

Hoogspanningslijnen in Friesland

De masten van het P.E.B.



A.J. Börger
Januari 2009

VOORWOORD

Dit rapport is geschreven uit interesse voor hoogspanningsmasten. Het biedt een blik op meer dan een halve eeuw mastenbouw. Het past in een serie over hoogspanningslijnen in Nederland. In voorbereiding zijn soortgelijke verslagen over masten in andere provincies.

Hoofdonderwerp is de geschiedenis van de hoogspanningslijnen in Groningen en Noord-Drenthe. In dit gebied zijn de lijnen gebouwd door de elektriciteitsmaatschappij genaamd het Elektriciteitsbedrijf voor Groningen en Drenthe, kortweg EGD. Hierdoor zijn de masten wat betreft ontwerp vergelijkbaar en is er in de loop van de tijd een ontwikkeling in te zien. Bij het onderwerp hoogspanningslijnen ligt de nadruk hier zeer sterk op de hoogspanningsmasten, en niet op de stations, het netwerk als geheel, of op de hoogspanningstechniek.

Het gebied van de hoogspanningslijnen is wat betreft verkrijgbare informatie een vrij schaars terrein. Dit terwijl de zichtbaarheid en opvallendheid ruim voldoende zijn. Ook in vergelijking tot andere infrastructuur scoort dit onderwerp laag: over bijvoorbeeld spoorwegen is veel meer informatie te vinden. Dit rapport voorziet hopelijk in de behoefte om meer te weten te komen over de masten. Onvermijdelijk was het gebruik van een aantal vaktermen. Voor uitleg wordt verwezen naar de website wikipedia, waar onder het onderwerp hoogspanningsmast uitleg te vinden is. Ook een topografische atlas is handig als men de ligging van de tracés wil volgen.

Dat weinig geschreven is over de hoogspanningsmasten ligt waarschijnlijk vooral aan de geringe waardering voor de kabels en masten. In de ogen van meeste mensen zijn het maar lelijke objecten die het uitzicht over het landschap bederven, vergelijkbaar met windmolens. Daarnaast heeft ook slechts een minderheid van de bevolking oog voor techniek. Toch kunnen de hoogspanningslijnen wel degelijk boeien. Ten eerste is er de leeftijd van de lijnen, die zodanig is dat deze in een geheel andere tijd zijn gebouwd, voornamelijk in de jaren veertig, vijftig en zestig. Daarnaast kan als men de moeite neemt de masten goed te bekijken wel degelijk interessante verschillen waarnemen, en zijn bepaalde mastbeelden te waarderen, terwijl andere minder geslaagd zijn. In tegenstelling tot wat men misschien zou verwachten, zijn gedurende de tijd heel wat lijnen afgebroken, niet omdat ze technisch verouderd waren, maar vooral om plaats te maken voor nieuwe. Dit is de reden dat ook oud fotomateriaal is gebruikt. Het rapport is chronologisch opgebouwd en per tijdvak worden de lijnen en erin toegepaste masten beschreven.

Tom Börger
Januari 2009

SAMENVATTING

Het rapport behandelt de geschiedenis van de bovengrondse hoogspanningsleidingen in de provincie Friesland.

INHOUDSOPGAVE

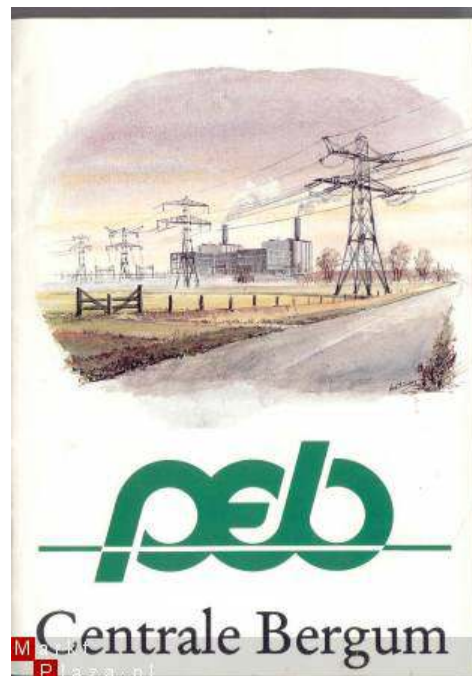
VOORWOORD	2
SAMENVATTING.....	3
1 INLEIDING	5
2 ELEKTRICITEITSBEDRIJF.....	6
3 DE EERSTE LIJNEN.....	7
3.1 60 kV LIJNEN	7
3.2 BEGIN VAN HET 110 kV-NET	9
4 UITBREIDING 110 kV-NET.....	11
5 GROEI VAN HET 110 kV-NET BEGIN JAREN ZEVENTIG.....	15
5.1 MASTEN.....	16
5.2 LOUWSMEER.....	17
5.3 OUDEHASKE EN UITLOPERLIJNEN.....	17
5.4 BOLSWARD	18
5.5 BUISMASTEN.....	18
6 220 kV-KOPPELNET	21
7 DE JAREN TACHTIG TOT HEDEN	23
7.1 OPPERKOOTEN VERVALT	23
7.2 HEERENVEEN	24
7.3 HISTORISCHE DELEN HOOGSPANNINGNET	24
7.4 380 kV-LEIDINGEN	24
8 GERAADPLEEGDE BRONNEN	26
BIJLAGE A: OMVANG NET IN FRIESLAND	27
BIJLAGE B: OVERZICHT MASTTYPES E.G.D.	28

1 INLEIDING

Dit rapport beschrijft de historie van de hoogspanningslijnen en vooral van de hoogspanningsmasten Friesland. De lijnen zijn grotendeels gebouwd door het elektriciteitsbedrijf het PEB, vanaf de jaren zeventig echter ook de SEP, de voorloper van het huidige TENNET. Omdat al de lijnen in Friesland door het PEB zijn gebouwd, hebben deze een bepaalde samenhang.

2 ELEKTRICITEITSBEDRIJF

Het elektriciteitsbedrijf van Friesland bestond heette het Provinciaal Elektriciteitsbedrijf (PEB). Het is niet precies bekend wanneer dit bedrijf is opgericht, maar het bestond zeker al in de jaren vijftig van de twintigste eeuw. Een overeenkomst met de elektriciteitsbedrijven in de andere noordelijke provincies en Overijssel, is de spanning van het hoogspanningsnet, die 110 kV bedroeg. In Friesland is echter ook een aantal 60 kV-lijnen aanwezig geweest. Net als de elektriciteitsbedrijven in de andere provincies is het PEB door een fusie overgegaan in een ander bedrijf. Dit gebeurde in twee stappen. Eerst fuseerde in 1986 het productiebedrijf met de productiebedrijven van de PGEM, de EGD en de IJsselmij, tot de EPON. Later ging de EPON over in het van oorsprong Belgische Electrabel. Aan het begin van de jaren negentig ging het distributiedeel over in de nieuw opgerichte NUON. De fusiepartner was het Gelderse PGEM. De keuze van deze fusiepartner is vanuit het oogpunt van het hoogspanningsnet onlogisch omdat in Gelderland een 150 kV net aanwezig is. Een samenwerking met de Overijsselse, Groningse en Drentse bedrijven was vanuit dat oogpunt meer voor de hand gelegen. Uit de elektriciteitsbedrijven van laatstgenoemde provincies ontstaat na 1999 de ESSENT. Door als NUON verder te gaan is Friesland tegenwoordig eiland in "ESSENT- gebied".



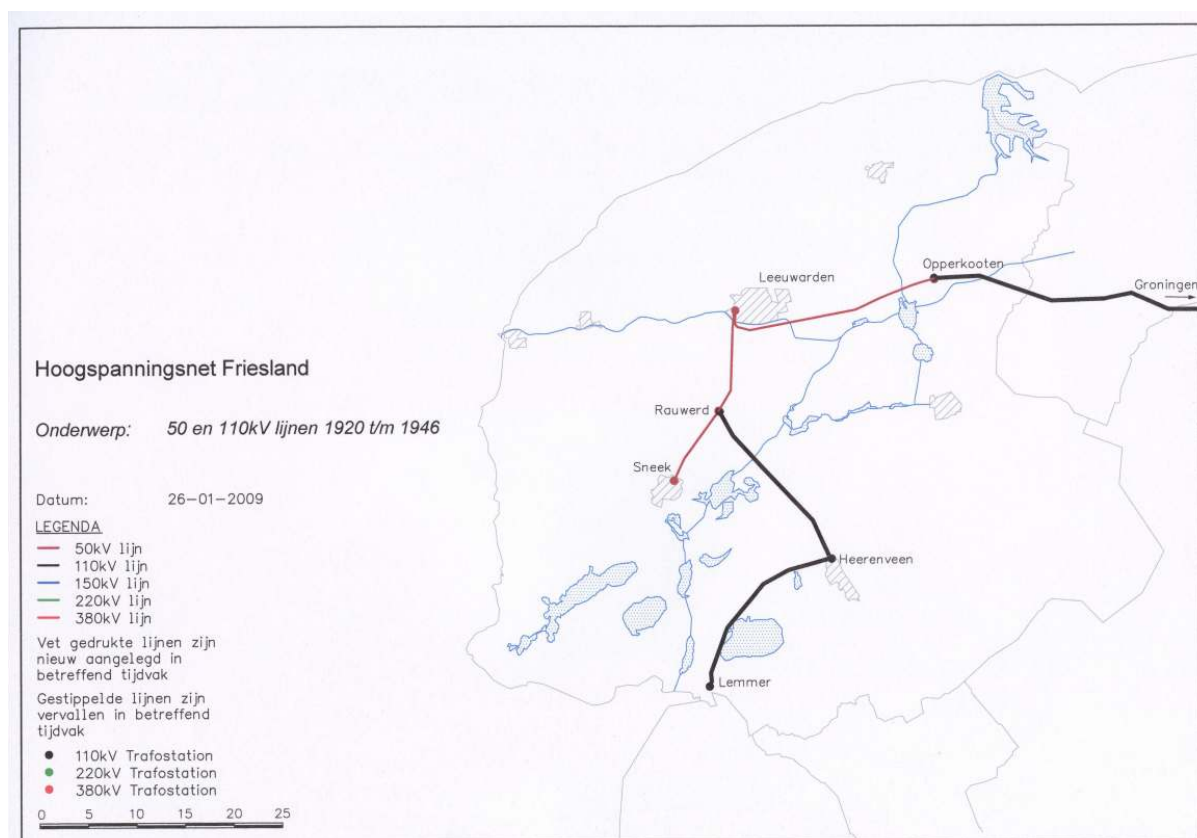
Figuur 2.1 voorblad van een brochure uit de jaren zeventig over de Centrale Bergum, met daarop het PEB-logo.

3 DE EERSTE LIJNEN

De eerste hoogspanningslijnen die in Friesland werden aangelegd, waren voor de spanning van 60 of 50 kV. Het jaar van aanleg is niet geheel bekend, maar moet in de jaren twintig hebben gelegen. Dat is af te leiden aan het masttype: het zijn "dennenboom"-masten, die een spits mastlichaam hebben met korte puntige traverses. In de jaren twintig was dit het meest gangbare type. De lijnen werden gebouwd rondom Leeuwarden, waar aan de Emmakade een centrale bestond. Naar het oosten liep een lijn naar Opperkooten. In zuidwestelijke richting ging de lijn naar Rauwerd en verder naar Sneek. Alle lijnen zijn reeds lang afgebroken.

In de jaren dertig werden de eerste 110 kV-lijnen gebouwd. Deze werden eerst nog op de spanning van 60 kV bedreven. Ze werden aangelegd bij Heerenveen en er werd een verbindingslijn tussen Grondingen en Opperkooten aangelegd, zodat het Groningse net werd gekoppeld met het Friese. In de tabel staat een overzicht van de 60 kV -lijnen.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
1	Opperkooten - Leeuwarden	50 kV	22,8	1920	1965	Dennenboom
2	Leeuwarden - Rauwerd	50 kV	10,6	1920	1965	Dennenboom
3	Rauwerd - Sneek	50 kV	8,5	1920	1970	Dennenboom



Figuur 3.1: de oudste lijnen in de provincie Friesland. De 60 kV-lijnen zijn begin jaren twintig aangelegd, de 110 kV-lijnen (eerst nog op spanning 60 kV) in de jaren dertig.

3.1 60 kV-lijnen

De hoogspanningslijnen vanuit Leeuwarden begonnen aan de westkant van de stad. Het opstijgpunt lag in de bocht van de spoorlijn naar Stiens. Het is onbekend of er daar een hoogspanningsstation bevond of dat het alleen ging om een stijgpunt. Tegenwoordig is er wel een station aanwezig, genaamd Schenkenschans. Er sluit sinds de jaren zeventig een ondergrondse 110 kV-lijn op aan.

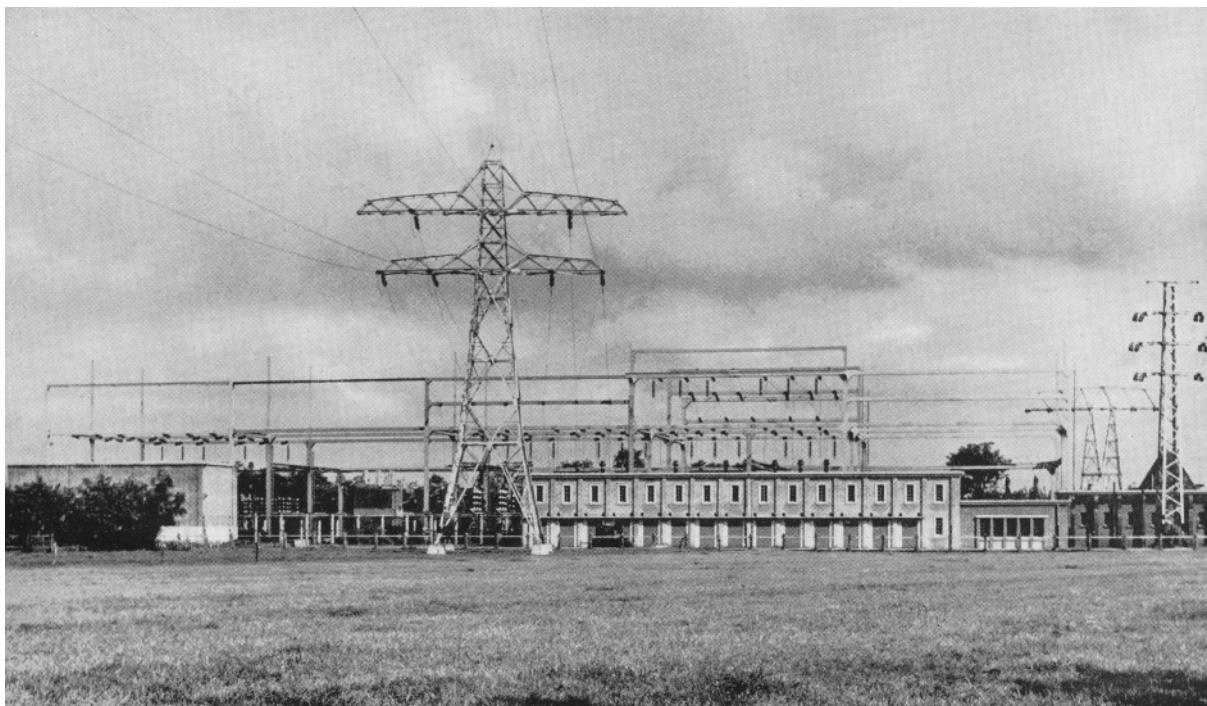
De 60 kV-lijnen naar Opperkooten en Rauwerd liepen eerst parallel naar het zuiden, maar na een kilometer boog de lijn naar Opperkooten in oostelijke richting af. Deze passeerde daarbij het dorpje Goutum op slechts een paar honderd meter. Na Goutum ging de lijn in een min of meer rechte lijn naar het station bij Opperkooten toe. Het Bergummermeer werd ten noorden gepasseerd.

In Opperkooten was een station aanwezig. Enige jaren na de aanleg van de 60 kV-verbinding kwam de lijn vanuit Groningen ook bij dit station aan, zodat een koppeling bestond tussen de twee provinciale elektriciteitsbedrijven. Daarmee was het station Opperkooten (bij Buitenpost) een belangrijk station in Noord-Nederland.



Figuur 3.2: 60 kV mast bij Goutum, foto omstreeks 1960. Op de achtergrond een 110 kV mast uit de lijn Rauwerd - Leeuwarden. De mast heeft wel wat weg van een Gelderse 50 kV mast, zoals we die in de lijn Apeldoorn – Arnhem aantreffen.

Vermoedelijk aan het einde van de jaren zestig is de 60 kV-lijn afgebroken. De reden hiervoor is dat deze lijn vervangen werd door de nieuwe 110 kV-lijnen, die een grotere capaciteit hadden.



Figuur 3.3: station Opperkooten omstreeks 1960. Uiterst rechts staat de 60 kV-eindmast van de lijn naar Leeuwarden. Links de later gebouwde 110 kV-eindmast in de lijn naar Leeuwarden. Rechts op de achtergrond de eindmast van de lijn naar Groningen.

Ook de lijn naar Rauwerd is in die tijd afgebroken. Ook hier was de reden dat een nieuwe 110 kV-lijn werd gebouwd met grotere capaciteit. De verbinding naar Sneek is waarschijnlijk als laatste vervallen, deze werd vervangen door een buismastenlijn.

3.2 Begin van het 110 kV-net

In de jaren dertig werden de eerste 110 kV-lijnen gebouwd. Deze hadden alle een functie in het koppelnet. De belangrijkste lijn was die tussen Groningen en Opperkooten, waardoor een verbinding tussen Groningen en Friesland ontstond. De spanning was in het begin nog 60 kV. Pas na de oorlog werd de lijn op 110 kV gezet. De andere twee lijnen lagen rondom Heerenveen: naar Rauwerd en naar Lemmer. De masten in de twee laatste lijnen waren van het Friese hamerkoptype. De masten in de lijn naar Groningen waren van het Groningse type. De Friese masten vertoonden wat uiterlijk betreft veel overeenkomst met het Groningse type, maar verschilden er op enkele punten toch van. Twee lijnen bestaan nu nog, hoewel enigszins gewijzigd. Ze staan bij Heerenveen: de verbindingen Heerenveen - Rauwerd en Heerenveen - Lemmer. Het precieze bouwjaar en bouwvolgorde van de drie lijnen is onbekend, maar ligt in de jaren dertig. Vermoedelijk is de lijn Groningen - Opperkooten het oudst.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
4	Opperkooten - Groningen (tot grens)	110 kV	9,9	1930	1980	Hamerkop (Gr)
5	Heerenveen - Rauwerd	110 kV	14	1935	-	Hamerkop
6	Heerenveen - Lemmer	110 kV	19,6	1935	-	Hamerkop



Figuur 3.4: 110 kV-steunmast in de lijn Heerenveen - Lemmer bij Owsterhaule. De Friese Hamerkopmasten zijn net als de Groningse hamerkopmasten klein en gedrongen. Bij de Friese masten is de bovenrand van de traverse wel dubbel uitgevoerd. Door de vlakke vorm passen de masten goed in het open landschap.

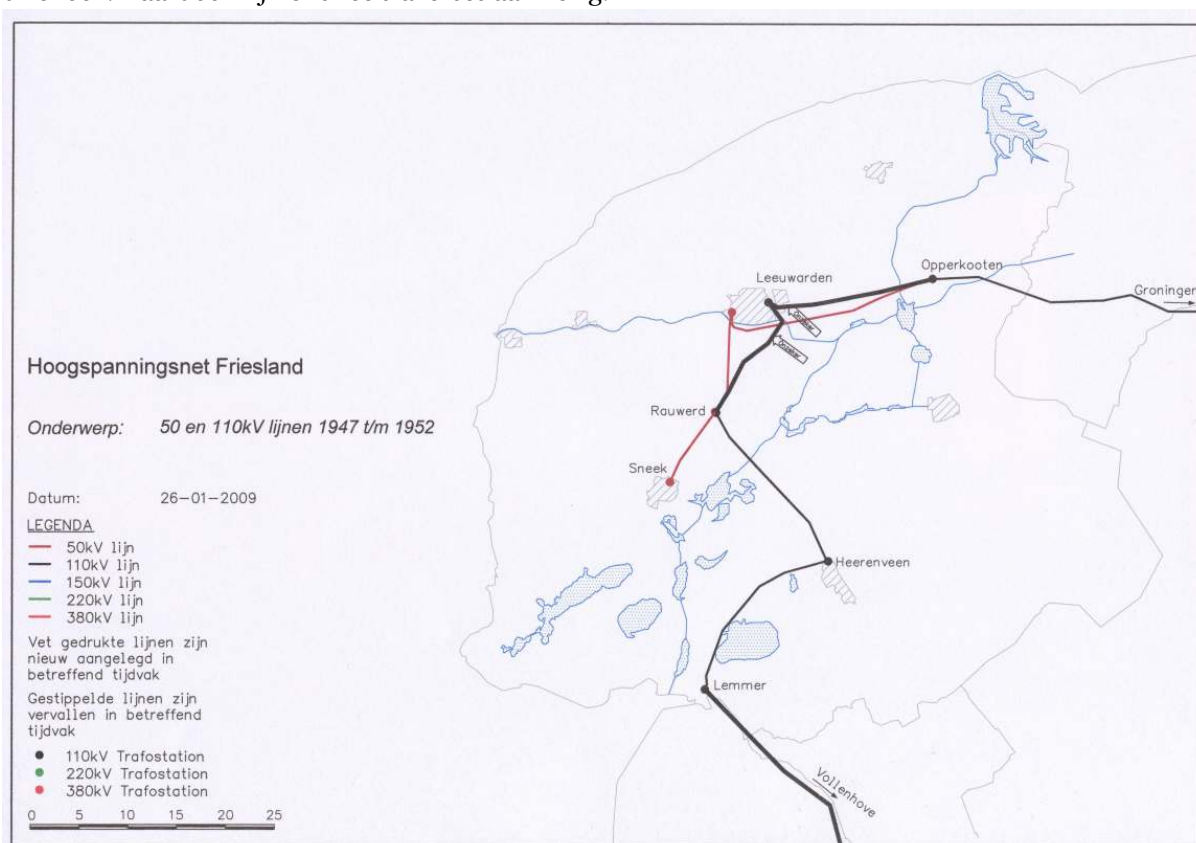
Het masttype is in veel opzichten gelijk aan de Groningse hamerkopmast: het mastlichaam heeft een rechthoekige plattegrond, er komen twee diagonaalruiten tot de traverse in voor, het mastlichaam eindigt in een punt. Ook de detaillering van de knooppunten verschilt weinig. Verschillen zitten vooral in de vorm van de traverse: de Friese mast heeft een hogere traverse en kent een dubbele bovenrand, zodat de traverses toch een rechthoekige doorsnede hebben in plaats van een driehoekige, wat bij de Groningse masten het geval is. Voordeel van de rechthoekige vorm zijn uiteraard de staafaansluitingen die veel simpeler zijn. In de lijnen komt vanwege het waterrijke land een groot aantal waterkruisingen voor. Ook de spoorwegen en de autoweg tussen Heerenveen en Leeuwarden worden gekruist. Bij de spoorlijn zijn twee hoekmasten opgenomen met zeer kleine tussenafstand.

Het station Heerenveen lag vrij dicht bij het centrum en is gedurende de tijd ingesloten geraakt door bebouwing. In de jaren negentig zijn daardoor de lijnen naar het station ondergronds gebracht. Het station had na de bouw van het grote 220/110 kV-station Oudehaske al in belang ingeboet, zodat met een enkele aftakkingslijn volstaan werd. De lijn naar Lemmer begint sinds die tijd dus in Oudehaske. De 110 kV-lijn naar Rauwerd begint sindsdien bij een driewegsportaal van de 110 kV lijn Oudehaske - Oosterwolde.

De lijn Opperkooten - Groningen kent een lange geschiedenis. Na al in de jaren zestig verlegd te zijn naar Viervorlaten bij Groningen werd de gehele lijn begin jaren tachtig afgebroken, vanwege de dubbeling met de 220 kV-lijn Bergum - Viervorlaten. De afbraak ging zelfs zover dat het hele station Opperkooten van de kaart verdween. Dit gebeurde enkele jaren later. Hiermee verdween één van de oudste stations van Noord-Nederland. De rol van het station werd overgenomen door het station bij de Bergumcentralen.

4 UITBREIDING 110 KV-NET

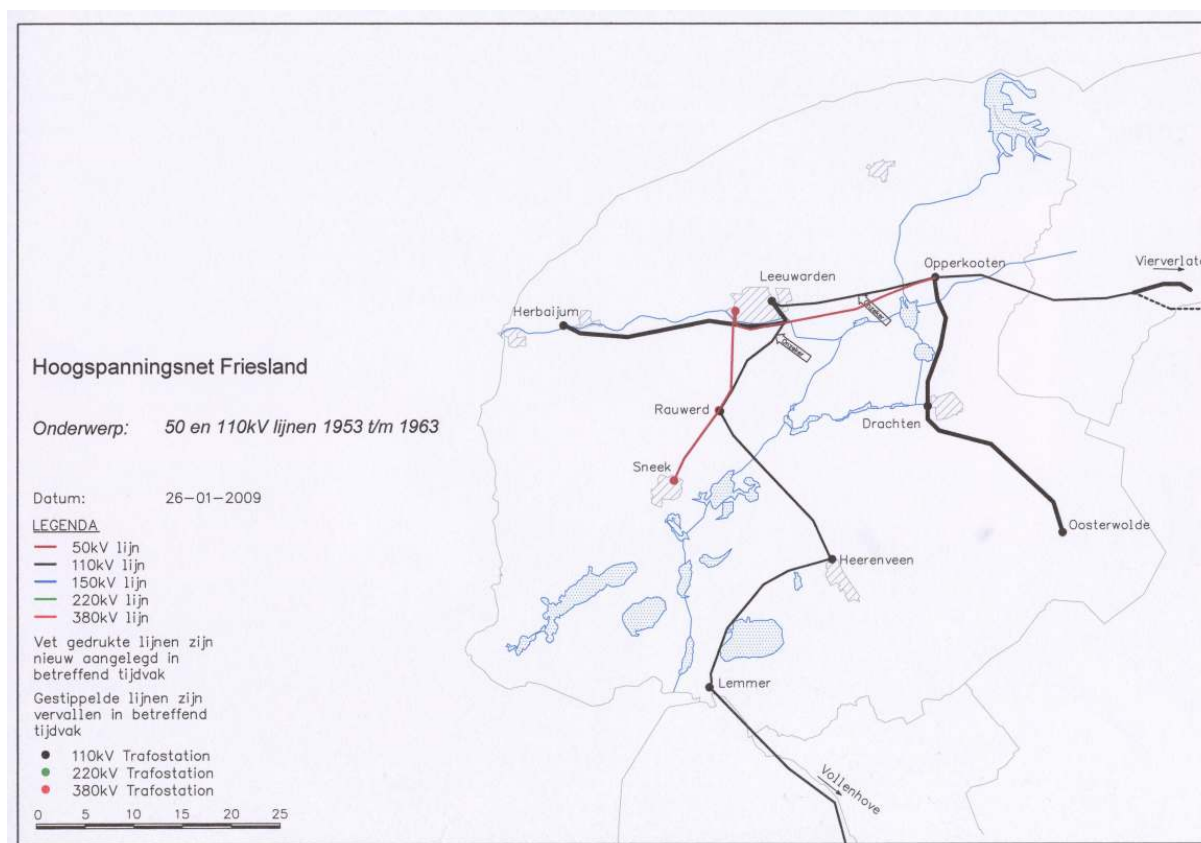
De eerste naoorlogse lijnen werden net als de oudste 60 kV-lijnen weer vanuit Leeuwarden aangelegd. Het zijn Leeuwarden - Rauwerd en Leeuwarden - Opperkooten. Ze kunnen gezien worden als versterkingen van de toenmalige 60 kV-lijnen. De ligging van het tracé van Leeuwarden - Rauwerd en ook een deel van Leeuwarden - Opperkooten is onzeker. Dit komt doordat de eerste lijn al vrij snel weer is afgebroken en een deel van de lijn naar Opperkooten ook is vervangen. Later, aan het eind van de jaren vijftig, werd nog een aantal hoogspanningslijnen aangelegd: dit zijn de lijnen Leeuwarden - Herbaijum (bij Franeker), en het traject Opperkooten - Drachten - Oosterwolde. De lijnen zijn momenteel nog grotendeels aanwezig. De masten in de lijnen uit deze periode waren alle van het donautype. Ze kenmerken zich door een vrij breed mastlichaam met twee knikken erin, en traverses die een vrij ingewikkelde vorm hebben. De kabels hangen per circuit in de vorm van een gelijkzijdige driehoek. Daardoor zijn er twee traverses aanwezig.



Figuur 4.1: nieuwbouw van lijnen onmiddellijk na de tweede wereldoorlog. De 60 kV-lijnen bij Leeuwarden worden vervangen door 110 kV-lijnen, hoewel de 60 kV-lijnen vooralsnog blijven staan. De exacte ligging van de 110 kV-tracés bij Leeuwarden is niet goed bekend.

In de tabel staan de hoogspanningslijnen die in de jaren vijftig werden gebouwd. Deze lijnen hebben het donau- masttype met elkaar gemeen. Ze zijn onder te verdelen in twee groepen: de eerste twee lijnen vanuit Leeuwarden zijn ouder dan de drie latere lijnen naar Herbaijum, Drachten en Oosterwolde.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
8	Leeuwarden - Rauwerd	110 kV	19	1950	1970	Donau
9	Leeuwarden - Opperkooten	110 kV	17,1	1950	-	Donau
11	Leeuwarden - Herbaijum	110 kV	25,5	1960	-	Donau
16	Opperkooten - Drachten	110 kV	13,1	1960	-	Donau
12	Drachten - Oosterwolde	110 kV	20,4	1960	-	Donau



Figuur 4.2: de tweede naoorlogse golf van lijnenbouw. De masten waren van het donautype. De aanleg vond plaats aan het einde van de jaren vijftig. Vanuit de stations bij Leeuwarden en Oppekkooten werd in zuidoostelijke en westelijke richting uitgebreid. De lijnen zijn nu nog grotendeels aanwezig.

De Friese donaumasten passen binnen de gangbare donaumasten die in de jaren veertig werden ontworpen in Nederland. Toen was al een tweedeling in Nederland aanwezig wat betreft de spanning van de lijnen: in de noordelijke en oostelijke provincies werden 110 kV-lijnen gebouwd, in de andere provincies werd 150 kV toegepast. In de jaren veertig werd de donaumast in Nederland algemeen gangbaar. De enige uitzondering hierop was de provincie Groningen: daar bleef men hamerkopmasten toepassen. Vergelijkbaar met de masten in Friesland waren die in Overijssel, omdat daar ook de spanning 110 kV was. Vergeleken met het Overijsselse type was de Friese mast een stuk lager en ook anders gebouwd. Zo heeft de Overijsselse mast een mastlichaam dat nog doorloopt boven de boventraverse, wat bij de Friese mast ontbreekt. Er zijn bij de Friese mast slechts twee diagonaalruiten tot de ondertraverse, bij de Overijsselse mast zijn dat er drie. Gevolg is dat de masten in Friesland dichter bij elkaar staan: 300 meter tegen 350 meter bij de Overijsselse mast. Het ontbreken van een deel mastlichaam boven de boventraverse komt ook voor bij de 150 kV-donaumasten in West-Nederland. Helaas is dit een minder geslaagde eigenschap qua uiterlijk. Wat verder opvalt aan de Friese donaumasten is de hoogte van de traverse: deze is wat aan de kleine kant, waarbij ook de diagonaalindeling van de traverses wat grof is. Dit draagt ook niet bij aan het uiterlijk van de mast. Bij de hoekmasten is de bevestiging van de boventraverse wel erg groot uitgevallen, waardoor dit de aanblik zo overheerst dat het afbreuk doet aan het uiterlijk. Mogelijk is de mast wel economischer dan zijn Overijsselse variant, omdat minder staven voorkomen in de mast. Daar staat tegenover dat er meer masten per kilometer nodig waren. Helaas bleken de masten niet voldoende bestand tegen extreme weersituaties: in februari 1966 kwam op grote schaal ijzel voor in Friesland. Daardoor bezweek bij Drachten een aantal masten, meest voorkomende schade was het naar beneden knikken van de traverses. De schade trad ook op bij de hoge kruisingsmasten bij de haven van Drachten. Er werd een tijdelijke noodlijn aangelegd. Deze kwam tot stand met hulp van de N.V. IJsselcentrale uit Overijssel. Tijdens de latere ijzelsituaties van 1979 en 1987 trad geen schade op.



Figuur 4.3: steunmast nummer 7 in de lijn Opperkooten - Drachten, tegenwoordig Bergum - Drachten. De masten hebben een sprekend uiterlijk, kenmerkend voor de naoorlogse lijnenbouw.

In Leeuwarden begonnen drie nieuwe 110 kV lijnen. Omdat het begin van deze lijnen in de jaren zeventig is verlegd naar station Louwsmeer, is onzeker hoe precies de ligging was van de hoogspanningslijnen. Enigszins zeker is dat een van de lijnen door het natuurgebied "Froskepolle" liep. Opmerkelijk is dat de hoogspanningslijn Leeuwarden - Rauwerd al in de jaren zeventig is vervangen door een nieuwe 110 kV leiding. Globaal op de plek van de oude lijn kwam de 220 kV-lijn. De ligging van de oude 110 kV-lijn is daardoor niet zo makkelijk te achterhalen. De 110 kV lijn naar Opperkooten is heden nog wel aanwezig, alleen het gedeelte tussen Louwsmeer en Leeuwarden is vervangen door de nieuwe 110 kV-dubbellijn tussen Louwsmeer en Leeuwarden. De Bergummercentrale met het bijbehorende station zorgde midden jaren zeventig voor een onderbreking van de lijn. Vanwege de centrale verviel de rol van het ooit belangrijke station Opperkooten. Aan het begin van de jaren negentig werd het station afgebroken en begon de lijn naar Drachten in Bergum, met het deel van de voormalige lijn Leeuwarden - Opperkooten. De masten zijn van hetzelfde type, dus het lijkt alsof de situatie altijd al zo is geweest.

De lijn naar Herbaijum liep vanuit het huidige opstijppunt bij de huidige wijk Camminghaburen eerst in zuidelijke richting. Het tracé lag vermoedelijk gelijk met dat van de lijn naar Rauwerd. Na de passage van het kanaal ging de lijn echter alleen verder. Na een aantal scherpe bochten was de richting westelijk geworden. Tot aan het eindstation kwam de lijn parallel aan de spoorlijn te liggen. Al in de jaren zeventig werd het eerste deel van de lijn vervangen door een nieuwe 110 kV-dubbellijn. De andere was de nieuwe omgeleide 110 kV-lijn Louwsmeer - Rauwerd.

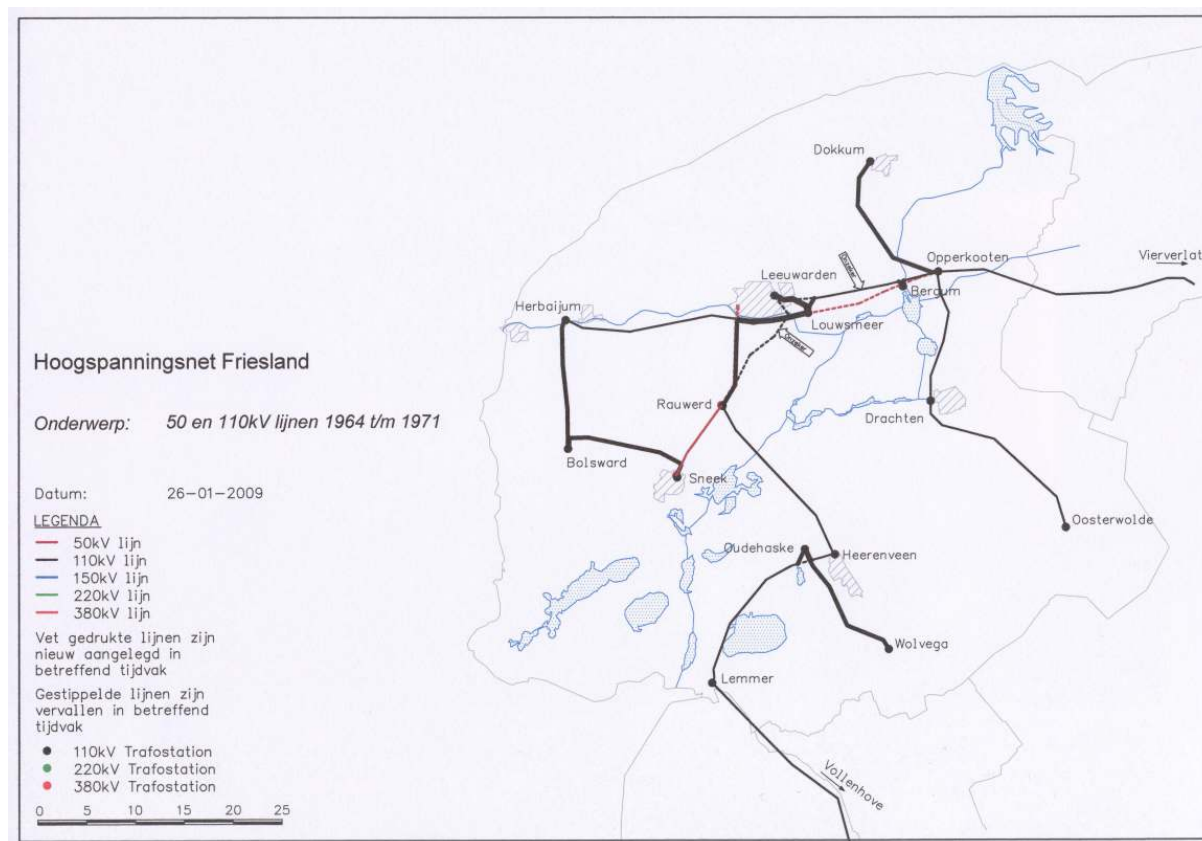
De laatste lijnen uit deze periode zijn de verbindingen vanuit Opperkooten naar Drachten en Oosterwolde. Deze lopen door het Woudengebied van Friesland, dat veel geslotener is dan het westelijk deel van de provincie. De lengte van de totale lijn naar Oosterwolde was vrij groot met totaal 33 km. Aan het einde van de jaren zeventig sloot op de verbinding met een driewegsconstructie de buismastenlijn vanuit Heerenveen aan. Verder zijn er geen grote veranderingen geweest en is de lijn nog geheel aanwezig. Wel loopt hij door bebouwing van de plaats Drachten, zodat het bestaan daar bedreigd is.

5 GROEI VAN HET 110 KV-NET BEGIN JAREN ZEVENTIG

In een tijdsbestek van circa vijf jaar werd een groot aantal lijnen aangelegd. Er kwam een nieuw masttype voor, dat is in te delen bij de donaumasten. Vergeleken met de donaumasten van de generatie ervoor, was de nieuwe mast geheel anders. Zo waren de traverses veel spits, en had het mastlichaam een fijnmaziger net van diagonalen. Het masttype heeft daardoor wat weg van de 150 kV lijnen in Noord-Holland en helaas niet van de masten in Groningen en Overijssel, wat bij de voorgaande lijnen nog wel het geval was.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
14	Oudehaske - Wollega	110 kV	13,8	1970	-	Donau II
15	Herbajum - Bolsward	110 kV	13,3	1970	-	Donau II
17	Bolsward - Sneek	110 kV	14,1	1970	-	Donau II
18	Rauwerd - Louwsmeer	110 kV	16,2	1970	-	Donau II
19	Louwsmeer - Leeuwarden 1	110 kV	4,0	1970	-	Donau II
20	Louwsmeer - Leeuwarden 2	110 kV	4,0	1970	-	Donau II
21	Opperkooten - Dokkum	110 kV	16,2	1972	-	Donau II
22	Rauwerd - Sneek	110 kV	8,5	1973	-	Buismast
23	Oudehaske - Oosterwolde (aansluiting)	110 kV	27,2	1977	-	Buismast

Veel lijnenbouw hing samen met het nieuwe station Louwsmeer. Maar ook in het westen werd Bolsward aangesloten. Naar Dokkum en Wollega ontstonden uitloperlijnen. Het station Louwsmeer is vergelijkbaar met station Hessenweg bij Zwolle, Vierverlaten bij Groningen en Oudehaske bij Heerenveen. Het zijn verdeelstations die buiten de directe bebouwing van de stad (oude centrale) zijn gelegen. Er vindt transformatie plaats tussen 220 kV en 110 kV-leidingen.



Figuur 5.1: de lijnenbouw aan het einde van de jaren zestig. Bij Leeuwarden kwam het grote station Louwsmeer. Naar Wollega en Dokkum werden uitloperlijnen aangelegd.



Figuur 5.2: 110 kV-eindmast in de lijn Louwsmeer - Rauwerd bij station Rauwerd. De masten uit de jaren zeventig kennen een vrij simpele bouw, zonder ingewikkelde verbanden en vormen.

5.1 Masten

Het masttype is typisch voor de jaren zestig: een verregaande versimpeling in het mastontwerp is kenmerkend voor die tijd. De verhouding materiaalkosten- arbeid verschoof namelijk. In Overijssel werden in die tijd de dennenboommasten gebouwd, in Groningen nog steeds hamerkopmasten. Het Friese masttype heeft met beide weinig gemeen. Het is beter vergelijkbaar met de masten die in Noord-Holland staan. De mast is op grote schaal toegepast: aan het eind van de periode was maar liefst 80 km nieuwe leiding ermee gebouwd, wat ongeveer eenderde was van het totaal.

De vorm van de masten is het best te omschrijven als rechthoek-rechtaant, er zijn geen opvallende zaken te zien. Het mastlichaam begint met een broekstuk en kent een knik bij de ondertraverse. Er zijn relatief veel diagonalen aanwezig in de mast, omdat het mastlichaam vrij slank is. Helaas sluiten bij de steunmasten de diagonalen in de zijvlakken niet aan op de diagonalen in het voor- en achtervlak. Door deze eigenschap voldoet een lichter profiel randstaaf, maar het is wel lelijk van opzij gezien. Het is een typische Duitse eigenschap. De traverses zijn simpel uitgevoerd en lopen in een spitse vorm naar buiten toe. De boventraverse is breder dan de ondertraverse. De afstand tussen de twee traverses is vrij minimaal, waardoor de mast hoger lijkt dan hij is. Dit wordt nog versterkt door het slanke mastlichaam. De mast past door zijn platte vorm en slanke uiterlijk goed in het open Friese landschap. Er zijn verder weinig bijzonderheden te melden over de mast. Hij zal tamelijk licht en eenvoudig zijn

geweest en was daarmee ongetwijfeld zeer economisch. Men zou kunnen zeggen dat het concept vakwerkmast technisch uitontwikkeld was toen deze mast ontworpen werd. Efficiënter kon het niet.



Figuur 5.3: de standaardsteunmasten van de jaren zeventig lijnen. De masten ogen licht en hebben een vriendelijk uiterlijk. Het feit dat de diagonalen in vier vlakken niet op elkaar aansluiten, doet helaas afbreuk aan het uiterlijk, vooral van opzij gezien (in deze foto dus niet storend).

5.2 Louwsmeer

Het grootste project rondom 1970 was de aanleg van het station Louwsmeer. Maar liefst vijf nieuwe 110 kV-lijnen zouden op dit station aan gaan sluiten en ook twee 220 kV verbindingen. De locatie was zo gekozen dat met korte verbindingslijnen een groot aantal bestaande hoogspanningslijnen kon worden aangesloten. Het station lag op de plek van de voormalige 60 kV lijn Opperkooten - Leeuwarden. Een van de verbindingslinjes ging naar Goutum. Er werden twee parallelle lijnen gebouwd, voor de richtingen Rauwerd en Herbaaijum. De masten werden als twee identieke paren neergezet. De nieuwe lijn betekende het einde van de bestaande 110 kV-lijndelen die in Leeuwarden uitkwamen. In noordwestelijke richting ging vanaf Louwsmeer ook een lijnenpaar, deze had de bestemming Leeuwarden, wat een kort traject was. Door deze lijn kon een gedeelte van de lijn Opperkooten - Leeuwarden vervallen. In oostelijke richting werd de lijn naar Opperkooten met korte verbinding aangesloten. Kort na de aanleg van het 110 kV station werd ook het 220 kV station in gebruik genomen, zodat via Louwsmeer het Friese net werd aangesloten op het landelijk koppelnet.

5.3 Oudehaske en uitloperlijnen

Naar de randen van de provincie werden nieuwe lijnen aangelegd. De eerste ging in zuidelijke richting naar Wolvega. Het vertrekstation was niet Heerenveen, maar het nieuwe station Oudehaske. De bouw van het station Oudehaske was bijna even omvangrijk als het station Louwsmeer. De bestaande lijn naar Lemmer werd onderbroken en deels verlegd. De nieuwe lijn in zuidelijke richting naar Wolvega, kon hierdoor zonder een kruising beginnen. De 220 kV lijn vanuit Ens kwam ook bij het station aan, waardoor ook hier het Friese net op het landelijk koppelnet werd aangesloten. De 110 kV verloor deze functie dus. Deze liep grotendeels gelijk met de 220 kV leiding in zuidelijke richting. Maar een aantal kilometer voor Wolvega boog de 220 kV naar het westen af terwijl de 110 kV-leiding in precies de tegenovergestelde richting verder ging.

Naar Dokkum kwam ook een nieuwe lijn. Deze begon nog bij het station Opperkooten. Later zou vanwege de opheffing van station Opperkooten het begin verlegd worden naar de centrale bij Bergum (zie Figuur 7.2). De lijn liep na het inmiddels vervallen begin, met een geleidelijke boog in noordelijke richting.

5.4 Bolsward

In het zuidwesten van de provincie ontstond een ringleiding door de twee lijnen Herbaijum - Bolsward en Bolsward - Sneek. De twee lijnen kennen een eenvoudig tracé dat weinig bijzonderheden had. Bij Bolsward liepen de twee lijnen eerst nog parallel tot het station. Op enige afstand van het station boog de lijn naar Sneek af, zodat het tracé ten noorden van Bolsward langs kon lopen. Bij Sneek kwam een vergelijkbare situatie voor, al werd er daar voor gekozen om een viercircuitlijn te bouwen, waar ook de lijn vanuit Rauwerd op werd gelegd.



Figuur 5.4: het eindportaal van het viercircuitlijn gedeelte bij Sneek. Op de achtergrond de buismast in de lijn naar Rauwerd en links de eindmast naar Bolsward.

5.5 Buismasten

In Friesland zijn twee buismastenlijnen gebouwd. Dit gebeurde met enige tussentijd, zodat de masten verschillend waren. De eerste is de lijn Rauwerd - Sneek. Het is een lijn die de oude 60 kV-leiding vervindt aan het begin van de jaren zeventig. De lengte was relatief kort en er kwamen geen bijzondere bochten of kruisingen in voor. Bij Sneek sloot de lijn aan op de viercircuitlijn, die gevormd werd door portalen. Een circuit echter, werd rechtstreeks aangesloten op de lijn Bolsward, zodat een lijn Rauwerd- Bolsward werd gevormd. Het masttype van de lijn Sneek - Rauwerd lijkt sterk op dat van de 150 kV lijn Arkel - Papendrecht in Zuid-Holland.



Figuur 5.5: eindmast in de lijn Rauwerd - Sneek bij Sneek. Op de achtergrond de eindmast van de lijn naar Heerenveen. Links is zichtbaar een voormalige hoge 60 kV-mast.

De tweede buismastenlijn is de lijn van Oudehaske naar de aansluiting bij Oosterwolde. Deze is omstreeks 1977 aangelegd, en is daarmee de laatstgebouwde nieuwe lijn in Friesland. Het tracé van de de hoogspanningslijn was tamelijk lang en kruiste de bestaande verbinding tussen Heerenveen - Rauwerd. Bij Heerenveen volgde het tracé eerst enkele kilometers de snelweg A7, maar met twee hoekmasten ging de lijn meer zuidwaarts, waarbij deze uit het zicht van de snelweg verdween. Het volgende deel tot aan de eindmast bij de bestaande lijn Drachten - Oosterwolde is een vrij recht deel door een afgelegen gebied. Het landschap is veel meer gesloten dan dat bij Heerenveen.

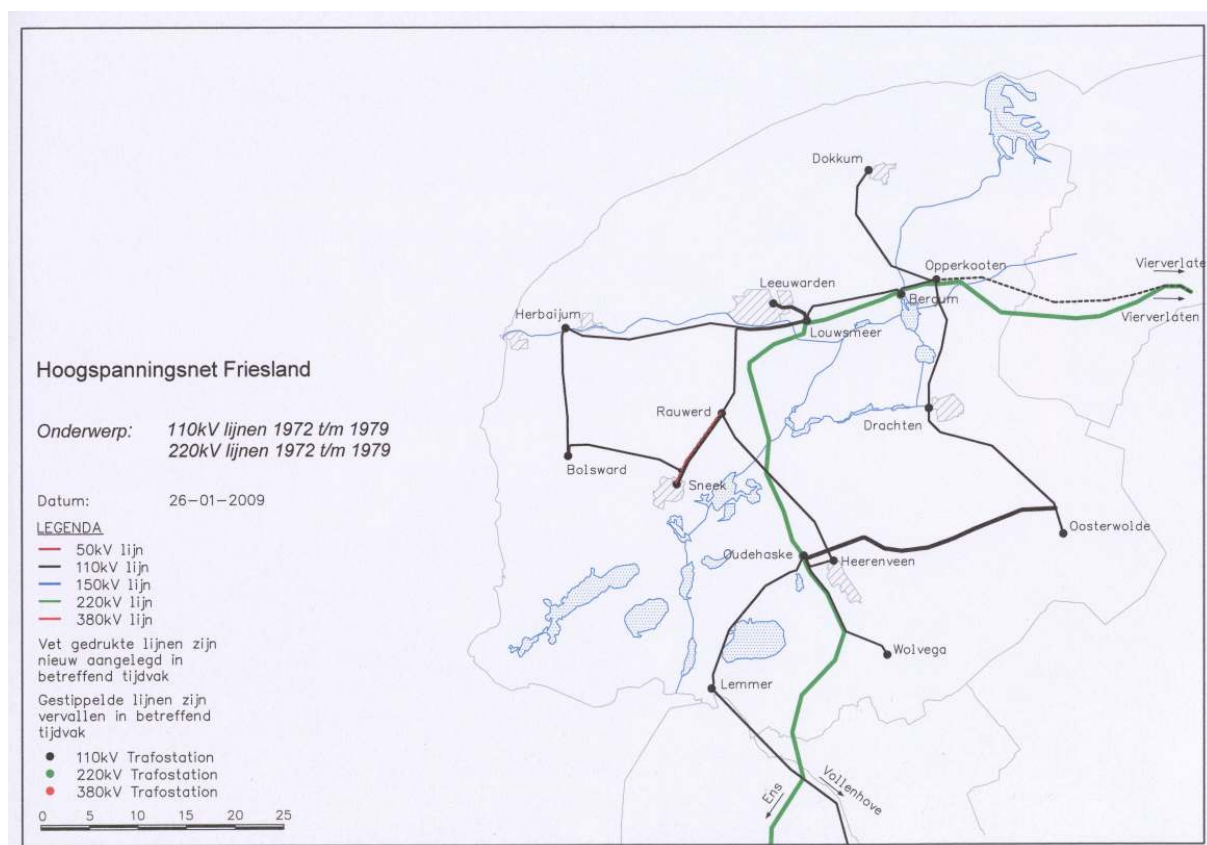


Figuur 5.6: buismast in de lijn Oudehaske - Oosterwolde aansluiting, bij de kruising met de A31. De masten hebben geen cirkelvormige buis maar een zeshoekige. De masten zijn aan gewone kettingen opgehangen. Ze lijken erg smal.

6 220 KV-KOPPELNET

In het noordoosten van Nederland was in tegenstelling tot Zuid- en West-Nederland een koppelnet gepland met de spanning van 220 kV. Aan het begin van de jaren zestig werden de eerste 220 kV lijnen in gebruik genomen in Overijssel en ook tussen Groningen en Overijssel. De masten in die lijnen werden nog gebouwd door de regionale elektriciteitsbedrijven. Het vervolg van de 220 kV lijnenbouw werd door de SEP geregeld, zodat deze lijnen in Friesland, Groningen en Overijssel hetzelfde masttype kregen. Door Friesland kwam de noordwestelijke tak van het noordoostelijke 220 kV ring te lopen. Deze verbond het station Ens met Vierverlaten en had tussenstations in Oudehaske, Louwsmeer en Bergum.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
24	Oudehaske - Ens (tot grens)	220 kV	21,4	1972	-	Donau
25	Oudehaske - Louwsmeer	220 kV	28,8	1972	-	Donau
26	Louwsmeer - Bergum	220 kV	10,4	1972	-	Donau
27	Bergum - Vierverlaten (tot grens)	220 kV	13,3	1972	-	Donau



Figuur 6.1: de nieuwbouw van het 220 kV-net in Friesland, begin jaren zeventig. Aan het eind van de periode werd de 110 kV lijn Opperkooten - Vierverlaten afgebroken. Ook werden in de jaren zeventig de buismastlijnen gebouwd, naar Sneek en Oosterwolde.

De masten zijn uitvoerig beschreven in het deel over het EGD, zodat voor de beschrijving hiernaar verwezen wordt. De 220 kV-lijnen in Friesland begonnen bij Ens in de Noordoostpolder en liepen naar Vierverlaten bij Groningen. Het traject is op te delen in vier delen. Alle stations tussen de lijndelen werden in samenhang met de lijn nieuw gebouwd. Ze zijn gelegen op enige afstand van de grote plaatsen Heerenveen en Leeuwarden, en een ligt bij de centrale Bergum.

Het eerste deel van de 220 kV-lijn was een betrekkelijk lange lijn van Ens naar Oudehaske. De totale lengte was 43 km, waarvan 21 km in Friesland lag. Het tracé kruiste in de Noordoostpolder de 110 kV-lijn Vollenhove - Lemmer, een lijn die eerst nog deel uitmaakte van het koppelnet. Met een boog liep de 220 kV-leiding om het natuurgebied de Rottige Meenthe heen. Hierna koos het weer een

noordwestelijke richting om parallel met de 110 kV-lijn Oudehaske - Wolvega bij Oudehaske aan te komen.

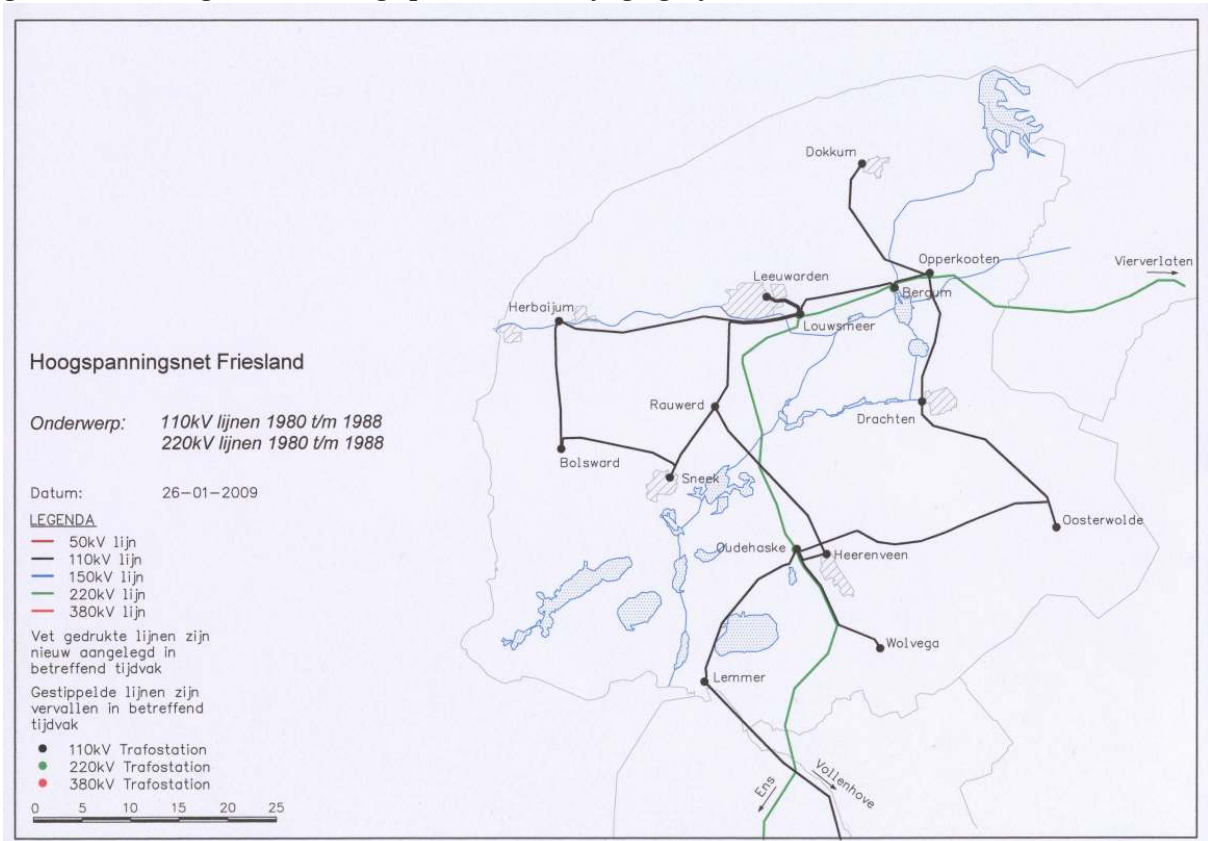


Figuur 6.2: de masten van de 220 kV-leiding Bergum - Vierverlaten bij de centrale Bergum. Ze passeren over de 110 kV-leidingen. De 220 kV-mast is een verkleinde versie van de 380 kV-donaumast die in West-Nederland voorkomt. Kenmerkend is de boventraverse van de hoekmast met "kroonvorm". De driebundelige kabels werden ook bij de 380 kV lijnen toegepast.

Het volgende deel van de 220 kV-koppelnets was de lijn Oudehaske - Louwsmeer. De lengte was met 29 km ook vrij groot. Een groot deel van de lijn was vanaf de autosnelweg te volgen. Er kwam een groot aantal waterkruisingsmasten in voor. Halverwege werd de 110 kV-lijn Heerenveen - Rauwerd gekruist. Het laatste deel, tot Louwsmeer liep het tracé ongeveer op de plaats van de vroegere 60 kV-lijn Leeuwarden - Rauwerd. Dit geldt ook voor de volgende lijndeel naar Bergum. Het is met 10 kilometer vrij kort. In het verlengde van de lijn Louwsmeer - Bergum gaat de 220 kV-leiding naar Vierverlaten verder, wat weer een langere lijn is met 13 km op Fries grondgebied. De centrale van Bergum werd in 1974 in gebruikgenomen. Via de 220 kV-lijn kon de energie worden gedistribueerd. De 220 kV-lijnen zijn nog steeds aanwezig en er hebben zich geen grote veranderingen voltrokken. Wel werden in de jaren 2000 bij Leeuwarden een aantal masten vervangen door hogere exemplaren.

7 DE JAREN TACHTIG TOT HEDEN

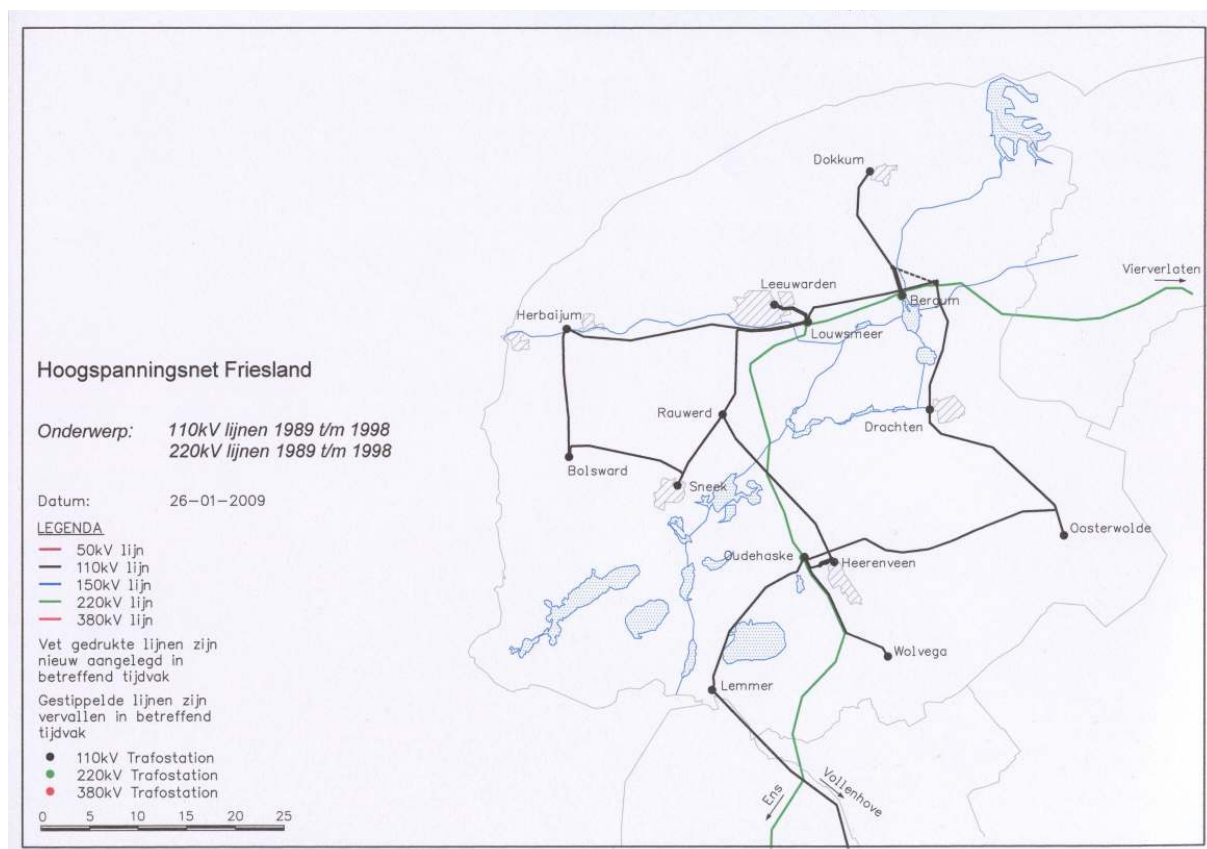
Er hebben zich na de jaren zeventig slechts kleine veranderingen aan het Friese net voorgedaan, de grootste lengte werd omstreeks 1980 bereikt. Dit is gelijk aan het beeld van de andere noordelijke provincies en Overijssel. De neergang begon met de afbraak van de oude lijn tussen Opperkooten en Vierverlaten. Deze lijn was overbodig geworden door de 220 kV-lijn Bergum - Vierverlaten. De enige grote verandering die hierna nog optrad was de wijziging bij station Heerenveen.



Figuur 7.1: het Friese hoogspanningsnet in de jaren tachtig. Er hebben zich geen noemenswaardige veranderingen voorgedaan.

7.1 Opperkooten vervalt

Aan het einde van de jaren tachtig verdween uiteindelijk het hele station Opperkooten van de kaart. Van de drie overgebleven lijnen werd er een verlegd, de andere twee op elkaar aangesloten. De rol van het station werd overgenomen door station Bergum. Het betekende het einde van een historisch belangrijk station. Voor een beeld van station Opperkooten zie Figuur 3.3.



Figuur 7.2: het Friese net in de jaren negentig. Het station Opperkooten is opgeheven en bij Heerenveen komen de masten niet langer bij het station aan.

7.2 Heerenveen

Aan het begin van de jaren negentig werd de situatie bij Heerenveen veranderd. De 110 kV leidingen naar Lemmer en Rauwerd waren ingesloten geraakt door de bebouwing van Heerenveen. bovendien was de rol van het station minder belangrijk geworden door het nabijgelegen station Oudehaske. Het station Heerenveen bleef wel aanwezig, maar de lijnen werden verplaatst. De 110 kV-lijn Heerenveen - Oudehaske (ooit de lijn naar Lemmer) werd met een nieuw stuk bovengrondse lijn langs de snelweg verlegd. Via een portaal werd aansluiting bereikt op de 110 kV-leiding naar Rauwerd. Bij het portaal gingen ook de ondergrondse kabels verder naar station Heerenveen. Helaas is door deze wijziging een karakteristiek onderdeel van het Friese net verloren gegaan. Eerder was namelijk in de jaren zeventig de situatie in Leeuwarden vervallen.

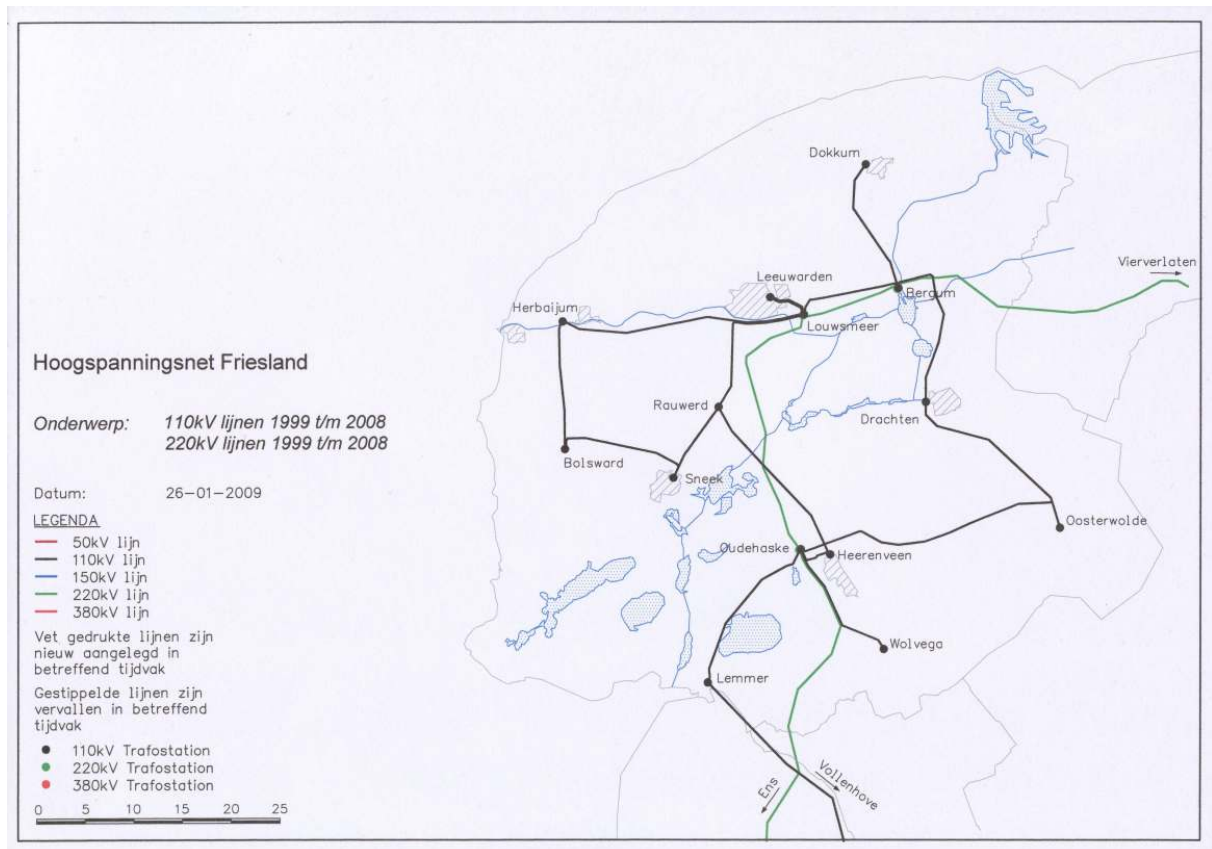
7.3 Historische delen hoogspanningnet

Het meest historische deel van het Friese net wordt nu gevormd door de twee vooroorlogse lijnen Heerenveen - Lemmer en Heerenveen - Rauwerd. Het station van Rauwerd en dat van Lemmer verkeren nog in de staat van de jaren dertig, met mooi gevormde portalen. de overige stations zijn allemaal van latere datum en minder bijzonder. Bij Rauwerd staat ook nog een voormalige 60 kV-mast, het enige onderdeel dat nog aan het 60 kV-net herinnert. In Leeuwarden zijn alle sporen van het verre verleden uitgewist. Op de plek van het 60 kV-station staat nu een 110 kV-station, dat echter niet wordt gevoed door bovengrondse lijnen. De centrale aan de Emmakade is na 1989 van bestemming veranderd. Op de vrijgekomen plaats staat nu een winkelgebied. Zoals eerder vermeld is station Opperkooten geheel afgebroken.

7.4 380 kV-leidingen

Opmerkelijk is dat in Friesland geen 380 kV-leiding is aangelegd. De afwezigheid van grote productielocaties is de meest voor de hand liggende verklaring maar ook de relatief lage bevolkingsdichtheid is een van de oorzaken: er is geen grote vraag. Het 220 kV-net is daardoor nog

altijd de ruggengraat van het Friese net. Er zijn echter aanwijzingen dat dit op termijn kan veranderen. De plannen bestaan om vanuit de Eemshavenlocatie een leiding te bouwen in de richting van West-Nederland. Een tracé op de plaats van de huidige 220 kV-lijnen ligt dan voor de hand. Hoogstwaarschijnlijk zou dit het einde betekenen van de 220 kV-leidingen. Voor de 110 kV leidingen zijn de vooruitzichten gunstiger. De meest oude leidingen vanaf Heerenveen verkeren nog in goede staat van onderhoud en hun toekomst lijkt nog redelijk zeker. Zie voor een uitgebreidere beschrijving van de toekomstverwachtingen het deel van Overijssel.



Figuur 7.3: in tegenstelling tot alle andere Nederlandse provincies zijn in Friesland nog geen 380 kV-leidingen aanwezig. Het net is daardoor relatief onveranderd gebleven.

8 GERAADPLEEGDE BRONNEN

Literatuur:

- Het EGD, problemen met stroomtarieven en milieu, J. Schreuder, Stichting Milieufederatie Noord-Nederland, 1978;
- De ingenieur, 1946, ir. G.J. TH Bakker, De elektriciteitsvoorziening van Nederland.
- De ingenieur, elektrotechniek 5, 1966, Prof.ir. G. de Zoeten, vakantieleergang Elektrotechniek 1965 te Eindhoven, de plannen voor een 380 kV-net in Nederland.
- Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland, De Elektriciteitsvoorziening van Nederland, Arnhem, 1963.
- Kaartmateriaal en luchtfoto's uit het archief van de Topografische Dienst Nederland.
- Diverse gesprekken van de Auteur met (oud)medewerkers van ESSENT.

Illustraties:

- Tenzij hierna anders vermeld: Auteur, 1995 - 2008;
- Bladzijde 8: beeld bank Leeuwarden;
- Bladzijde 8: Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland, De Elektriciteitsvoorziening van Nederland, Arnhem, 1963.

BIJLAGE A: OMVANG NET IN FRIESLAND

Bouwjaar	Lijn	Aantal kilometers hoogspanningslijn per tijdvak							
		1920-1946	1947-1952	1953-1963	1964-1971	1972-1979	1980-1988	1989-1998	1999-2008
50 kV lijnen									
1920	Opperkooten - Leeuwarden	17	17	17					
1920	Leeuwarden - Rauwerd	13	13	13					
1920	Rauwerd - Sneek	9	9	9	9				
	Totaal 50 kV	39	39	39	9				
110 kV lijnen									
1930	Opperkooten - Grens	10	10	10	10	10			
1935	Heerenveen - Rauwerd	19	19	19	19	19	19	18	18
1935	Heerenveen - Lemmer	20	20	20	20	20	20	20	20
1950	Leeuwarden - Rauwerd		14	14					
1950	Leeuwarden - Opperkooten		17	17	13	13	13	13	13
1960	Leeuwarden - Herbaijum			26	22	22	22	22	22
1960	Opperkooten - Drachten			14	14	14	14	14	14
1960	Drachten - Oosterwolde			20	20	20	20	20	20
1970	Oudehaske - Wolvega				14	14	14	14	14
1970	Herbaijum - Bolsward				13	13	13	13	13
1970	Bolsward - Sneek				14	14	14	14	14
1970	Rauwerd - Louwsmeer				16	16	16	16	16
1970	Louwsmeer - Leeuwarden 1				4	4	4	4	4
1970	Louwsmeer - Leeuwarden 2				4	4	4	4	4
1972	Opperkooten - Dokkum				16	16	16	16	16
1973	Rauwerd - Sneek					9	9	9	9
1977	Oudehaske - Oosterwolde aansluiting					27	27	27	27
	Totaal 110 kV	49	80	140	199	235	225	224	224
220 kV lijnen									
1972	Oudehaske - Grens					21	21	21	21
1972	Oudehaske - Louwsmeer					29	29	29	29
1972	Louwsmeer - Bergum					10	10	10	10
1972	Bergum - Grens					13	13	13	13
	Totaal 220 kV					73	73	73	73
	Totaal alle spanningen	88	119	179	208	308	298	297	297
	Geschat aantal masten (h.o.h. 250 - 300 m)	352	476	597	693	1027	993	990	990
Grote wijzigingen									
1970	Aanleg station Louwsmeer								
	Aansluiting of vervangende nieuwbouw in lijnen								
	Leeuwarden - Herbaijum				7				
	Leeuwarden - Opperkooten				2				
	Afbraak van								
	Opperkooten - Leeuwarden (50 kV)				-17				
	Leeuwarden - Rauwerd (50 kV)				-13				
	Leeuwarden - Rauwerd				-14				
1970	Oudehaske aansluiting in de lijn Heerenveen - Lemmer				1				
1975	Sneek, combinatie van twee lijnen tot een lijn					1			
1975	Centrale Bergum								
	Aansluiting in lijn								
	Leeuwarden - Opperkooten					1			
1979	Groningen - Opperkooten afgebroken					-10			
1992	Station Opperkooten vervalt								
	Dokkum - Opperkooten wordt Dokkum - Bergum							-5	
1992	Heerenveen								
	Masten naar het station vervangen door ondergrondse lijn							-3	
	Nieuwbouw lijn langs snelweg naar Oudehaske							2	

BIJLAGE B: OVERZICHT MASTTYPES P.E.B.

Nr.	Hoogspanningslijn	Spanning	Lengte	Bouwjaar	Vervallen	Masttype
1	Opperkooten - Leeuwarden	50 kV	22,8	1920	1965	Dennenboom
2	Leeuwarden - Rauwerd	50 kV	10,6	1920	1965	Dennenboom
3	Rauwerd - Sneek	50 kV	8,5	1920	1970	Dennenboom
4	Opperkooten - Groningen (tot grens)	110 kV	9,9	1930	1980	Hamerkop (Gr)
5	Heerenveen - Rauwerd	110 kV	14,0	1935	-	Hamerkop
6	Heerenveen - Lemmer	110 kV	19,6	1935	-	Hamerkop
8	Leeuwarden - Rauwerd	110 kV	19,0	1950	1970	Donau
9	Leeuwarden - Opperkooten	110 kV	17,1	1950	-	Donau
11	Leeuwarden - Herbaijum	110 kV	25,5	1960	-	Donau
16	Opperkooten - Drachten	110 kV	13,1	1960	-	Donau
12	Drachten - Oosterwolde	110 kV	20,4	1960	-	Donau
14	Oudehaske - Wolvega	110 kV	13,8	1970	-	Donau II
15	Herbaijum - Bolsward	110 kV	13,3	1970	-	Donau II
17	Bolsward - Sneek	110 kV	14,1	1970	-	Donau II
18	Rauwerd - Louwsmeer	110 kV	16,2	1970	-	Donau II
19	Louwsmeer - Leeuwarden 1	110 kV	4,0	1970	-	Donau II
20	Louwsmeer - Leeuwarden 2	110 kV	4,0	1970	-	Donau II
21	Opperkooten - Dokkum	110 kV	16,2	1972	-	Donau II
22	Rauwerd - Sneek	110 kV	8,5	1973	-	Buismast
23	Oudehaske - Oosterwolde (aansluiting)	110 kV	27,2	1977	-	Buismast
24	Oudehaske - Ens (tot grens)	220 kV	21,4	1972	-	Donau
25	Oudehaske - Louwsmeer	220 kV	28,8	1972	-	Donau
26	Louwsmeer - Bergum	220 kV	10,4	1972	-	Donau
27	Bergum - Vierverlaten (tot grens)	220 kV	13,3	1972	-	Donau

Opm. Het bouwjaar van de meeste lijnen is niet bekend. Bij die onbekende of onzekere gevallen is een schatting gedaan.