380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens

Deelrapport Kosten bij de Integrale effectenanalyse

Samenvatting

Vijf tracéalternatieven, inclusief enkele varianten, zijn geanalyseerd op kosten door voor elk alternatief een index te bepalen. Voor zowel het noordelijke als het zuidelijke deel, én voor het geheel, is een index toegekend. Op basis hiervan is een rangschikking opgesteld, waarbij het alternatief met een index van 1,00 telkens als het meest gunstig werd beoordeeld.

Of een variant beter scoort dan het vergelijkbaar deel van het tracéalternatief is weergegeven middels een groene pijl omhoog (dan scoort de variant gunstiger) of een rode pijl naar beneden (dan scoort de variant ongunstiger).

De kosten zijn bepaald door de hoeveelheden van de belangrijkste kostendragers te vermenigvuldigen met de bijbehorende eenheidsprijzen. De eenheidsprijzen zijn vastgesteld op basis van gegevens uit eerdere projecten of op basis van inschattingen indien deze gegevens ontbraken.
Er is gekeken naar stichtingskosten en levensduurkosten. De belangrijkste kostendragers voor de stichtingskosten zijn de kosten voor grond, bijkomende kosten, bouwkosten, en kruisingen met infrastructuur. Om de levensduurkosten te bepalen zijn onder andere netverliezen, mastvergoedingen, onderhoudskosten en amoveringskosten toegevoegd aan de stichtingskosten. De levensduurkosten zijn zowel met als zonder congestiekosten bepaald.
De belangrijkste conclusies uit dit deelrapport zijn hieronder samengevat:

- De grootste kostenposten zijn bouwkosten, bijkomende kosten en grondkosten.
- Tracéalternatief 4 heeft de laagste stichtings- en levensduurkosten en scoort dus het beste.
- Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste kosten.

Hieronder volgt een samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven, alsmede het resultaat of een variant of mitigerende variant beter of slechter scoort per onderwerp.

Tabel*1 Samenvatting van de effectbeoordeling op de stichtingskosten*

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	V2 = Variant Enumatil	V3 = Variant Kleeftocht	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Effect op stichtingskosten																		
Noord	2,81	v	v	^				2,75		^		1,54	1,00	v		1,00		
Zuid	1,70				v	^	v	1,70	^		v	1,02	1,00		v	1,47	^	^
Totaal	2,28							2,25				1,29	1,00			1,23		

^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

v Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

Tabel *2 Samenvatting van de effectbeoordeling op de levensduurkosten zonder congestiekosten*

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	V2 = Variant Enumatil	V3 = Variant Kleeftocht	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Effect op levensduurkosten zonder congestiekosten																		
Noord	1,85	v	v	^				1,81		^		1,38	1,00	v		1,00		
Zuid	1,26				v	^	v	1,25	^		v	1,01	1,00		v	1,34	^	^
Totaal	1,58							1,56				1,21	1,00			1,15		

^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

v Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

Tabel *3 Samenvatting van de effectbeoordeling op de levensduurkosten met congestiekosten*

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	Tracéalternatief 2	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Effect op op levensduurkosten met congestiekosten					
Noord	2,03	1,99	1,41	1,00	1,01
Zuid	1,38	1,38	1,03	1,00	1,35
Totaal	1,74	1,71	1,24	1,00	1,16

Inhoudsopgave

Samenvatting **2**

1. Inleiding **6**
1.1 Aanleiding 6
1.2 Doel voorliggend rapport 7
1.3 Leeswijzer 8

2. Introductie tracéalternatieven en -varianten **9**

3. Uitgangspunten en kentallen **12**
3.1 Kentallen t.b.v. bepaling stichtingskosten 13
3.2 Additionele kentallen t.b.v. bepaling levensduurkosten 14
3.3 Congestiekosten 14
3.4 Niet meegenomen kosten 15

4. Methodiek **16**
4.1 Beoordeling stichtingskosten 17
4.2 Beoordeling additionele kosten ten behoeve van bepaling levensduurkosten 24
4.3 Beoordeling congestiekosten 27

5. Hoeveelheden **28**

6. Beoordeling tracéalternatieven **36**
6.1 Stichtingskosten 36
6.2 Levensduurkosten zonder congestiekosten 38
6.3 Levensduurkosten met congestiekosten 40

7. Grootste kostendragers **41**

Bijlage 1. Verklarende woordenlijst **42**

Bijlage 2. Afkortingen **46**

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

1.1.1 Een nieuwe hoogspanningsverbinding Vierverlaten-Ens

Het gebruik en transport van elektriciteit in Nederland neemt al decennialang toe. Het hoogspanningsnet in Nederland wordt zwaarder belast en door de energietransitie zet deze ontwikkeling de komende jaren sterk door. Noord-Nederland neemt hierin een belangrijke plaats in door:

- de aanlanding van (nieuwe) windparken op de Noordzee;
- de verdergaande ontwikkeling van een grootindustrieel cluster met de doelstelling om te elektrificeren;
- de toename van het aantal verbindingen met het Europese elektriciteitsnet.

Om de energietransitie te kunnen faciliteren en knelpunten in het elektriciteitsnet te voorkomen is een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding nodig tussen de hoogspanningsstations Vierverlaten in de gemeente Groningen en Ens in de gemeente Noordoostpolder. Deze nieuwe verbinding lost knelpunten op die ontstaan door meer aanbod van duurzame opwek enerzijds en meer vraag naar elektriciteit van huishoudens en bedrijven anderzijds. Ook is de verbinding nodig om het internationale stroomtransport van en naar Duitsland en de rest van Europa beter te faciliteren. Ten slotte maakt de nieuwe verbinding ruimte vrij op het onderliggende net (het net met een spanningsniveau van 220 kV en lager).

TenneT is de initiatiefnemer voor de aanleg van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding. De minister van Klimaat en Groene Groei is samen met de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening het bevoegd gezag voor de besluitvorming over de ruimtelijke inpassing van de nieuwe hoogspanningsverbinding. Hiervoor wordt de projectprocedure uit de Omgevingswet gevolgd. De minister van Klimaat en Groene Groei coördineert tevens de vergunningverlening.

1.1.2 Integrale effectenanalyse

De aanleg en het in gebruik hebben van een hoogspanningsverbinding met bijbehorende infrastructuur heeft effecten op de fysieke leefomgeving. Bij het bepalen van het voorkeursalternatief voor een nieuwe hoogspanningsverbinding is het van belang om te onderzoeken welke effecten (kunnen) optreden.

De integrale effectenanalyse wordt opgesteld in de verkenningsfase van de projectprocedure. In deze fase wordt getrechterd naar één voorkeursalternatief in de voorkeursbeslissing. Als onderdeel van deze verkenningsfase worden vijf tracéalternatieven met elkaar vergeleken. Daarbij wordt gekeken naar effecten op milieu (plan-MER), omgeving (stakeholders), techniek, kosten en toekomstvastheid. De onderzoeken naar de effecten van de verschillende tracéalternatieven op deze thema’s zijn opgenomen in vijf verschillende effectstudies, die allen een bijlage vormen van de integrale effectanalyse. De effecten van het uiteindelijk gekozen VKA zijn in een aparte notitie effecten VKA samengevat. Ook deze notitie is een bijlage bij de integrale effectenanalyse. Voor de raakvlakken met de Lelylijn en de (mogelijke) opwaardering van de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding zijn daarnaast ook aparte analyses opgesteld. Figuur 1.1 geeft

inzicht in de rapporten die ten grondslag liggen aan de integrale effectenanalyse. Na de voorkeursbeslissing wordt het voorkeursalternatief uitgewerkt tot een definitief tracé dat wordt vastgelegd in het projectbesluit.

Figuur 1.1 *Integrale effectenanalyse inclusief achtergrondrapporten*

1.2 Doel voorliggend rapport

In de integrale effectenanalyse worden de effecten van vijf tracéalternatieven, inclusief enkele varianten, voor de realisatie van de nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens beschreven. Dit gebeurt voor alle relevante thema's die een relatie hebben met de mens, de fysieke leefomgeving of de uitvoerbaarheid. Een van de thema's waar in de integrale effectenanalyse aandacht aan wordt besteed is kosten. Voorliggend rapport beschrijft en beoordeelt de effecten van de voorgenomen ontwikkeling voor dit thema.

Thema kosten

In voorliggend deelrapport worden de investerings- en levensduurkosten (zie paragraaf 3.1 en 3.2 voor uitleg bij deze begrippen) van de tracéalternatieven en varianten in beeld gebracht. Omdat in deze fase van het project nog geen exacte mastposities worden vastgelegd en gedetailleerde ontwerpen worden gemaakt, worden de kosten bepaald op kentallenniveau op basis van globale hoeveelheden. Hierbij wordt voor de presentatie van de kosten een index gebruikt ten opzichte van het tracéalternatief met de laagste kosten.

De keuze voor een specifiek tracéalternatief heeft directe invloed op de kosten. Een nieuwe hoogspanningsverbinding omvat veel verschillende kostenposten, die samen de totale kosten bepalen. Op basis van kentallen en hoeveelheden worden per tracéalternatief de stichtings- en levensduurkosten berekend, die vervolgens naar indexen worden omgezet om ze zo met elkaar te kunnen vergelijken.

Per tracéalternatief kunnen de kosten aanzienlijk variëren door verschillen in benodigde hoeveelheden. Zo vereist tracéalternatief 5 bijvoorbeeld het verkabelen van een bestaande 110 kV-hoogspanningsverbinding over een grote lengte. Bij tracéalternatieven 1 en 2 wordt er een bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding geamoveerd en wordt er een dubbele mastenrij geplaatst over een grotere afstand

t.o.v. de tracéalternatieven 3, 4 en 5 waar de 220 kV lijn niet geamoveerd wordt.

Raakvlakken met andere IEA-deelrapporten
Er zijn een aantal raakvlakken met andere IEA-Deelrapporten, te weten Milieu en Omgeving.

Het IEA-Deelrapport Omgeving beschouwt zachte gebiedsontwikkelingen; mogelijke toekomstige/nieuwe gevoelige gebouwen kunnen daar onderdeel van zijn. In voorliggend rapport worden deze eventuele bijbehorende kosten als gevolg van toekomstige/nieuwe gevoelige gebouwen niet beschouwd. De extra gevoelige gebouwen (los van de zachte gebiedsontwikkelingen) worden wel beschouwd.

Indien er naar deelrapport Milieu (onderdeel Leefomgeving en gezondheid) gekeken wordt dan is het relevant hoeveel nieuwe gevoelige gebouwen erbij komen. Hoe meer nieuwe gevoelige gebouwen, des te meer potentiële kosten er te verwachten zijn. Bij deelrapport Milieu (onderdeel Leefomgeving en gezondheid) worden de gevoelige gebouwen uitgebreider beschouwd. Hier wordt ook kwantitatief in beeld gebracht hoeveel gevoelige gebouwen vrijgespeeld worden. Voor kosten gaat het om de nieuwe gevoelige gebouwen als gevolg van het gekozen tracéalternatief.

In Figuur 1.1 is de structuur weergegeven waarin ook de rapporten in het kader van de opwaardering van de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens (380 kV & opwaardering 220 kV) en de 380 kV varianten die uitwijken ten behoeve van de Lelylijn (380 kV & Lelylijn) zijn geplaatst. Dat zijn dus aparte rapporten.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de tracéalternatieven en -varianten geïntroduceerd die onderzocht zijn. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en kentallen die zijn gehanteerd bij het onderzoek. Hoofdstuk 4 geeft meer uitleg en invulling bij gekozen parameters en geeft daarmee verder inzicht in het beoordelingskader. Er wordt onder meer ingegaan op de kentallen benodigd voor de stichtingskosten, de levensduurkosten en de congestiekosten[1] die gebruikt zijn om invulling te geven aan het doel van het rapport.

In hoofdstuk 5 worden de hoeveelheden gegeven op basis waarvan de scores bepaald worden in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de stichtingskosten en levensduurkosten (zowel met als zonder congestiekosten) bepaald. Hoofdstuk 7 biedt inzicht in de grootste kostenposten.

[1] Congestiekosten of redispatchkosten; zijn termen welke binnen TenneT veel gebruikt worden. Het zijn kosten die TenneT maakt voor het oplossen van transportbeperkingen.

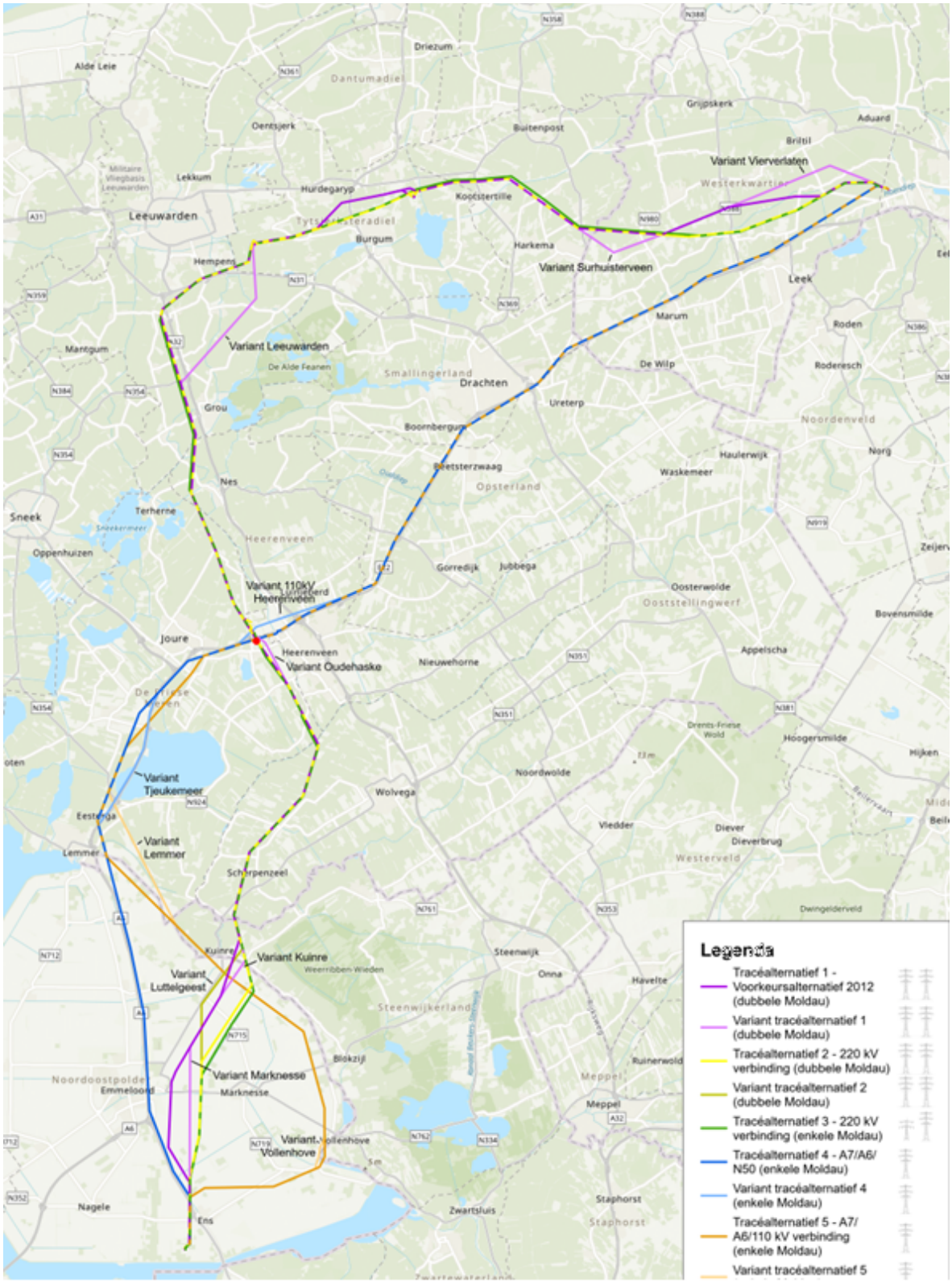
2. Introductie tracéalternatieven en -varianten

In de integrale effectenanalyse worden vijf tracéalternatieven onderzocht. Dit zijn zelfstandige tracéalternatieven die van Vierverlaten naar Ens lopen. Voor sommige tracéalternatieven zijn daarnaast enkele varianten opgesteld. Het gaat om delen van het tracéalternatief die om verschillende redenen een net wat andere ligging hebben gekregen. Dit levert de volgende tracéalternatieven en varianten op (zie Figuur 2.1, de kleuren van de tracéalternatieven en varianten die op de kaart zijn weergegeven, zijn ter herkenning ook opgenomen bij de beschrijvingen):

- Tracéalternatief 1 (dubbele Moldau[1]);
- - Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau);
- Tracéalternatief 2 – 220 kV verbinding (dubbele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)
- Tracéalternatief 3 – 220 kV verbinding (enkele Moldau);
- Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau);
- Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV verbinding (enkele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 5 (enkele Moldau).

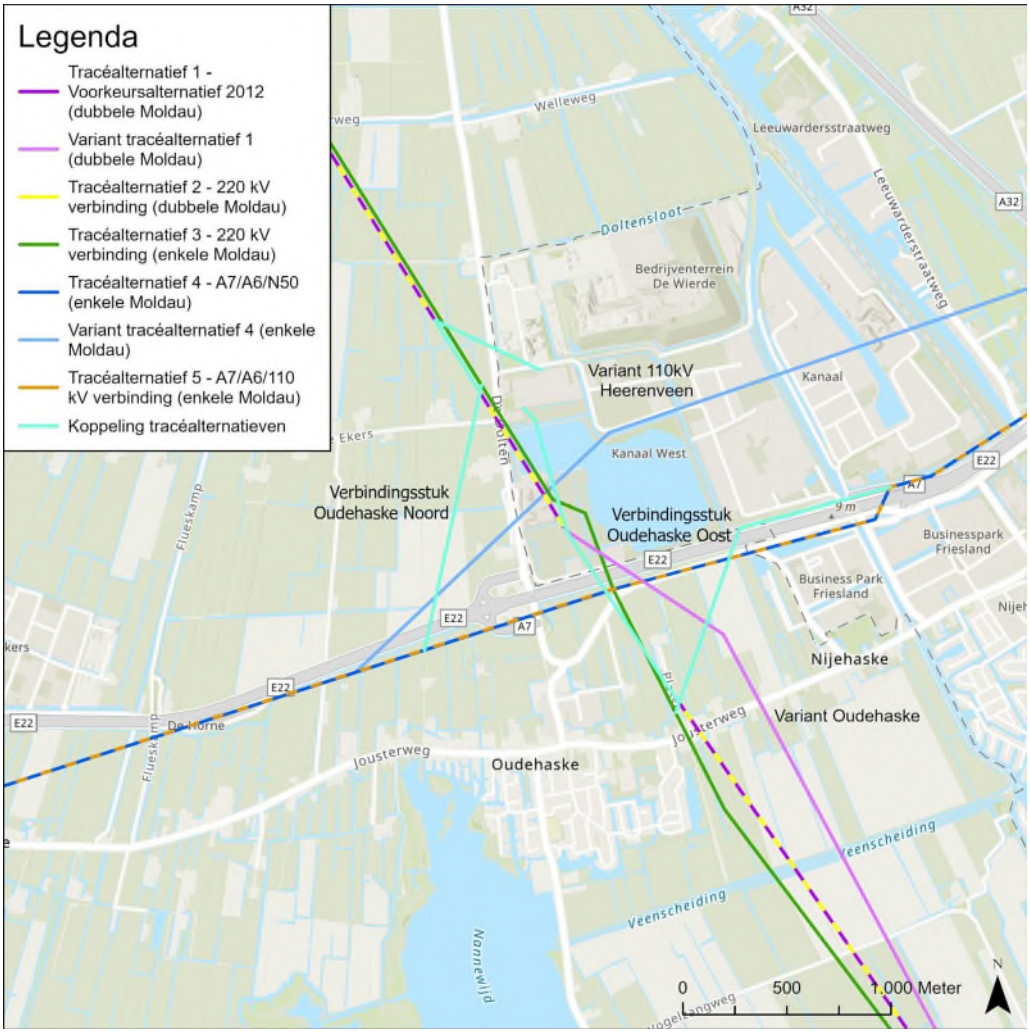
De tracéalternatieven worden uitgebreid beschreven in de Notitie tracéontwikkeling 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens bij de integrale effectenanalyse. Zoals in Figuur 2.1 te zien is, kan het tracé van een tracéalternatief in een noordelijk en een zuidelijk deel worden opgeknipt: het traject van Vierverlaten naar Oudehaske en vervolgens van Oudehaske naar Ens (het kruispunt is gemarkeerd met een rode stip). Naast de beoordeling voor het gehele tracéalternatief, krijgen deze twee delen van een tracéalternatief ieder een eigen effectbeoordeling. Op die manier is alle informatie aanwezig om een goede afweging te kunnen maken, waarbij de combinatie van een noordelijk en een zuidelijk tracédeel mogelijk is.

Naast de vijf tracéalternatieven zijn er voor drie tracéalternatieven varianten samengesteld. Dit zijn relatief korte stukjes met een andere ligging dan het tracéalternatief. Voor de varianten wordt gekeken of deze leiden tot onderscheidende effecten ten opzichte van het betreffende tracéalternatief. Daarbij is elke keer de vraag: verandert de beoordeling van het betreffende tracéalternatief wanneer de onderscheidende onderdelen van de varianten worden toegepast voor dat deeltracé.



Figuur 2.1 Tracéalternatieven en varianten hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens. De rode stip is het punt waar de tracéalternatieven elkaar ter hoogte van Oudehaske kruisen.

Tussen de tracéalternatieven ten noorden van Oudehaske en ten zuiden van Oudehaske zijn meerdere combinaties mogelijk. Deze tracéalternatieven dienen met elkaar verbonden te worden door middel van het verbindingsstuk Oudehaske Noord of verbindingsstuk Oudehaske Oost. In Figuur 2.2 zijn deze verbindingsstukken weergegeven.



Figuur 2.2 Verbindingsstuk Oudehaske Noord en Oudehaske Oost

3. Uitgangspunten en kentallen

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste uitgangspunten voor de kostenbeoordeling beschreven.

Om de tracéalternatieven te vergelijken zal gewerkt worden met indexen waarbij inzichtelijk wordt hoeveel het ene tracéalternatief duurder of goedkoper zal zijn dan de andere. Verschillende kosten worden bepaald, te weten, de stichtingskosten en de levensduurkosten. De levensduurkosten worden bepaald voor twee gevallen: met en zonder congestiekosten.

De belangrijkste kostenposten voor de stichtingskosten zijn benoemd in paragraaf 3.1. De beschouwde onderdelen van de stichtingskosten zijn nader uitgeschreven in subparagraaf 4.1.1 t/m 4.1.14. De belangrijkste kostenposten voor de levensduurkosten zijn benoemd in paragraaf 3.2 welke verder zijn uitgeschreven in subparagraaf 4.2.1 t/m 4.2.7.

Hoe de congestiekosten bepaald worden is zichtbaar in paragraaf 3.3 en in paragraaf 4.3.

In paragraaf 3.4 worden de niet meegenomen kosten aangegeven.

Bij tracéalternatief 3, 4 en 5 zal er 1 mastenrij Moldau vakwerkmasten met dubbele circuits (2x 380 kV) geplaatst worden. Indien er een dubbele mastenrij geplaatst wordt (dit is het geval bij tracéalternatief 1 en 2) zullen de kosten hoger zijn. Bij een dubbele mastenrij (in het geval van tracéalternatieven 1 en 2) worden additionele factoren toegepast voor de kostenbepaling, zoals weergegeven in paragraaf 4.1 t/m 4.9.

3.1 Kentallen t.b.v. bepaling stichtingskosten

In deze paragraaf is beschreven welke zaken worden meegenomen in het bepalen van de stichtingskosten. Onder de stichtingskosten worden die kosten bepaald die er gemaakt dienen te worden om het tracéalternatief gerealiseerd te krijgen vanaf start project tot aan de oplevering. In onderstaande Tabel 3.1 zijn de verschillende onderwerpen getoond die meegenomen zullen worden in het bepalen van de stichtingskosten. Aangegeven is op basis van welke eenheid de betreffende kosten per onderwerp bepaald worden. In de tabel wordt tevens verwezen naar de subparagraaf waar toelichting te vinden is betreffende het onderwerp.

Tabel 3.1 Kentallen stichtingskosten

Subparagraaf met toelichting	Onderwerp	Eenheid van de prijs
4.1.1	Grondkosten	per km
4.1.2	Bijkomende kosten	per km
4.1.3	Bouwkosten “standaardlijnen”	per km
4.1.4	Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 110 kV	per kruising
4.1.5	Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising
4.1.6	Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising
4.1.7	Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km
4.1.8	Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km
4.1.9	Kosten amoveren 110 kV	per km
4.1.10	Kosten amoveren 220 kV	per km
4.1.11	Kosten per nieuw gevoelig gebouw	per stuk

3.2 Additionele kentallen t.b.v. bepaling levensduurkosten

De levensduurkosten zijn de kosten die gemaakt worden vanaf start project, inclusief exploitatie en uiteindelijke sloop (wanneer de levensduur (50 jaar) van de verbinding verstreken is). Onderstaande zaken worden toegevoegd aan de stichtingskosten om de totale levensduurkosten te bepalen. De netverliezen worden bepaald op basis van de weerstand van de toegepaste geleider en de toekomstig te verwachten stroomsterkte.

Tabel 3.2 Additionele kentallen t.b.v. bepaling levensduurkosten

Subparagraaf met toelichting	Onderwerp	Eenheid
4.2.1	Netverliezen AMS882 380 kV	per km
4.2.2	Netverliezen AMS882 220 kV	per km
4.2.3	Netverliezen SEP geleiders bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding	per km
4.2.4	Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten 50 jaar	per km
4.2.5	Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten 50 jaar	per km
4.2.6	Onderhoudskosten	per post*
4.2.7	Kosten amoveren	per post**

*Voor de onderhoudskosten wordt met één post gerekend waar meerdere posten onder vallen, gerekend wordt met een percentage van de volgende onderdelen van de stichtingskosten (impliciet zijn dat dus kosten per km, alsmede aantallen):

- Bijkomende kosten
- Bouwkosten “standaardlijnen”
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV
- Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute
- Kosten verkabelen 110 kV geboord
- Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving

**Voor de kosten amoveren wordt gerekend met dezelfde posten als voor het onderhoud, echter met een ander percentage.

Kosten, zoals mastvergoedingen voor 110 kV die geamoveerd worden, waar mastvergoedingen dus lager zullen worden zijn niet meegenomen bij de additionele kosten.

3.3 Congestiekosten

Congestiekosten zijn, zoals gezegd, kosten die TenneT maakt voor het oplossen van transportbeperkingen. Bij het inschatten van de congestiekosten wordt gekeken naar de verwachte ingebruikname van de hoogspanningverbinding en wordt een schatting gemaakt van het negatieve effect van een latere voltooiing van de hoogspanningverbinding. Latere ingebruikname t.o.v. het tracéalternatief dat het snelste gerealiseerd zal zijn resulteert in hogere te verwachten congestiekosten (zie paragraaf 4.3).

3.4 Niet meegenomen kosten

Sommige posten worden als niet onderscheidend beschouwd in de afweging of zijn met de nu bekende informatie moeilijk en met veel onzekerheid vast te stellen. Dit soort kostenposten worden in dit rapport niet meegenomen. Hieronder volgt een niet-uitputtende lijst van onderwerpen die niet in de beschouwing zijn meegenomen:

- Additionele kosten kruising met rijkswegen, provinciale wegen en spoorwegen worden niet meegenomen; inschatting is dat dit niet onderscheidend zal zijn, omdat veelal met standaardmasten gewerkt kan worden.
- Extra bouwkosten in zettingsgevoelige gebieden en/of waterbergingsgebieden zijn vooralsnog niet meegenomen. Het maximaal verschil in hoeveelheden tussen de tracéalternatieven is relatief klein wat maakt dat het niet onderscheidend zal zijn. In het deelrapport techniek wordt dit bij maakbaarheid en beheer & onderhoud overigens wel meegenomen in de afweging (daar is het risicoprofiel wat verhoogd indien de bodemgesteldheid minder is).
- Eventuele compensatie voor natuur (denk hierbij bijvoorbeeld aan NNN-gebieden, weidevogelgebieden en Natura 2000 gebieden) is nu nog niets van bekend of aan de orde, zoals te lezen is in het deelrapport natuur. Vandaar dat ook de kosten hiervan nog niet bepaald kunnen worden/bekend zijn.
- Er is wel gekeken naar het aantal kruisingen met 110 kV-hoogspanningsverbindingen, echter er is nog geen keuze en/of onderscheid gemaakt of de kruising gerealiseerd wordt middels verkabelen van de 110 kV of omhoog brengen van de 380 kV. Ook is het onderscheid niet meegenomen dat een Donaumast waarin de 110 kV-hoogspanningsverbinding wordt bedreven moeilijker te kruisen is dan een Hamerkopmast waarin de 110 kV-hoogspanningsverbinding wordt bedreven.
- De verbindingsstukken zijn niet op kosten beoordeeld. Achtergrond is dat deze kosten niet-onderscheidend zijn.
- Het effect op energieverliezen als gevolg van verkabelen van 110 kV-hoogspanningsverbindingen die nu bovengronds zijn gelegen is niet meegenomen, aangezien de verwachting is dat dit niet significant bijdraagt aan de kosten.

4. Methodiek

In dit hoofdstuk wordt de methode beschreven waarop de kosten bepaald worden om ze te vergelijken. Om de tracéalternatieven op kosten te vergelijken wordt gebruik gemaakt van kentallen, welke grotendeels zijn aangeleverd door TenneT voor de onderscheidende parameters. Binnen TenneT worden kengetallen bijgehouden. Deze kengetallen zijn gebaseerd op gerealiseerde en in uitvoering zijnde projecten welke vergelijkbare omvang en/of werkzaamheden omvatten.

Voor het bepalen van de kosten van een tracéalternatief wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde kentallen of is een kental bepaald door middel van een inschatting indien het betreffende kental niet voorhanden was. In de verschillende subparagrafen worden de kentallen toegelicht. Indien de invloed op de totale kosten beperkt wordt geacht en feitelijk niet onderscheidend is voor de keuze van het tracéalternatief, wordt dit aangegeven. Dit wordt bijvoorbeeld aangegeven door te schrijven dat een gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk is.

Voor de kostenbeoordeling in de IEA worden niet alleen de stichtingskosten (dat wil zeggen de kosten voor de realisatie van de verschillende tracéalternatieven) in kaart gebracht (zie paragraaf 4.1), maar ook de totale kosten over de levensduur van de verbinding (Life Cycle Costs of LCC). Voor het in kaart brengen van de levensduurkosten dienen additionele kosten bepaald te worden (zie paragraaf 4.2) welke opgeteld dienen te worden bij de stichtingskosten.

De LCC bestaan in hoofdlijnen uit:

- Investerings- of realisatiekosten (anders gezegd de stichtingskosten, zie paragraaf 4.1);
- Kosten volgend uit energieverliezen (zie subparagraaf 4.2.1, 4.2.2 en 4.2.3.);
- Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren (zie subparagraaf 4.2.4 en 4.2.5);
- Kosten onderhoud en beheer (zie subparagraaf 4.2.6);
- Kosten amoveren aan einde levensduur (zie subparagraaf 4.2.7). N.B. indien een bestaande hoogspanningverbinding (bijvoorbeeld 220 kV) afgebroken wordt om een nieuwe hoogspanningverbinding te plaatsen (zoals bij tracéalternatief 1 en 2) dan is amoveren van de bestaande hoogspanningverbinding onderdeel van de stichtingskosten (en dus geen onderdeel van de amoveerkosten), hetzelfde geldt voor het slopen van de 110 kV-hoogspanningsverbinding als die ruimte maakt voor de 380 kV-hoogspanningsverbinding.

In de volgende paragrafen wordt dit nader uitgewerkt.
Ook zijn er nog congestiekosten te onderscheiden, dit zijn kosten die TenneT maakt voor het oplossen van transportbeperkingen. Dit volgt in paragraaf 4.3. De levensduurkosten zullen een keer met en een keer zonder de congestiekosten weergegeven worden.
De verschillende kosten worden voor zowel de noordelijke als de zuidelijke delen van de tracéalternatieven bepaald en gesommeerd, wat beslisinformatie genereert die combinaties van een noordelijk en een zuidelijk deel van de tracéalternatieven mogelijk maakt. Dit gebeurt in hoofdstuk 6 waar een score bepaald wordt op basis van de hoeveelheden in hoofdstuk 5.

4.1 Beoordeling stichtingskosten

In deze paragraaf worden de belangrijkste kostenposten uitgeschreven die van belang zijn voor het beoordelen van de stichtingskosten.

4.1.1 Grondkosten

Voor de grondkosten wordt uitgegaan van kentallen zoals die zijn opgesteld door TenneT voor 2 circuit 380 kV-hoogspanningsverbindingen, uitgevoerd met vakwerkmasten met prijspeil 1 januari 2024. De omschrijvingen van de kentallen in overleg met betrokken afdeling Grondzaken van TenneT aangepast. De volgende posten vallen onder de grondkosten:

Grond / bouwrijp	
Grondzaken	Kosten van huur-, pachtovereenkomsten en saneringen t.b.v. alle assets
Bouwrijp maken	Alle kosten voor het bouwrijp maken van de grond zoals: milieu- en geotechnisch bodemonderzoek (veldonderzoek, sondering e.d.), archeologie (bureaustudie, veldonderzoek alsmede evt. opgravingen), inventarisatie van en onderzoek naar gevaarlijke stoffen (zoals asbest, Chroom-6 e.d), kappen van bomen, verwijderen van opstallen, verleggen van kabels en leidingen e.d.
Ontplofbare Oorlogsresten[2]	Alle kosten voor het onderzoek en verwijderen van Ontplofbare Oorlogsresten. De Engelse vertaling is: UXO (Unexploded ordnance).
Grond ZRO & Schade	
ZRO / vergoedingen	Rentmeesterskosten t.b.v. het verkrijgen van betredingstoestemming en later ZRO; Bij het afsluiten van de ZRO gaat het dan o.a. over afsluitvergoeding, efficiëntie premie, deskundigenkosten, notariskosten, onderzoekskosten, schade a.g.v. onderzoek, afsluit- en meewerkvergoeding en algemene kosten (kadaster, folders/brochures, reproductie dossiers, informatieavonden e.d.); Tijdens de aanleg gaat het over gewassen, bedrijfsregelings- en diverse andere schades, alsmede cultuurtechnisch toezicht; Na oplevering gaat het nog over het opnemen en uitbetalen van naschades; Onder schades vallen bijvoorbeeld alle kosten voor het afhandelen van schade, denk hierbij aan inkomens- en vermogensschade / waardedaling van het onder- en omliggende onroerend goed (veelal landbouwgrond), gewas- en structuurschade, naschade (inclusief naschade-onderzoek), cultuur technisch onderzoek e.d.).

Voor de grondkosten wordt voor de dubbele mastenrij uitgegaan van een factor 1,7. Dat wil zeggen dat de post grondkosten 1,7 maal zo hoog wordt per km dubbele dubbele indien dit vergeleken wordt met een enkele mastenrij.

[2] Eerder werd deze term aangeduid als “Niet gesprongen explosieven (NGE)”

4.1.2 Bijkomende kosten

Voor de bijkomende kosten wordt uitgegaan van kentallen zoals die zijn opgesteld door TenneT voor 2 circuit 380 kV-hoogspanningsverbindingen uitgevoerd met vakwerkmasten met prijspeil 1 januari 2024. De volgende posten vallen onder de bijkomende kosten:

Projectmanagementkosten	
Projectbegeleiding door opdrachtgever	Alle kosten van het projectmanagementteam dat zowel in de voorbereidings- als realisatiefase werkzaamheden verrichten en die direct te relateren zijn aan het project. Het betreft zowel TenneT medewerkers (zg. interne), alsmede door TenneT ingehuurde medewerkers (zg. externe) zoals projectleider (PL), bouwleider (BL), werkvoorbereider (WvB), planner (Plan), cost engineer (CE), contractmanager (CM), specialist ondersteuning (SPO) e.d. Daarnaast betreft het ook rollen in de asset management (AM) keten inclusief asset informatie management (AIM) en data delivery management (DDM). Alle kosten op het gebied van procurement, communicatie, juridische zaken exclusief ZRO en schades e.d. Alle kosten, middels inkoop- en werkorders, welke gemaakt worden in het kader van SHE (dagelijks overall toezicht, veiligheidstoezicht e.d.). Alle kosten van aanschaf, implementeren en onderhouden van software zoals bijvoorbeeld VISI, iViewer e.d.
Projectengineering	
Engineering (lijn)	Alle kosten t.b.v. engineeringswerkzaamheden, van zowel TenneT medewerkers (zg. interne) alsmede door TenneT ingehuurde medewerkers (zg. externe), engineeringsbureaus, aannemers, leveranciers e.d. die rechtstreeks te relateren zijn aan het asset, component en/of component lijn.
Vergunningen/verklaringen	
Vergunningen/verklaringen	Alle kosten voor het verkrijgen van vergunningen en verklaringen, legeskosten e.d.
Planologie	
Planologie	Alle kosten inzake planologie: adviseurs, rapporten zoals milieu effectrapportage (mer), landschapsplan e.d. en ecologische compensatie e.d.

Voor de bijkomende kosten wordt voor de dubbele mastenrij uitgegaan van een overall factor 1,52. Dat wil zeggen dat de post bijkomende kosten 1,52 maal zo hoog wordt per km (dubbele mastenrij) indien er een dubbele mastenrij gebouwd zal worden. De factor voor de losse posten is weergegeven in Tabel 4.1. Door de losse posten gewogen mee te nemen is de overall factor bepaald. Voor tracéalternatief 3 is met een factor 1,07 gerekend in verband met hogere kosten voor “in de pas lopen”.

Tabel 4.1 Overall factor op bijkomende kosten bij dubbele mastenrij Moldau

Omschrijving	Factor bij twee Moldaumasten
Projectmanagementkosten	1,5
Projectengineering	1,4
Vergunningen/verklaringen	1,8
Planologie	1,5
Factor Bijkomende kosten	**1,52**

4.1.3 Bouwkosten lijnen

Lijnen werkterreinen	
Werkterrein lijn	Alle directe kosten (materiaal, montage incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel) van de bouwwegen en -terreinen zoals: aan-, afvoer en huur van rijplaten, zand, hekwerken, bewaking, overkluizingen, verkeersmaatregelen, bescherming van kabels en leidingen en herstel in oorspronkelijke staat incl. toezicht (cultuurtechnisch herstel).
Lijnen fundamenten	
Fundament	Alle directe kosten (materiaal, montage incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel zoals: grondwerk, bekisting, wapening, ankerkooien, beton, afwerking, horizontaal- en verticaal transport, kranen, betonpomp e.d.) die rechtstreeks te relateren zijn aan de nieuwbouw en opwaardering van de fundamenten voor hoek-, steun- en eindmasten alsmede afspanportalen.
Funderingspalen lijn	Alle directe kosten (materiaal, montage incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel zoals: aan- en afvoer heistelling, koppensnellen, grond- en poeraardingen e.d.) die rechtstreeks zijn te relateren aan de funderingspalen.
Afwatering en bemaling lijn	Alle directe kosten (materiaal, montage incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel zoals: aan- en afvoer bemalingsapparatuur en/of tijdelijke damwanden, huur, energie, waterdebiet e.d.) die rechtstreeks zijn te relateren aan de afwatering en bemaling inclusief noodzakelijke vergunningen.
Lijnen masten	
Mast	Alle directe kosten (materiaal, productie en montage uren incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel zoals verticaal- en horizontaal transport, kranen, steigers) die rechtstreeks te relateren zijn aan

	de nieuwbouw en opwaardering van hoek-, steun- en eindmasten inclusief eventuele highsteps, afspanportalen e.d.
Lijnen geleiders en bliksemdraden	
Geleiders, bliksemdraden, armaturen en isolatoren	Alle directe kosten (materiaal, montage uren incl. reis- en verblijfskosten, toeslagen op tarieven en materieel zoals horizontaal- en verticaal transport, kranen, lierhaspels, steigers e.d.) die rechtstreeks te relateren zijn aan geleiders, bliksem- en OPGW draden (Optical Ground Wire: het wordt op de veilige, bovenste positie van de transmissielijn geplaatst, waar het de geleiders 'beschermt' tegen blikseminslag en tegelijkertijd een telecommunicatiepad biedt voor zowel interne als externe communicatie), armaturen en isolatoren, afstandhouders, trillingsdempers, varkenskrullen, vogelflappen, vliegtuigbollen e.d.
Lijnen uitvoering / AK / W&R	
Uitvoering / AK / W&R Lijn	Algemene uitvoeringskosten zijn opgebouwd uit: algemene bouwplaatskosten (ABK), algemene (bedrijfs)kosten (AK) en toeslag winst en risico (W&R). Daarbij is ABK gedefinieerd als: kosten van voorzieningen, productiemiddelen en daaraan verbonden arbeid die in het project worden gebruikt, maar niet direct aan onderdelen van het bouwobject kunnen worden toegerekend en die niet in het project achterblijven, AK als niet direct aan een bouwproject toe te schrijven bedrijfskosten van het uitvoerend bouwbedrijf die door middel van een opslag op de directe kosten in rekening worden gebracht en W&R als een beloning voor het ondernemingsrisico en reservering tegen onverwachte gebeurtenissen die op het bouwwerk betrekking hebben en die niet als meerwerk in rekening kunnen worden gebracht en die gezamenlijk door middel van een opslag op de directe kosten in rekening worden gebracht (zie NEN 2699: 2017 en Brochure Algemene bouwplaatskosten Model 2018).

Voor de bouwkosten wordt voor de dubbele mastenrij uitgegaan van een overall factor 1,81. Dat wil zeggen dat de post bouwkosten 1,81 maal zo hoog wordt per km (dubbele mastenrij) indien er een dubbele mastenrij gebouwd zal worden. De factor voor de losse posten is weergegeven in Tabel 4.2. Indexen zijn bepaald op basis van een inschatting wat de voordelen zijn bij het bouwen van een dubbele mastenrij ten opzichte van een enkele mastenrij. Denk bij voordelen aan schaftvoorzieningen die gedeeld kunnen worden, aan- en afvoer van kranen en andere hulpmiddelen, minder transportbewegingen per mast doordat vrachten groter kunnen zijn, enzovoort. Inschatting is dat de voordelen voor de fundering wat groter zijn dan voor de masten, aangezien voor de masten het grootste deel van de kosten in de fabriek plaats zal vinden waar het geen effect op zal hebben. Voor tracéalternatief 3 is met een factor 1,07 gerekend in verband met hogere kosten voor “in de pas lopen”.

Tabel 4.2 Overall factor op bouwkosten “standaardlijnen” bij dubbele mastenrij Moldau

Omschrijving	Factor bij twee Moldaumasten
Lijnen werkterreinen	1,5
Lijnen fundamenten	1,8
Lijnen masten	1,9
Lijnen geleiders en bliksemdraden	2,0
Lijnen uitvoering / AK / W&R	1,5
Factor Bouwkosten “standaardlijnen”	**1,81**

4.1.4 Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV

Voor een kruising waarbij bovengronds de nieuw aan te leggen 380 kV-hoogspanningsverbinding een bovengronds gelegen 110 kV-hoogspanningsverbinding kruist middels hogere masten zijn geen kentallen bekend, hiervoor wordt dan ook uitgegaan van een schatting per kruising waarbij deze schatting uitgaat van een kruising van 110 kV Hamerkop of Donaumasten middels verhoogde Moldaumasten (exacte hoogte mast is nog niet bekend) of verkabeling van de 110 kV. Gezien de verwachte relatief lage kosten en het feit dat de nadere keuzes nog niet bepaald zijn betreffende deze post is gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk. Verdubbelen of halveren van deze post zal geen grote consequenties hebben. Indien er een dubbele mastenrij gebouwd wordt zullen de kosten met een factor 1,78 vergroot worden[3]. Zie Tabel 4.3.

[3] Mocht de kruising gerealiseerd worden door de 110 kV ondergronds te brengen dan zal deze factor niet gelden. Voor dit moment, met onbekendheid over hoe de kruising daadwerkelijk zal worden vormgegeven (110 kV wel of niet ondergronds gebracht bij kruising) wordt voor alle kruisingen de factor wel in rekening gebracht.

Tabel 4.3 Overall factor op kosten kruising “standaardlijnen” bij dubbele mastenrij Moldau

Omschrijving	Factor bij twee Moldaumasten
Grond aankoop / bouwrijp	2,0
Grond ZRO & Schade	2,0
Factor Grondkosten	**2,00**
Lijnen werkterreinen	1,5
Lijnen fundamenten	1,8
Lijnen masten	1,9
Lijnen geleiders en bliksemdraden	2,0
Lijnen uitvoering / AK / W&R	1,5
Factor Bouwkosten “standaardlijnen”	**1,81**
Projectmanagementkosten	1,5
Projectengineering	1,4
Vergunningen/verklaringen	1,8
Planologie	1,5
Factor Bijkomende kosten	**1,52**
Totaal	
Overall factor	**1,78**

4.1.5 Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV

Voor een kruising waarbij bovengronds de nieuw aan te leggen 380 kV-hoogspanningsverbinding een bovengronds gelegen 220 kV-hoogspanningsverbinding kruist zijn geen kentallen bekend. Hiervoor wordt dan uitgegaan van een schatting per kruising. Gezien de verwachte relatief lage kosten betreffende deze post is gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk. Ook hier is de factor 1,78 in rekening gebracht voor een dubbele mastenrij. Bij keuze voor een kruising met 220 kV middels railbuizen zal deze factor waarschijnlijk anders kunnen worden afhankelijk van de gekozen oplossing.

4.1.6 Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute

Voor een kruising waarbij bovengronds de nieuw aan te leggen 380 kV-hoogspanningsverbinding een water kruist met bijvoorbeeld een staande mastenroute wordt een schatting van de kosten per kruising meegenomen waarbij deze schatting uitgaat van een kruising middels verhoogde masten. Gezien de verwachte relatief lage kosten t.o.v. de totale kosten betreffende deze post is gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk. Indien er een dubbele mastenrij gebouwd wordt zullen de kosten met een factor 1,78 vergroot worden.

4.1.7 Kosten verkabelen 110 kV geboord

Voor het verkabelen middels boring van 110 kV wordt een inschatting gemaakt van de kosten per eenheid van lengte. Dit is gedaan op basis van door TenneT aangeleverde informatie en informatie zoals die binnen Movares beschikbaar was. Indien er een dubbele mastenrij gebouwd wordt zullen de kosten hierdoor niet extra beïnvloed worden, de vergrotingsfactor is 1.

4.1.8 Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving

Voor het verkabelen middels open sleuf van 110 kV wordt een inschatting gemaakt van de kosten per eenheid van lengte. Dit is gedaan op basis van door TenneT aangeleverde informatie en informatie zoals die binnen Movares beschikbaar was. Indien er een dubbele mastenrij gebouwd wordt zullen de kosten hierdoor niet extra beïnvloed worden, de vergrotingsfactor is 1.

4.1.9 Kosten amoveren 110 kV

Voor het amoveren van 110 kV om ruimte te maken voor een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding wordt een inschatting gemaakt van de kosten per eenheid van lengte. Indien er een dubbele mastenrij gebouwd wordt zullen de kosten hierdoor niet extra beïnvloed worden, er wordt namelijk maar één verbinding van 110 kV verkabeld, de vergrotingsfactor is 1.

4.1.10 Kosten amoveren 220 kV

Voor tracéalternatief 1 en 2 is voorzien dat de bestaande 220 kV geamoveerd wordt. Hiervoor is een inschatting gemaakt van de kosten per eenheid van lengte aangezien hier geen kentallen van zijn aangeleverd. Gezien de verwachte relatief lage kosten betreffende deze post is gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk.

4.1.11 Kosten per nieuw gevoelig gebouw

In de diverse genoemde kosten is uitgegaan van een gemiddeld aantal gevoelige gebouwen per km. Echter, daar was het gemiddeld aantal gevoelige gebouwen niet van bekend. In deze kosten post wordt ervoor gekozen het aantal extra nieuwe gevoelige bestemmingen te tellen. Doordat er ook per km al een bedrag voor meegenomen was wordt deze post engszins dubbel geteld. Dit wordt geaccepteerd gezien de beperkte invloed op de totale kosten.

4.2 Beoordeling additionele kosten ten behoeve van bepaling levensduurkosten

In deze paragraaf worden de belangrijkste kostenposten uitgeschreven die van belang zijn voor het beoordelen van de levensduurkosten.
Door bij de stichtingskosten de additionele kosten op te tellen volgt een inzicht op de totale levensduurkosten. De additionele kosten bestaan uit netverliezen voor de verschillende hoogspanningsverbindingen, mastvergoedingen aan eigenaren, onderhoudskosten alsmede kosten voor amoveren aan einde levensduur.
Daarnaast zijn er netverliezen als gevolg van de weerstand van de geleiders. Het berekenen van de netverliezen is afhankelijk van de weerstand van de geleider, de stroomsterkte en de lengte van de verbinding. Het inschatten van met name de stroomsterkte is een erg onzekere parameter. De verwachting voor 2035 is nu als een inschatting gebruikt voor de gehele 50 jaar die volgen vanaf ingebruikname. Mocht er groei zijn van het stroomtransport dan zullen de verliezen kwadratisch toenemen.

4.2.1 Netverliezen AMS882 380 kV

Als gevolg van weerstand van de geleiders zal er energieverlies optreden. Dit betreft een serieuze kostenpost gedurende de levensduur van de hoogspanningsverbinding. Om hier een getal aan te kunnen hangen is hieronder in tabelvorm aangegeven op basis waarvan deze kosten berekend worden. Voor de nieuw te bouwen Moldaumasten wordt uitgegaan van AMS 882 geleiders. Op basis van de scenario-analyse van 2035 is een waarde voor de stroomsterkte bepaald van 1090A. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant[4] naar heden.

Tabel 4.4 Berekening energieverlies over levensduur AMS 882 380 kV

Type	AMS882	Eenheid
Weerstand	0,0372	ohm/km
Aantal geleiders per bundel	3	stuks
Weerstand 3 bundel	0,0124	ohm/km
Aangenomen stroomsterkte	1.090	A
Verlies per bundel	14.720	W/km
Aantal fasen	3	stuks
Aantal circuits	2	stuks
Verlies verbinding per km	88.317	W/km
Levensduur	50	jaar
Verlies verbinding over levensduur	38.709.471	kWh/km
Verlies verbinding over levensduur	38.709	MWh/km

[4] Door prijzen netto contant te maken wordt gekeken wat de prijs zou zijn op een bepaalde peildatum. Dit om prijzen vergelijkbaar te maken aangezien een euro nu meer waard is dan later.

4.2.2 Netverliezen AMS882 220 kV

Ook voor de 220 kV-hoogspanningsverbinding wordt een analyse gedaan van de netverliezen. Voor de nieuw te bouwen Moldaumasten wordt eveneens uitgegaan van AMS 882 geleiders. Op basis van de scenario-analyse van 2035 is een waarde voor de stroomsterkte bepaald van 427A. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.

Tabel 4.5 Berekening energieverlies over levensduur AMS 882 220 kV

Type	AMS882	Eenheid
Weerstand	0,0372	ohm/km
Aantal geleiders per bundel	3	stuks
Weerstand 3 bundel	0,0124	ohm/km
Aangenomen stroomsterkte	427	A
Verlies per bundel	2.263	W/km
Aantal fasen	3	stuks
Aantal circuits	2	stuks
Verlies verbinding per km	13.578	W/km
Levensduur	50	jaar
Verlies verbinding over levensduur	5.951.151	kWh/km
Verlies verbinding over levensduur	5.951	MWh/km

4.2.3 Netverliezen SEP geleiders bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding

In het geval er gekozen wordt voor tracéalternatief 3, 4 en 5 zal voor de bestaande mast het verlies uitgerekend dienen te worden uitgaande van de geleider die er nu hangt. De bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding bevat SEP-geleiders. Indien de bestaande hoogspanningsverbinding niet gesloopt wordt (de situatie voor tracéalternatief 3, 4 en 5) dient er met de weerstand van de bestaande geleiders gerekend te worden, de stroomsterkte op de 220 kV wordt gelijk aangenomen op 427 A. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.

Tabel 4.6 Berekening energieverlies over levensduur SEP 220 kV

Type	SEP	Eenheid
Weerstand	0,0692	ohm/km
Aantal geleiders per bundel	3	stuks
Weerstand 3 bundel	0,0231	ohm/km
Aangenomen stroomsterkte	427	A
Verlies per bundel	4.210	W/km
Aantal fasen	3	stuks
Aantal circuits	2	stuks
Verlies verbinding per km	25.258	W/km
Levensduur	50	jaar
Verlies verbinding over levensduur	11.070.420	kWh/km
Verlies verbinding over levensduur	11.070	MWh/km

4.2.4 Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten 50 jaar

Er zal gedurende de levensduur van de mast (aangenomen is 50 jaar) een vergoeding worden betaald aan de landeigenaren op wiens grond de masten worden geplaatst. In deze post wordt dit meegenomen. Uitgangspunt is een gemiddelde vergoeding die 3 maal wordt gedaan per km hoogspanningsverbinding, anders gezegd wordt daarmee impliciet aangenomen dat er per km verbinding 3 masten geplaatst zullen worden. Voor de dubbele mastenrij wordt die tweemaal meegenomen, oftewel 6 masten per km.

Bij tracéalternatief 1 en 2 wordt er dus gerekend met 2 maal de lengte van het tracé voor de Moldaumasten. Voor tracéalternatief 3 wordt gerekend met 1 maal de lengte van de bestaande Donaumasten en 1,07 maal de lengte van de nieuwe Moldaumasten, dit aangezien er bij dit tracéalternatief kleinere veldlengtes zullen zijn (en dus meer masten) door het principe van in de pas lopen. Voor tracéalternatief 4 en 5 wordt gerekend met 1 maal de lengte van de bestaande Donaumasten en 1 maal de lengte van de nieuwe Moldaumasten. Hier speelt in de pas lopen namelijk geen rol.

4.2.5 Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten 50 jaar

Er zal gedurende de levensduur van de mast (aangenomen is 50 jaar) een vergoeding worden betaald aan de landeigenaren op wiens grond masten staan. In deze post wordt dit meegenomen. Uitgangspunt is een gemiddelde vergoeding die 3 maal wordt meegenomen per km hoogspanningsverbinding. In het geval de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding (opgebouwd uit Donaumasten geamoveerd wordt), zullen deze kosten niet worden meegenomen. Dan komen ze terug in de vergoeding van een andere mast.

4.2.6 Onderhoudskosten

Voor het onderhoud gedurende de levensduur wordt uitgegaan van 0,8% van de bouwkosten per jaar welke voor 50 jaar wordt meegenomen. Oftewel 40% van de bouwkosten waarbij de bouwkosten opgebouwd zijn uit de volgende posten:

- Bijkomende kosten
- Bouwkosten “standaardlijnen”
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV
- Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute
- Kosten verkabelen 110 kV geboord
- Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving (inschatting)
- Kosten verkabelen 220 kV
- Kosten verkabelen 380 kV

Voor tracéalternatief 3, 4 en 5 wordt hier een extra post bij opgeteld voor de dan nog bestaande 220 kV-masten die gelijk is aan het onderhoud van de nieuw aangebrachte Moldaumasten. Hiervoor wordt de helft van de kosten van het onderhoud van tracéalternatief 2 opgeteld bij tracéalternatief 3, 4 en 5.

4.2.7 Kosten amoveren aan einde levensduur

Aan het einde van de levenscyclus is het uitgangspunt dat de masten geamoveerd worden.
De kosten voor het amoveren zijn percentage van 10%[5] van de volgende posten:

- Bijkomende kosten
- Bouwkosten “standaardlijnen”
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV
- Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV
- Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute
- Kosten verkabelen 110 kV geboord
- Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving
- Kosten verkabelen 220 kV
- Kosten verkabelen 380 kV

Voor tracéalternatief 3, 4 en 5 wordt hier een extra post bij opgeteld voor de dan nog bestaande 220 kV-masten die gelijk is aan 100% van de post amoveren 220 kV zoals die in de stichtingskosten is opgenomen bij tracéalternatief 1 en 2. Deze post wordt opgeteld bij de kosten voor het amoveren van tracéalternatief 3, 4 en 5.

4.3 Beoordeling congestiekosten

Het project 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten-Ens is een initiatief van TenneT om een hoogspanningsverbinding tussen hoogspanningsstation Vierverlaten in de gemeente Groningen en hoogspanningsstation Ens in de gemeente Noordoostpolder aan te leggen. Deze 380 kV-hoogspanningsverbinding maakt het transport van een grote hoeveelheid elektriciteit mogelijk, waarmee de energietransitie mogelijk kan worden gemaakt en toekomstige knelpunten in het elektriciteitsnet kunnen worden voorkomen. Daarnaast is de verbinding nodig om het internationale stroomtransport van en naar Duitsland en de rest van Europa mogelijk te maken. Ten slotte maakt de nieuwe verbinding ruimte vrij op het onderliggende elektriciteitsnet. Mocht dit project niet worden uitgevoerd dan zal dat o.a. van invloed zijn op de te betalen congestiekosten, doordat de knelpunten in het net dan naar verwachting te groot zullen zijn. Hier worden deze kosten inzichtelijk gemaakt.

Om de kosten hiervan op voorhand in te schatten is afhankelijk van een groot aantal zeer onzekere factoren. Hiervoor is wel een grove inschatting gemaakt, aangezien dit tot flinke kosten kan leiden. Elk jaar dat de verbinding later gereed is dan het snelst in gebruik genomen tracéalternatief resulteert in extra te verwachten congestiekosten.

Uitgegaan is van de doorlooptijd per tracéalternatief en vervolgens zijn deze kosten naar rato van de lengte van respectievelijk het noordelijk of het zuidelijk deel toegekend.

[5] Getal is gebaseerd op eerder project en zal sterk afhankelijk zijn van de situatie en hoe kosten toegekend worden.

5. Hoeveelheden

Hieronder volgen de hoeveelheden welke gebruikt zijn in de bepaling van de kosten.

Tabel 5.1 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor noordelijke tracéalternatieven

Onderwerp	Eenheid	**Noord Tracéalternatief 1**	**Noord Tracéalternatief 2**	**Noord Tracéalternatief 3**	**Noord Tracéalternatief 4**	**Noord Tracéalternatief 5**
Grondkosten	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Bijkomende kosten	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	8	9	6	1	1
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	2	2	3	1	1
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	16	16	15	4	4
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	2,10	0,50	0,00	1,35	1,35
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	3,31	0,53	0,00	1,31	1,31
Kosten amoveren 110 kV	per km	5,41	1,03	0,00	2,66	2,66
Kosten amoveren 220 kV	per km	71,85	71,85			
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	34	46	23	44	44
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	0,00	0,00	71,85	71,85	71,85
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	75,09	73,83	71,85	50,68	50,68
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km	0,00	0,00	71,85	71,85	71,85

Tabel 5.2 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor noordelijke varianten tracéalternatief 1

Onderwerp	Eenheid	**Variant Vierverlaten**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Surhuisterveen**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Leeuwarden**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Bijkomende kosten	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	0	0	0	0	0	0
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0	0	0	0	0	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	1	1	0	0	5	4
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 110 kV	per km	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 220 kV	per km						
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	8	3	10	5	3	10
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km						
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	9,63	9,19	5,91	5,26	11,32	12,78
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km						

Tabel 5.3 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor noordelijke varianten tracéalternatief 2 en 4

Onderwerp	Eenheid	**Variant Enumatil**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Heerenveen**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Bijkomende kosten	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	0	0	3	0
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0	0	0	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	1	1	3	2
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	0,00	0,00	5,56	1,33
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	0,00	0,00	0,41	1,58
Kosten amoveren 110 kV	per km	0,00	0,00	5,97	2,90
Kosten amoveren 220 kV	per km				
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	12	8	12	6
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km				
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	5,31	5,57	7,65	7,62
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km				

Tabel 5.4 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor zuidelijke tracéalternatieven

Onderwerp	Eenheid	**Zuid Tracéalternatief 1**	**Zuid Tracéalternatief 2**	**Zuid Tracéalternatief 3**	**Zuid Tracéalternatief 4**	**Zuid Tracéalternatief 5**
Grondkosten	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Bijkomende kosten	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Bouwkosten "standaardlijnen"	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	1	1	1	1	1
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0	0	1	0	1
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	7	7	7	7	8
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	1,33	1,33	1,33	1,66	9,07
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	6,58	6,58	6,58	4,76	27,72
Kosten amoveren 110 kV	per km	7,91	7,91	7,91	6,42	36,79
Kosten amoveren 220 kV	per km	42,32	42,32			
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	26	37	8	18	11
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km			42,32	42,32	42,32
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	42,63	42,33	42,32	44,28	53,80
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km			42,32	42,32	42,32

Tabel 5.5 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor zuidelijke varianten tracéalternatief 1

Onderwerp	Eenheid	**Variant Oudehaske**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Kuinre**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Marknesse**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Bijkomende kosten	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	1	0	1	1	0	0
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0	0	0	0	0	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	0	0	0	0	2	2
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	1,32	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	3,30	2,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 110 kV	per km	4,62	3,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 220 kV	per km						
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	10	17	2	0	15	0
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km						
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	4,01	3,93	4,15	3,82	8,51	9,19
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km						

Tabel 5.6 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor zuidelijke varianten tracéalternatief 2

Onderwerp	Eenheid	**Variant Luttelgeest**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Kleeftocht**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Bijkomende kosten	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	1	1	0	0
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0	0	0	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	0	0	2	2
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 110 kV	per km	0,00	0,00	0,00	0,00
Kosten amoveren 220 kV	per km				
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	4	6	11	11
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km				
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	7,93	8,11	7,49	7,34
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km				

Tabel 5.7 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor zuidelijke varianten tracéalternatief 4

Onderwerp	Eenheid	**Variant Tjeukemeer**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	9,13	9,16
Bijkomende kosten	per km	9,13	9,16
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	9,13	9,16
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	1,00	0
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0,00	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	2,00	3
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	0,00	1,31
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	0,00	3,89
Kosten amoveren 110 kV	per km	0,00	5,20
Kosten amoveren 220 kV	per km		
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	0	8
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,13	9,16
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,13	9,16
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km		
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	9,13	9,16
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km		

Tabel 5.8 Hoeveelheden waarmee gerekend is ten behoeve van kosten voor zuidelijke varianten tracéalternatief 5

Onderwerp	Eenheid	**Variant Lemmer**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**	**Variant Vollenhove**	**Vergelijkbare deel van het tracéalternatief**
Grondkosten	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Bijkomende kosten	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Bouwkosten “standaardlijnen”	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	per kruising	0,00	0,00	0,00	1
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	per kruising	0,00	0,00	0,00	0
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	per kruising	0,00	0,00	1,00	2
Kosten verkabelen 110 kV geboord	per km	0,00	2,76	0,00	1,81
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	per km	0,00	5,75	0,00	0,47
Kosten amoveren 110 kV	per km	0,00	8,51	0,00	2,28
Kosten amoveren 220 kV	per km				
Kosten gevoelige gebouwen	per stuk	5	6	0	1
Netverliezen 380 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Netverliezen 220 kV AMS. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Netverliezen 220 kV SEP. Uitgangspunt voor 50 jaar netto contant naar heden.	per km				
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Moldaumasten voor 50 jaar	per km	9,34	10,33	2,07	2,23
Kosten mastvergoedingen aan landeigenaren voor Donaumasten voor 50 jaar	per km				

6. Beoordeling tracéalternatieven

In dit hoofdstuk wordt de beoordeling van stichtings- en de levensduurkosten weergegeven (zowel met als zonder de congestiekosten).

6.1 Stichtingskosten

Noordelijke deel

De stichtingskosten zijn voor het noordelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatieven 1 en 2 hebben de hoogste stichtingskosten. Het noordelijk deel van tracéalternatief 1 is 2,81 maal duurder dan het noordelijk deel van tracéalternatief 4.

Zuidelijke deel

De stichtingskosten zijn voor het zuidelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste stichtingskosten. Het zuidelijk deel van tracéalternatief 1 is 1,70 maal duurder dan het zuidelijk deel van tracéalternatief 4.

Totale tracéalternatieven

De stichtingskosten zijn het laagste voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste stichtingskosten. Tracéalternatief 1 is 2,28 maal duurder dan tracéalternatief 4.

Varianten

Variant Heerenveen heeft fors hogere kosten door het verkabelen van de 110 kV-hoogspanningsverbinding. Variant Lemmer heeft fors lagere kosten doordat er minder 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld hoeft te worden.

Samenvattend overzicht

Hieronder volgt een samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven en varianten, waarin bij de varianten is aangegeven of deze positiever of negatiever scoort dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief.

Tabel 6.1 Samenvatting effectbeoordeling effect op stichtingskosten

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	V2 = Variant Enumatil	V3 = Variant Kleeftocht	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Effect op stichtingskosten																		
Noord	2,81	v	v	^				2,75		^		1,54	1,00	v		1,00		
Zuid	1,70				v	^	v	1,70	^		v	1,02	1,00		v[6]	1,47	^	^
Totaal	2,28							2,25				1,29	1,00			1,23		

Legenda bij variantbeoordeling

^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

v Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

[6] *In het rekenmodel zijn de kosten voor de aanleg van de schiereilanden – noodzakelijk voor het plaatsen van de masten bij variant Tjeukemeer – niet meegenomen. Hierdoor lijken de kosten voor deze variant lager uit te vallen. In werkelijkheid zullen deze kosten echter wel gemaakt moeten worden, en naar verwachting zijn ze hoger dan de kosten die uit de berekening naar voren komen. Om die reden is er toch een rood pijltje geplaatst, waarmee wordt aangegeven dat deze variant uiteindelijk slechter scoort dan het vergelijkbare deel van het tracéalternatief op het criterium 'kosten'.*

6.2 Levensduurkosten zonder congestiekosten

Noordelijke deel

De levensduurkosten zonder congestiekosten zijn voor het noordelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste levensduurkosten. Het noordelijk deel van tracéalternatief 1 is 1,85 maal duurder dan het noordelijk deel van tracéalternatief 4.

Zuidelijke deel

De levensduurkosten zonder congestiekosten zijn voor het zuidelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 5 heeft de hoogste levensduurkosten. Het zuidelijk deel van tracéalternatief 5 is 1,34 maal duurder dan het zuidelijk deel van tracéalternatief 4.

Totale tracéalternatieven

De levensduurkosten zonder congestiekosten zijn het laagste voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste levensduurkosten. Tracéalternatief 1 is 1,58 maal duurder dan tracéalternatief 4.

Samenvattend overzicht

Hieronder volgt een samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven, alsmede het resultaat of een variant of mitigerende variant beter of slechter scoort op dit onderwerp.

Tabel 6.2 Samenvatting effectbeoordeling effect op levensduurkosten zonder congestiekosten

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	V2 = Variant Enumatil	V3 = Variant Kleeftocht	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Effect op levensduurkosten zonder congestiekosten																		
Noord	1,85	v	v	^				1,81		^		1,38	1,00	v		1,00		
Zuid	1,26				v	^	v	1,25	^		v	1,01	1,00		v[7]	1,34	^	^
Totaal	1,58							1,56				1,21	1,00			1,15		

Legenda bij variantbeoordeling

^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

v Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

[7] *In het rekenmodel zijn de kosten voor de aanleg (en o.a. het onderhoud) van de schiereilanden – noodzakelijk voor het plaatsen van de masten bij variant Tjeukemeer – niet meegenomen. Hierdoor lijken de kosten voor deze variant lager uit te vallen. In werkelijkheid zullen deze kosten echter wel gemaakt moeten worden, en naar verwachting zijn ze hoger dan de kosten die uit de berekening naar voren komen. Om die reden is er toch een rood pijltje geplaatst, waarmee wordt aangegeven dat deze variant uiteindelijk slechter scoort dan het vergelijkbare deel van het tracéalternatief op het criterium 'kosten'.*

6.3 Levensduurkosten met congestiekosten

Noordelijke deel

De levensduurkosten met congestiekosten zijn voor het noordelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste levensduurkosten. Het noordelijk deel van tracéalternatief 1 is 2,03 maal duurder dan het noordelijk deel van tracéalternatief 4.

Zuidelijke deel

De levensduurkosten met congestiekosten zijn voor het zuidelijke deel het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste levensduurkosten. Het zuidelijk deel van tracéalternatief 1 is 1,38 maal duurder dan het zuidelijk deel van tracéalternatief 4.

Totale tracéalternatieven

De levensduurkosten met congestiekosten zijn het laagst voor tracéalternatief 4. Tracéalternatief 1 en 2 hebben de hoogste levensduurkosten. Tracéalternatief 1 is 1,74 maal duurder dan tracéalternatief 4.

Samenvattend overzicht

Hieronder volgt een samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven.

Tabel 6.3 Samenvatting effectbeoordeling effect op levensduurkosten met congestiekosten

Thema: Kosten	Tracéalternatief 1	Tracéalternatief 2	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Effect op levensduurkosten met congestiekosten					
Noord	2,03	1,99	1,41	1,00	1,01
Zuid	1,38	1,38	1,03	1,00	1,35
Totaal	1,74	1,71	1,24	1,00	1,16

7. Grootste kostendragers

In Tabel 7.1 zijn de grootste kostenposten benoemd als percentage van de totale stichtingskosten per tracéalternatief. Voor praktisch alle tracéalternatieven geldt dat het grootste deel van de stichtingskosten wordt bepaald door de bouwkosten en daarna de bijkomende kosten en de grondkosten. Dat zijn de kosten die dus ook het meest nauwkeurig bepaald dienen te worden (en waar optimalisaties het grootste effect zullen hebben) in vervolgfasen. De term “kostenpost klein” is opgenomen voor kosten die minder dan 5% uitmaken van de totale stichtingskosten van het betreffende tracéalternatief.

Tabel 7.1 Posten als percentage ten opzichte van het geheel van de stichtingskosten per tracéalternatief

Onderwerp	**Totaal Tracéalternatief 1**	**Totaal Tracéalternatief 2**	**Totaal Tracéalternatief 3**	**Totaal Tracéalternatief 4**	**Totaal Tracéalternatief 5**
Grondkosten	15%	15%	15%	16%	14%
Bijkomende kosten	15%	15%	18%	18%	16%
Bouwkosten “standaardlijnen”	52%	52%	52%	52%	47%
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding bij 110 kV	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein
Additionele kosten kruising met hoogspanningsverbinding 220 kV	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein
Additionele kosten kruisingen met water met staande mastenroute	9%	9%	9%	6%	5%
Kosten verkabelen 110 kV geboord	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein
Kosten verkabelen 110 kV open ontgraving	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	9%
Kosten amoveren 110 kV	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein
Kosten amoveren 220 kV	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein
Kosten nieuwe gevoelige gebouwen	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein	kostenpost klein

Bijlage 1. Verklarende woordenlijst

110 kV-hoogspanningsverbinding
Zie hoogspanningsverbinding

220 kV-hoogspanningsverbinding
Zie hoogspanningsverbinding

380 kV-hoogspanningsverbinding
Zie hoogspanningsverbinding

Belasting hoogspanningsverbindingen
De op een bepaald moment benutte capaciteit van de hoogspanningsverbinding.

Beoordelingscriteria
De criteria aan de hand waarvan de (milieu)effecten worden beschreven en beoordeeld.

Bevoegd gezag
Een of meer overheidsinstanties die bevoegd zijn om over de activiteit van de initiatiefnemer een besluit te nemen. Bij dit project zijn de ministers van Klimaat en Groene Groei en van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening het bevoegd gezag. Voor vergunningen zijn dat gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat, waterschappen en een aantal ministeries.

Circuit
Het hoogspanningsnet werkt met wisselstroom in drie fasen. Drie geleiders of geleidersbundels tezamen vormen een circuit: voor elke fase is er één geleiderbundel. Hoogspanningsverbindingen worden redundant uitgevoerd, dat betekent dat een storing of defect van een lijn niet tot stroomuitval zal leiden. Eén hoogspanningsverbinding bestaat daarom uit minimaal twee circuits van elk drie geleiders of geleiderbundels.

Fase
Het spanningvoerende deel van een elektrische installatie. In hoogspanningsinstallaties die gebaseerd zijn op wisselspanning zijn er altijd drie fasen. Op iedere fase staat een sinusvormige wisselspanning, waarbij de sinussen per fase in de tijd zijn verschoven (faseverschil).

Geleider
De lijnen tussen de hoogspanningsmasten. Deze zijn gemaakt van hoofdzakelijk aluminium en geleiden de elektrische stroom tussen de hoogspanningsstations.

Hoogspanningsstation
Plaats waar hoogspanningsverbindingen onderling zijn verbonden (en waar ook de koppeling mogelijk is met elektriciteitscentrales). Ook wel aangeduid als koppelstation of transformatorstation. Bij koppelingen tussen verbindingen met verschillende voltages zijn transformatoren noodzakelijk.

Hoogspanningsverbinding
Verbinding tussen twee punten waardoor elektriciteit getransporteerd kan worden. Bij hoogspanning gaat het om een spanning van 110 kV, 150 kV, 220 kV of 380 kV. De hoogspanningsverbindingen zijn bedoeld om grote hoeveelheden elektriciteit te transporteren van de productielocaties naar de gebieden waar het verbruik plaatsvindt.

Integrale Effectenanalyse (IEA)
De Integrale Effectenanalyse (IEA) is een rapport waarin de impact van de tracéalternatieven voor de nieuwe verbinding tussen Vierverlaten en Ens wordt beschreven en waarmee de tracéalternatieven integraal met elkaar worden vergeleken

Kabel (hoogspanning)
Een geleider met een kunststof isolatielaag, geschikt om stroom te transporteren bij een hoge spanning. Een kabel kan ondergronds toegepast worden. Dan wordt gesproken over 'verkabelen'.

Kilovolt (kV)
De eenheid waarin de spanning wordt uitgedrukt. 1 Kilovolt is 1.000 Volt.

Leefomgeving
Kenmerken van de fysieke en sociale omgeving, die de gezondheidstoestand of de kwaliteit van de omgeving waarin de mens zich begeeft beïnvloeden.

Lijn (hoogspanning)
Een geleider zonder isolatielaag, geschikt om hoog in een mast op te hangen (geïsoleerd van de aarde). Op die manier kan de lijn stroom transporteren bij een hoge spanning. Een lijn kan alleen bovengronds toegepast worden.

Milieueffectrapportage (mer)
Procedure voor de totstandkoming van en de besluitvorming over de milieueffectrapportage, zodat milieu een volwaardige rol krijgt bij de besluitvorming van ruimtelijke projecten. Ook wel mer-procedure.

Milieueffectrapport (MER)
Het rapport waarin de resultaten van de milieubeoordeling van de tracéalternatieven vastgelegd worden.

Mitigerende maatregel
Een maatregel die nadelige gevolgen voor het milieu voorkomt of beperkt. Zoals het ophangen van markeringen in de bliksemdraden, zodat vogels de hoogspanningsverbinding beter kunnen zien.

Moldau mast
Nieuw ontwikkeld type vakwerkmast, waarbij het mastontwerp is geoptimaliseerd voor een zo smal mogelijke magneetveldzone. Een Moldau-mast is geschikt voor 2 circuits van maximaal 380 kV.

Natura 2000-gebied
Natura 2000 is een netwerk van beschermde natuurgebieden binnen de lidstaten van de Europese Unie. Het doel van dit netwerk is om de achteruitgang van de biodiversiteit met alle lidstaten tegen te gaan. Deze gebieden zijn aangewezen omdat ze van internationaal belang zijn, bijvoorbeeld als overwinteringsplaats voor vogels. In Nederland zijn 166 gebieden aangemeld. Het netwerk omvat alle gebieden die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992).

Natuurnetwerk Nederland (NNN)
Een landelijk netwerk van grote en kleine bestaande en nog aan te leggen natuurgebieden die verbonden zijn door natuurverbindingen waarbinnen flora en fauna zich kunnen handhaven, verplaatsen en uitbreiden.

Opwaarderen
Het vergroten van de transportcapaciteit van een hoogspanningsverbinding door het vervangen van de geleiders. Afhankelijk van het gekozen type geleider zullen ook versterkingen van de mast en/of fundering worden uitgevoerd.

Plan-MER
Milieueffectrapport over de effecten op de fysieke leefomgeving van het plan (de verschillende alternatieven).

Spanning
Potentiaalverschil tussen twee punten. De hoogte van de spanning wordt uitgedrukt in Volt (V). Het hoogspanningsnet in Nederland kent spanningsniveaus van 110, 150, 220 en 380 kV. 380 kV staat gelijk aan 380.000 Volt ofwel 380 kiloVolt.

Stroom
Elektrische stroom is beweging van elektronen (negatieve elektrische ladingen) in een geleider, bijvoorbeeld een metaaldraad die onder elektrische spanning staat. De intensiteit van de stroom of stroomsterkte wordt uitgedrukt in Ampère (A).

Tracé
De lijn door het landschap waar de nieuwe hoogspanningsverbinding wordt gesitueerd.

Tracéalternatieven
Mogelijke alternatieven die realistisch worden geacht op basis van de kansen en belemmeringen, de traceringsprincipes en een globale beoordeling van de IEA-thema's. Een tracéalternatief is een mogelijke manier waarop de nieuwe hoogspanningsverbinding kan worden gerealiseerd. Een tracéalternatief bestaat uit een tracé en een beschrijving van de vormgeving (welk type mast wordt gebruikt en is er sprake van combineren of bundelen).

Transportcapaciteit
De maximale hoeveelheid elektrisch vermogen die kan worden getransporteerd door een component of systeem. In dit rapport meestal gebruikt in de context van een hoogspanningsverbinding. Transportcapaciteit wordt uitgedrukt in MegaVoltAmpere (MVA). Daarnaast wordt de term capaciteit of transportcapaciteit ook gebruikt om de maximale stroomsterkte van de geleiders (in kilo Ampère of kA) aan te geven.

Vakwerkmast
Traditionele hoogspanningsmast, bestaande uit een open raamwerk van stalen spanten.

Variant
Lokaal andere mogelijkheden binnen een alternatief.

Varkenskrul
Krulvormig object dat aan de bliksemdraden wordt vastgemaakt zodat de zichtbaarheid voor vogels vergroot wordt en de kans dat ze met een geleider in aanraking komt, verkleind wordt.

Verbinding
In het MER wordt onder een verbinding verstaan het geheel van masten en geleiders waarover onder hoge spanning elektriciteit kan worden getransporteerd tussen Vierverlaten en Ens.

Verbruik
De hoeveelheid elektriciteit die door gebruikers (zoals huishoudens en bedrijven) op een bepaald moment wordt afgenomen.

Verkabelen
Zie kabel (hoogspanning).

Vermogen
Maat voor de hoeveelheid energie per tijdseenheid. De hoeveelheid vermogen die door een hoogspanningsverbinding getransporteerd kan worden is het product van spanning en stroomsterkte en wordt uitgedrukt in MVA (megavolt-ampère; ofwel 1 miljoen voltampère).

Voorkeursalternatief (VKA)
Het alternatief dat na zorgvuldige afweging van effecten op milieu, omgeving, techniek, kosten en toekomstvastheid de voorkeur heeft van het bevoegd gezag.

Voorkeursbeslissing
Het voorkeursalternatief wordt vastgesteld door het nemen van een voorkeursbeslissing door de ministers van Klimaat en Groene Groei en van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. De voorkeursbeslissing wordt ter inzage gelegd (samen met de IEA).

Wisselstroom
Wisselstroom (ook wel aangeduid als AC) is een elektrische stroom met periodiek wisselende stroomrichting. In zijn algemeenheid verstaat men onder wisselstroom de vorm van elektriciteit (elektrische energie) zoals die via het elektriciteitsnet geleverd wordt aan huishoudens en industrie. Het spanningsverschil, uitgedrukt in volt, wisselt volgens een sinusoïdale kromme met een frequentie van meestal 50 keer per seconde, oftewel 50 Hz.

Zetting
Bodemdaling als gevolg van een bovenbelasting, bijvoorbeeld door het gewicht van een aangebrachte ophoging of een verlaagde grondwaterstand, waardoor de bodem wordt samengedrukt.

Bijlage 2. Afkortingen

IEA
Integrale effectenanalyse

kV
Kilovolt

MER
Milieueffectrapport

mer
Milieueffectrapportage

MW
Megawatt

NNN
Natuurnetwerk Nederland

ZRO
Zakelijk Recht Overeenkomst