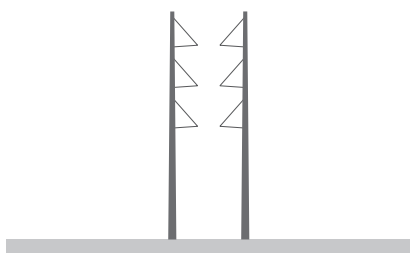
Donaumast, Duitsland



Eagle Tower, Denemarken



T-Pylon, Groot Brittannië



Wintrack, Nederland

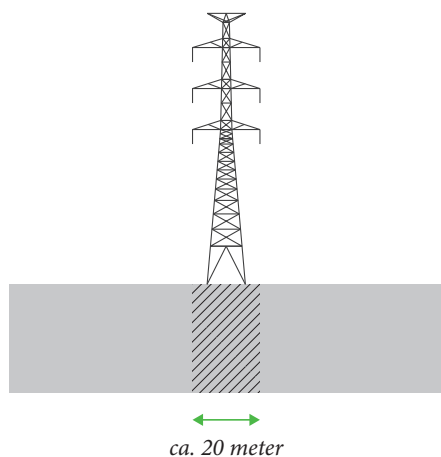


5.1.2. Masthoogtes en veldlengtes

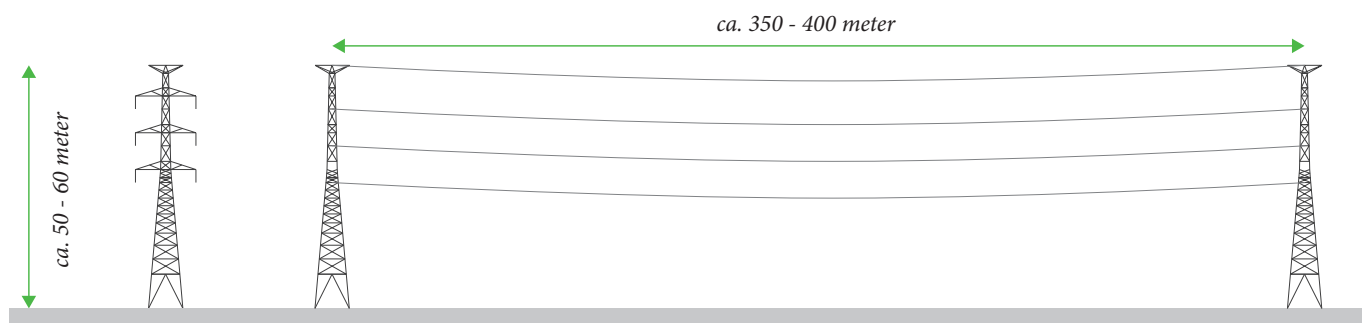
Er moet een bepaalde afstand tussen de geleiders/kabels en het maaiveld aangehouden worden. Aangezien de kabels doorhangen tussen twee masten, zal de afstand tussen de masten bepalen hoe hoog de masten moeten zijn om die afstand tot de grond te kunnen aanhouden. De gemiddelde veldlengte voor een 380kV verbinding is ongeveer 350-400 meter en de gemiddelde masthoogte is ongeveer 50-60 meter.

5.1.3. Corridors

Langs een hoogspanningsverbinding bestaat een corridor waarin beperkingen gelden. Afhankelijk van het gekozen masttype zullen de masten een welbepaalde corridorbreedte hebben. In deze corridorbreedte is bebouwing en begroeiing aan strenge regels gebonden.



Corridor van een dubbelvlagmast



Masthoogte en veldlengte van een dubbelvlagmast

5.1.4. Hoogspanningsstations

Een hoogspanningsnet bestaat in hoofdzaak uit twee onderdelen: verbindingen en stations. Een hoogspanningsstation is een knooppunt in het hoogspanningsnet waar de elektriciteit verdeeld wordt over verschillende verbindingen en waar getransformeerd kan worden tussen verschillende spanningsniveaus. De schaal, functie en locatie van de hoogspanningsstations is afhankelijk van het ontworpen tracé. Bij de inplanting van een hoogspanningsstation, zij het in een woonwijk, in een industrieel gebied of in het open landschap, is het van belang om deze ruimtelijk te integreren met zijn omgeving en om aan de architectonische vormgeving van het station aandacht te geven.



Electricity substation, Amersfoort, Nederland - UNStudio



Petrol Antwerpen, België - noArchitecten



WOS 8, Utrecht, Nederland - NL Architects

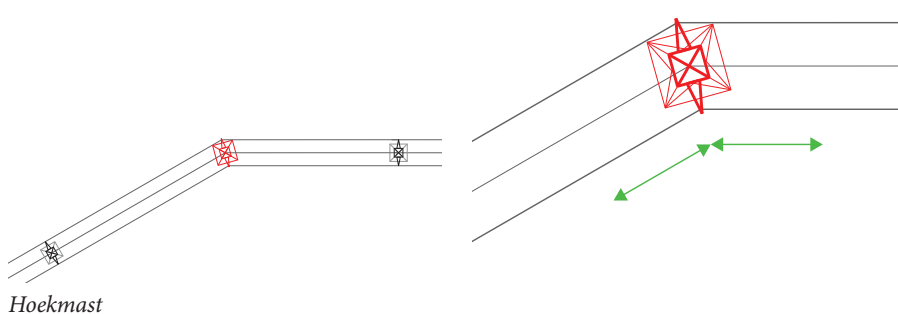
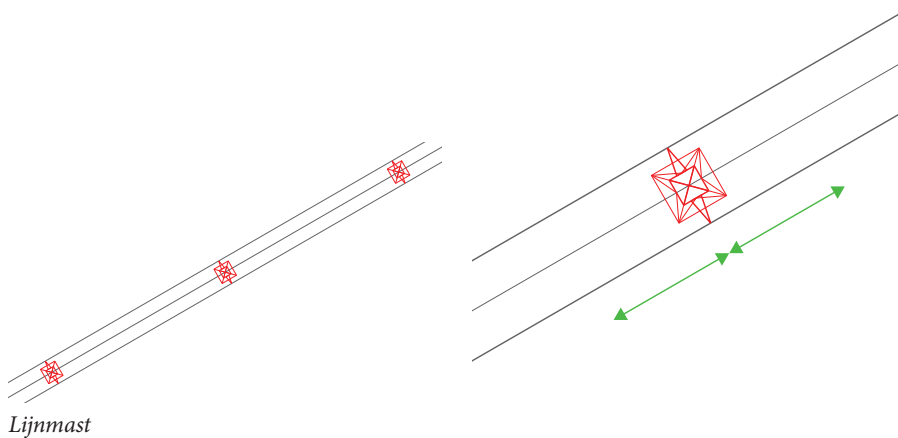


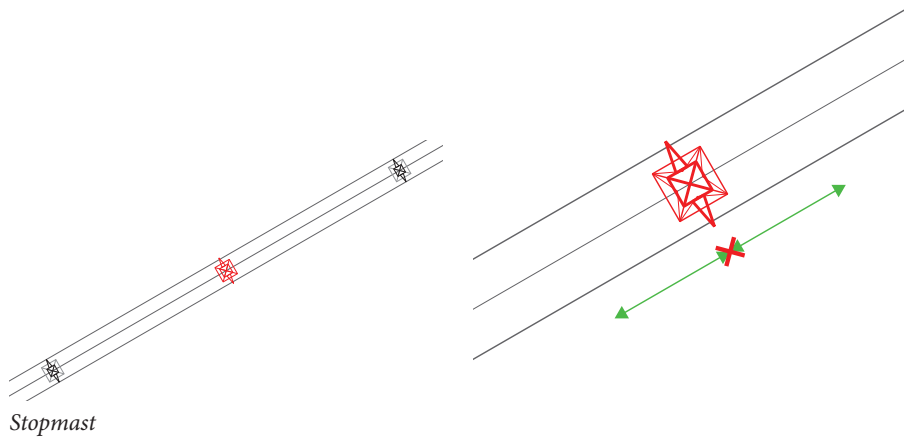
Station Stevin, Zeebrugge, België - archiles architecten

5.1.5. Mastfuncties

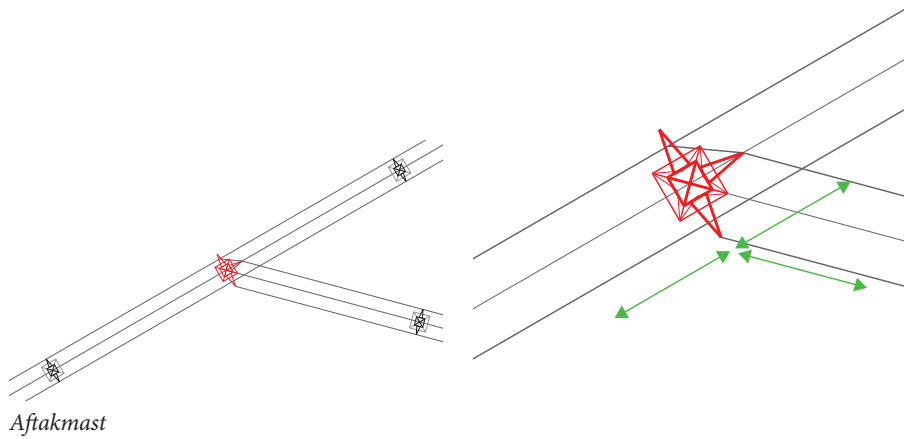
Bij een hoogspanningsverbinding hebben de masten verschillende functies. Afhankelijk van de functie hebben de masten een afwijkende constructie, vaak bestaande uit een zwaardere structuur. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen vijf verschillende functies:

- **Lijnmast** – De lijnmast is de standaardmast in een hoogspanningsverbinding. Ze staan in een rechte rij op een bepaalde afstand van elkaar en dragen of ondersteunen de lijn.
- **Hoekmast** – De hoekmast wordt ingezet wanneer de lijn een bocht moeten maken. De lijnmast zelf voldoet niet wegens te sterke torsiekrachten. De hoekmast is een zwaarder gebouwde mast die zijdelingse krachten/momenten moet kunnen opvangen.
- **Stopmast** – De stopmast wordt ingezet bij lange rechte stukken en heeft als doel om een cascade-effect te voorkomen bij een omvallende mast.
- **Aftakmast** – De aftakmast wordt ingezet als een hoogspanningstracé een elektrisch verbonden aftakking heeft die een andere richting op gaat.
- **Eindmast** – De eindmast is een zwaarder gebouwde mast die het meest voorkomt als de laatste mast als opstijppunt bij hoogspanningsstations en ook bij de overgang van bovengrondse en ondergrondse verbinding. Deze mast kan het onevenwicht opvangen van de kabels die maar aan één zijde toekomen.

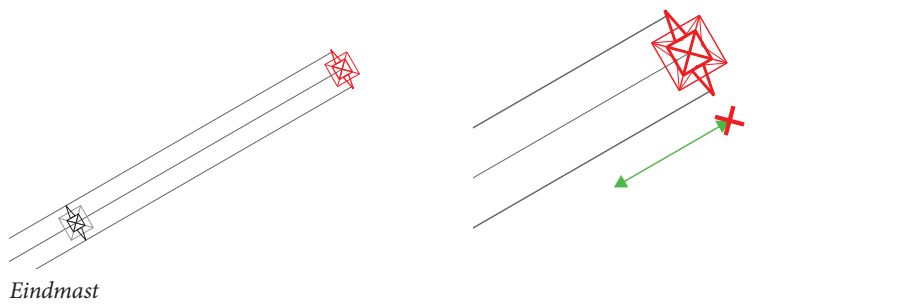
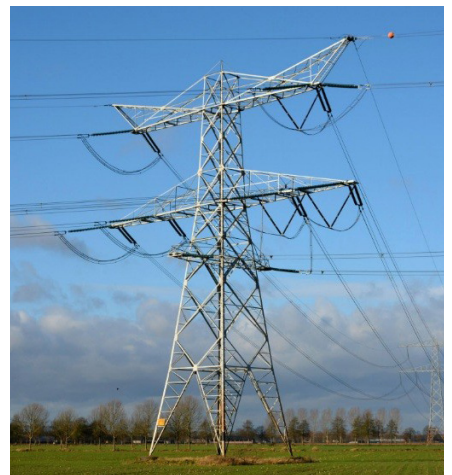




Stopmast



Aftakmast



Eindmast

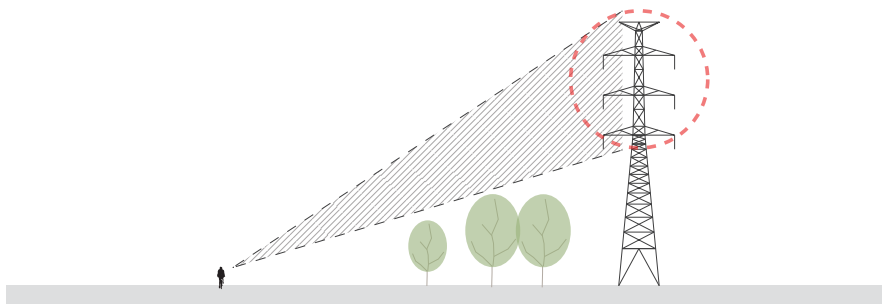


5.2. Verhullen op objectniveau

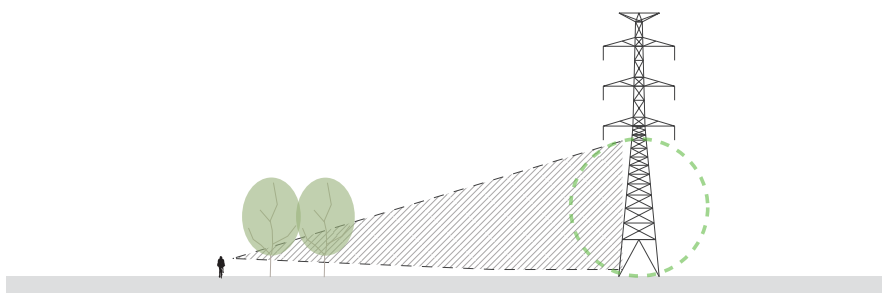
5.2.1. Visuele aspecten op een afstand tot 350 meter

Een belangrijk aspect bij de visuele benadering op korte afstand is het camoufleren van de kop van de mast. Het inplanten van bomen en kleinschalige beplanting naast de mast heeft weinig zin aangezien de beplanting nooit groot genoeg zal worden om de zichtlijn op de kop van de mast vanaf ooghoogte te breken.

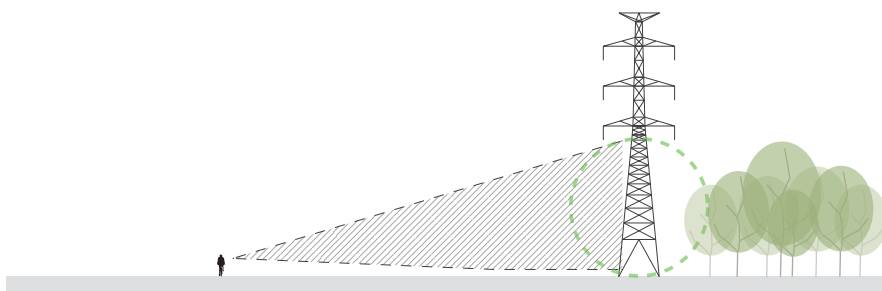
De afstand tussen de boom en de waarnemer moet zodanig klein zijn dat het bovenste gedeelte van de mast niet zichtbaar is. Een andere mogelijkheid om een mast op kortere afstand te camoufleren bestaat uit het plaatsen van bomengroepen vlak achter de mast zodat de zichtlijn vanaf ooghoogte wordt geleid naar de bomengroep en niet naar de kop van de mast.



- *Bomen en beplanting naast de mast heeft weinig zin*



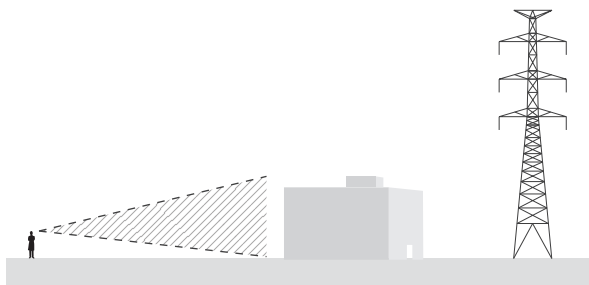
+ *De juiste afstand tussen de boom en de waarnemer*



+ *Het plaatsen van bomengroepen vlak achter de mast*

5.2.2. Visuele aspecten bij hoogspanningstations

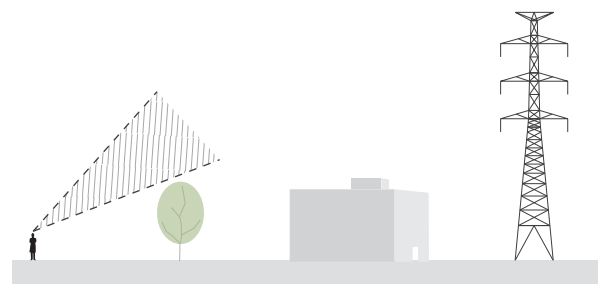
Hoogspanningsstations zijn installaties die door hun specifieke schaalgrootte en functionaliteiten moeilijk landschappelijk inpasbaar zijn. Enerzijds dient aandacht te worden besteed aan de architecturale vormgeving van het gebouw zelf waarbij de eigen wetmatigheden de architecturale verschijningsvorm bepaalt. Anderzijds dient de landschappelijke inpassing van het hoogspanningsstation gericht te zijn op het milderen van de visuele hinder vanuit de onmiddellijke omgeving.



- Station volledig zichtbaar



+ Bomen aanplanten bij de waarnemer



+ Bomen aanplanten tussen de waarnemer en het station



+ Bomengroepen aanplanten



+ Dijken/landverhoging met beplanting

6. Bibliografie

Digitale kaarten:

- www.geopunt.be
- www.download.vlaanderen.be

Referentiefoto's:

- www.hoogspanningsnet.com

Literatuur:

- De ontstaansgeschiedenis van de zeepolders, J. Ameryckx, 1959
- Het Landschap meervoudig bekeken, Marc Antrop, 1989
- Energy and environment, Gary O. Robinette, 1973
- Praktijkgericht onderzoek in de ruimtelijke planvorming, Wim Simons en Dick van Dorp, 2014
- Landschap en hoogspanningsnet – Visie en richtlijnen voor landschappelijke inpassing, Tennet, 2017
- Infrastructuur en landschap als een teken van leven, P. Vrijlandt en K. Kerkstra, 1984
- Het hoogspanningsnet als landschappelijke ontwerpogave, Jhon van Veelen, 2015
- De schoonheid van hoogspanningslijnen in het Hollandse landschap, A. M. Backer, 1985
- Electricity transmission line planning: Success factors for transmission system operators to reduce public opposition, Stefan Perras, 2014

