GEMEENTE HILVERSUM
POSTBUS 9900
1201 GM HILVERSUM

BEZOEKADRES:
RAADHUIS
DUDOKPARK 1
TELEFOONNUMMER: 14 035
WWW.HILVERSUM.NL

Aan de gemeenteraad
cc commissieleden
cc pers

DATUM 17 april 2024
ZAAKNUMMER 1403556
BEHANDELD DOOR Chantal Janssen
TELEFOON (035) 629 2832
UW KENMERK
BIJLAGEN 2
BETREFT Collegebrief inzake zendmast brandweerkazerne (deel 2)

Geachte raadsleden,

Op 27 september 2023 werd de motie M23/124 'Zendmast' van de fracties van DH, HvH, GrL, de PvdA en de SP aangehouden, om het college de gelegenheid te geven (T23-086) het gesprek met de brandweer/Veiligheidsregio te voeren over de plaatsing van een zendmast ten behoeve van mobiele communicatie op de brandweerkazerne aan de Kamerlingh Onnesweg in Hilversum en de raad helderheid te geven over de juridische constructie en over de zeggenschap van de raad over die constructie.

In onze collegebrief van 30 januari 2024 (deel 1) hebben wij uw raad geïnformeerd over het onderdeel juridische constructie en zeggenschap. Wij zijn daarbij ingegaan op de (juridische) rollen van betrokken partijen. Met deze collegebrief (deel 2) informeren wij u over het door de operator uitgevoerde onderzoek naar de mogelijkheden voor plaatsing van een zendmast op de brandweerkazerne. Eerst gaan wij in deze brief in op de zoektocht naar een geschikte locatie voor een zendmast en daarna gaan wij in op de inhoud van het onderzoek. De brief eindigt met de conclusie dat er geen sprake is van een alternatieve locatie.

Zoektocht nieuwe locatie zendmast
De operators hebben momenteel hun antennes in een opstelpunt aan de Anton Philipsweg / Thijssenplein. Dit opstelpunt is door de eigenaar opgezegd omdat het gebouw wordt gesloopt en wordt vervangen. Vanwege de tijdelijke opvang van Oekraïners in het Philipsgebouw heeft de eigenaar de formele opzegging van het contract met vergunninghouder uitgesteld met maximaal 2 jaar, met een opzegtermijn van 1 maand.

Het is aan de operator (particuliere initiatiefnemer) om op zoek te gaan naar een geschikte locatie voor een antennemast om zo een goed mobiel netwerk te kunnen garanderen. Hij heeft namelijk inzicht in de benodigde dekkingsgraad en capaciteit.

Operator Vodafone is sinds 2017 bezig geweest om binnen het zoekgebied mogelijke locaties voor de plaatsing van een nieuwe antenne-installatie voor mobiele communicatie te onderzoeken. Er zijn vele locaties onderzocht. Deze zijn afgevallen vanwege uiteenlopende redenen zoals het ontbreken van

toestemming van de eigenaar, bouwtechnisch niet haalbaar of radiografisch niet geschikt (blokkeren signalen). Ook locaties op een grotere afstand van het open landschap zijn onderzocht.

Uiteindelijk blijkt de locatie op het op het perceel Harry Banninkstraat 5 (RWZI-terrein) de enige mogelijke optie. Deze locatie doet weliswaar afbreuk aan de landschappelijke waarden in de omgeving, maar is tussen de installaties van de rioolwaterzuiveringsinstallatie niet onlogisch. Ook de kleurstelling van de mast zorgt voor het zoveel mogelijk wegvallen van de mast in de lucht. Gezien het grote maatschappelijke belang van een goed mobiel netwerk en het gebrek aan alternatieve locaties hebben wij na een zorgvuldige afweging van alle betrokken belangen besloten om de omgevingsvergunningen te verlenen voor een tijdelijke en een definitieve mast.

Locatie brandweerkazerne
In de zoektocht is ook de locatie van de brandweerkazerne aan de Kamerlingh Onnesweg 148 door de operator bekeken. De operator heeft destijds meerdere overleggen met de brandweer/Veiligheidsregio gevoerd. De brandweer heeft toen medegedeeld niet te willen meewerken om diverse redenen zoals ruimtegebrek op het terrein en het dak en angst voor interferentie met het P2000 signaal. Deze mededeling heeft de brandweer in de bezwarenprocedure tegen de verleende omgevingsvergunningen bekrachtigd.

Hoewel wij een weigering van een privaatrechtelijke eigenaar om medewerking te verlenen moeten respecteren (dit mag hij zelfs doen zonder opgave van redenen) en er ook geen juridische mogelijkheid bestaat om deze af te dwingen, hebben wij desondanks aan de brandweer/Veiligheidsregio in een overleg gevraagd, om toestemming te verlenen voor een onderzoek naar de geschiktheid van deze locatie. Dit vanuit het oogpunt dat het voor een ieder vrij staat om een dergelijk verzoek te doen.

De brandweer heeft vervolgens toestemming verleend voor een verkennend en vrijblijvend vooronderzoek naar de technische mogelijkheden voor de plaatsing van een zendmast op de brandweerkazerne. Wij hebben vervolgens op 5 december 2023 aan de operator de opdracht verstrekt om dit vooronderzoek te verrichten. Op 24 januari 2024 bezochten de operator en zijn technische adviseurs het brandweerkazernegebouw. De resultaten daarvan zijn verwerkt in de bijgevoegde documenten “VF12766 – Hilversum vooronderzoek radiotechnische en bouwtechnische mogelijkheden brandweerkazerne dak Hilversum” en het “Rapport Controle Dakliggers”. Deze documenten hebben wij bijgevoegd.

Inhoud vooronderzoek
Vanwege zonnepanelen en andere elementen op het dak is weinig ruimte beschikbaar voor antenne onderdelen. In het onderzoek wordt geconcludeerd dat er in totaal drie antennedragers met meerdere antennes van de drie operators op drie hoeken van het dak nodig zijn om het zoekgebied afdoende in te vullen conform onder andere de licentieplicht van het Rijk. Hierbij moet rekening worden gehouden met afstandseisen om ervoor te zorgen dat de blootstellingslimieten niet worden overschreden én met blockage vanuit de omgeving. Vanwege mogelijke blockage moet de hoogte van de onderste antenne in elk geval hoger zijn dan het hoogste object in de omgeving.

Het gaat hier dan om de volgende drie dakposities en constructies:

1. zuidoost hoek: op deze daklocatie kan een stalen buisconstructie met een hoogte van **5** meter worden geplaatst;
2. noordwest hoek (zijde Kamerlingh Onnesweg): op deze daklocatie moet een vakwerk antenne constructie met een hoogte van **8** meter worden geplaatst;
3. noordoost hoek: op deze daklocatie moet vanwege de geplande nieuwbouw een vakwerk antenne constructie met een hoogte van zelfs **15,5** meter worden geplaatst.

Constructief lijkt dit mogelijk te zijn maar hierbij moet volgens het onderzoek de kanttekening worden geplaatst dat de draaglast van de zonnepanelen niet is meegenomen in de constructieve berekening omdat deze gegevens niet bekend zijn. Maar bovenal wordt de kritische kanttekening gemaakt dat de operator nog nooit eerder een vakwerkmast met een hoogte van 15,5 meter (de mast heeft een hogere

hoogte dan het gebouw zelf) op een dak heeft geïnstalleerd. Dit heeft de operator medegedeeld tijdens de mondeling toelichting van het onderzoek.

Reactie brandweer
Dit onderzoek is ook voorgelegd aan de brandweer/veiligheidsregio. De reactie van de brandweer is in het vooronderzoek opgenomen. De beletselen die de brandweer in een eerder stadium al naar voren had gebracht, zijn door dit onderzoek niet weggenomen. De brandweer was eerder uitgegaan van één mast maar er moeten zelfs drie masten op het dak worden geplaatst met een hoogte van respectievelijk 15,5 meter, 8 meter en 5 meter wil deze locatie vanuit radiografisch oogpunt geschikt zijn.

De fotovoltaïsche (PV) installatie op het dak zal moeten worden aangepast. Bovendien zullen behoorlijk wat zonnepanelen (circa 63m2) verwijderd moeten worden vanwege het grote frame waarop elke mast moet worden geplaatst. Dit terwijl brandweer steeds heeft aangegeven geen zonnepanelen te willen verwijderen. Daarnaast ontstaat er schaduwwerking op de overblijvende zonnepanelen. Naast het verwijderen van de zonnepanelen heeft ook deze schaduwwerking gevolgen voor het energieverbruik terwijl de gemeente juist vraagt om maatregelen te treffen.

De frames onder de masten moeten op meerdere punten door het dak bevestigd worden aan de hoofddraagconstructie. Hierdoor ontstaat een risico op lekkages.

Ook is het noodzakelijk dat de operators altijd toegang tot het dak krijgen in verband met storingen en onderhoud. Echter vanwege de eisen die gesteld zijn in de Baseline Informatiebeveiliging Overheid (BIO) kan geen toegang worden gegeven aan de operators buiten kantooruren.

Eindconclusie operators
In de eindconclusie is een aantal overwegingen opgenomen. Onder andere wordt aangegeven dat de dragende constructie van de 15,5 meter vakwerkconstructie een omklemming van de reeds bestaande dakspanten vraagt. Bij normale daklocaties wordt op dragende constructies drukvaste isolatie toegepast en dat is hier niet mogelijk. Er ontstaat daardoor een grote kans op lekkages. De brandweer is hiermee niet akkoord. De operators willen dit risico en mogelijke claims en kosten ten gevolge daarvan niet dragen. Voor de overige overwegingen verwijzen wij naar de laatste pagina's van dit onderzoek.

De operators concluderen dat het brandweerkazernegebouw geen gelijkwaardige en realistische oplossing voor de invulling van het zoekgebied biedt ondanks de radiotechnische en constructie technische mogelijkheden.

Hierbij hebben de operators aansluiting gezocht bij de vaste jurisprudentie van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Hierin is bepaald dat het college een aanvraag om een omgevingsvergunning moet beoordelen zoals die is ingediend, tenzij op voorhand duidelijk is dat door verwezenlijking van de alternatieven een gelijkwaardig resultaat kan worden bereikt met aanmerkelijk minder bezwaren (zie bijvoorbeeld de uitspraak van de Afdeling van 15 augustus 2018, ECLI:NL:RVS:2018:2707). Nu op de brandweerkazerne drie masten (in plaats van één) moeten worden geplaatst, waarvan in ieder geval de mast met een hoogte van 15,5 meter de nodige constructieve uitdagingen geeft waarbij gerede kans op lekkages ontstaat en de operator voorts nog nooit eerder een dergelijke hoge mast op een dak heeft gerealiseerd, zijn wij ook van mening dat er geen sprake is van een alternatief waarmee een gelijkwaardig resultaat kan worden bereikt met aanmerkelijk minder bezwaren. Hierbij hebben we dan nog niet de mogelijke belemmeringen op grond van het publiekrecht en bezwaren vanuit de omgeving (zie onderstaande tekst onder het kopje "toestemmingen") betrokken.

Toestemmingen
De operator heeft van de privaatrechtelijke eigenaar géén toestemming om drie masten op de brandweerkazerne te plaatsen. Een dergelijke toestemming is een vereiste voor een vervolgtraject. Indien deze privaatrechtelijke toestemming wel was verstrekt dan had de operator ook moeten zorgen voor de benodigde publiekrechtelijke toestemming(en).

De mast met een hoogte van 5 meter mag zonder omgevingsvergunning worden gerealiseerd. Maar voor de masten met een hoogte van 8 meter en 15,5 meter moet wel een aanvraag voor een omgevingsvergunning worden ingediend. In tegenstelling tot de locatie van de mast op het RWZI terrein is in dit omgevingsplan (bestemmingsplan) zelf geen afwijkingsmogelijkheid opgenomen om medewerking te verlenen. Ook moet de aanvraag worden voorgelegd aan de Commissie Ruimtelijke Kwaliteit en Monumenten om te beoordelen of het plan voldoet aan redelijke eisen van welstand. Gelet op het wettelijk toetsingskader is het maar zeer de vraag of de publiekrechtelijke toestemming wel was verleend. Dit hebben wij niet onderzocht omdat het niet verlenen van een privaatrechtelijke toestemming gerespecteerd dient te worden.

Voorafgaand aan het vergunningentraject moet de operator op grond van het Antennebeleid een participatietraject volgen met de omgeving waardoor omwonenden vroegtijdig worden geïnformeerd en betrokken. Het is te verwachten dat er vanuit de omgeving ook bezwaren zijn tegen het plaatsen van drie masten op het brandweerkazernegebouw.

Brandweerkazerne geen alternatief
Gelet op de inhoud van het door de operator uitgevoerde vooronderzoek en het nog steeds ontbreken van een privaatrechtelijke toestemming is de locatie van de brandweerkazerne géén alternatief. Hierdoor blijft de locatie op het RWZI-terrein nog steeds de enige optie binnen het zoekgebied om een antennemast te realiseren.

Hoogachtend,

Burgemeester en wethouders van Hilversum,
de gemeentesecretaris, de burgemeester,

mr. C.P. Torres Barrera dr. ir. G.M. van den Top

Bijlagen:
- Vooronderzoek radiotechnische en bouwtechnische mogelijkheden brandweerkazerne dak Hilversum
- Rapport Controle Dakliggers

VF12766 – Hilversum vooronderzoek radiotechnische en bouwtechnische mogelijkheden brandweerkazerne dak Hilversum

Aanleiding:

Verzoek van het college van burgemeester en wethouders van Hilversum dd. 5 december 2023 aan Vodafone Libertel BV naar aanleiding van een toezegging vanuit het college tijdens een debat in de gemeenteraad op 27 september 2023 over het vergunde antenne opstelpunt in de vorm van een solitaire mast locatie bij de waterzuivering achter de berg Anna's Hoeve om een verkennend en vrijblijvend vooronderzoek te verrichten naar de constructieve mogelijkheden voor plaatsing van een antenne opstelpunt op de brandweerkazerne Hilversum om duidelijkheid te scheppen over de (on)mogelijkheden van plaatsing van een antenne opstelpunt op deze locatie.

Inleiding:

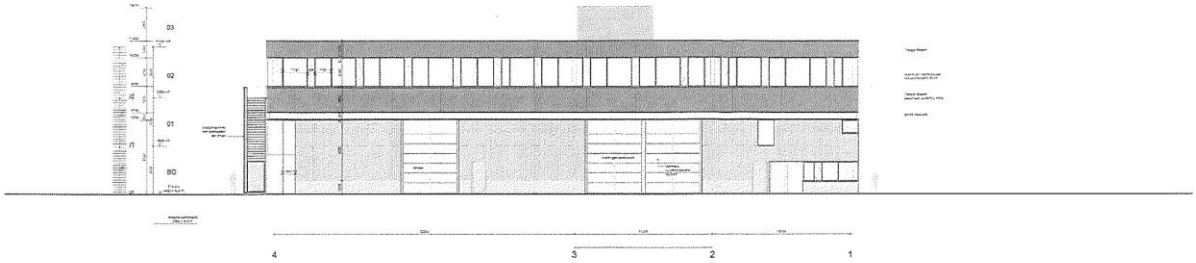
Op woensdag 24 januari 2024 is Vodafone met constructietechnisch en radiotechnische expertise afgereisd naar het kazernegebouw aan de Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum.

Foto's bezoek achteraan dit verslag.

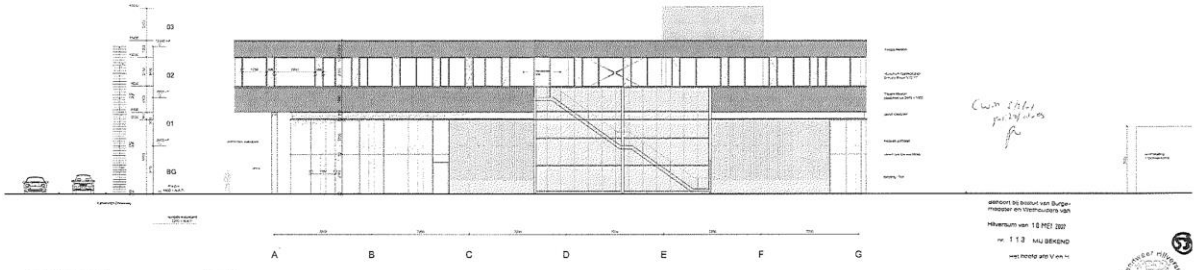
Aanwezig namens de brandweer: dhr. Bert Koopmanschap, *Teamleider facilitaire zaken Veiligheidsregio Gooi en Vechtstreek en Flevoland*

Vooraf ontvangen vanuit de gemeente Hilversum de bouwtechnische en constructie technische gegevens van het kazernegebouw.





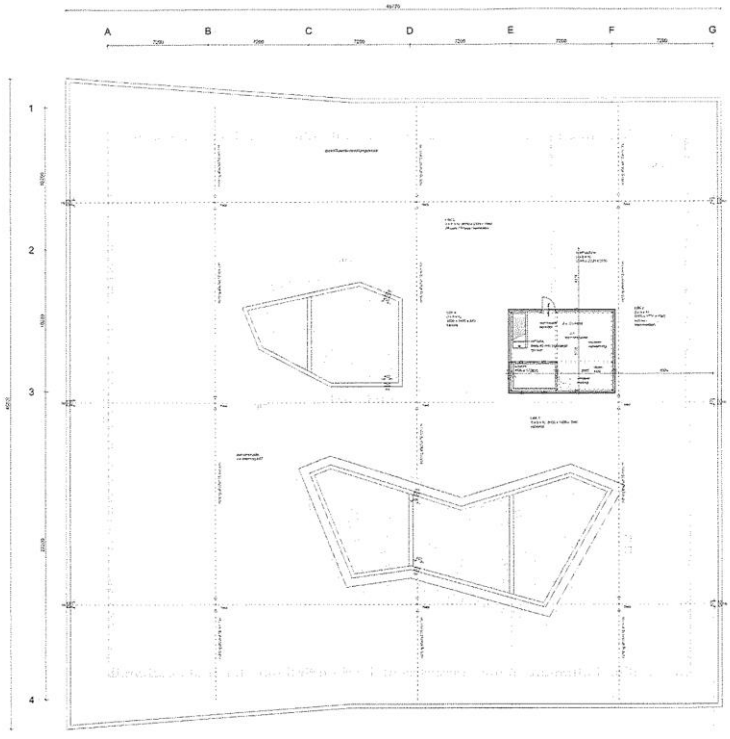
oostgevel

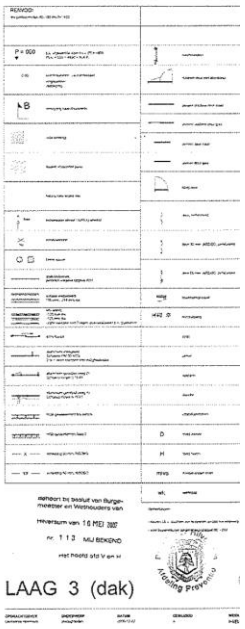


zuidgevel

behoort bij besluit van Burgemeester en Wethouders van
Hilversum van 16 MEI 2007
nr. 113 MIJ BEKEND

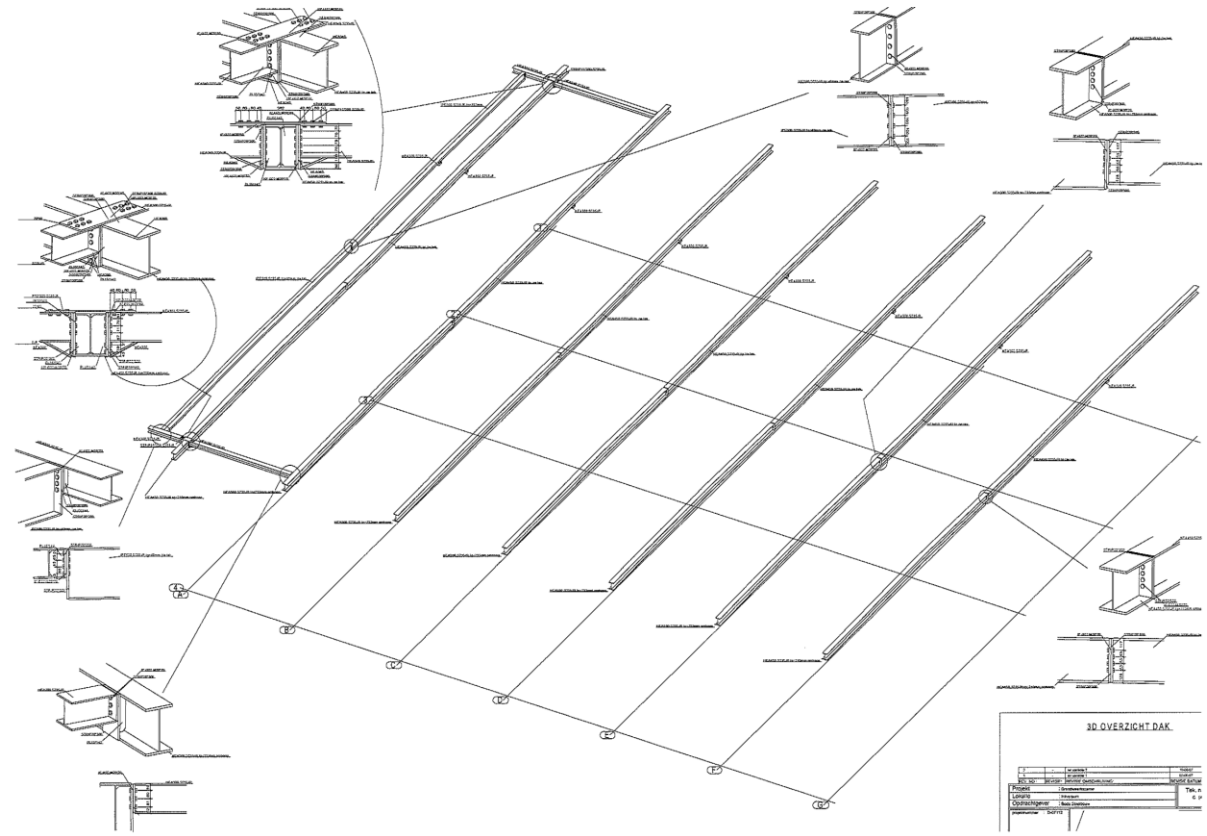
GEVELS O / Z





behoort bij besluit van Burgemeester en Wethouders van
Hilversum van 16 MEI 2007
nr. 113 MIJ BEKEND

LAAG 3 (dak)





Situatie – uitgangspositie tbv radiotechisch en bouwkundig onderzoek

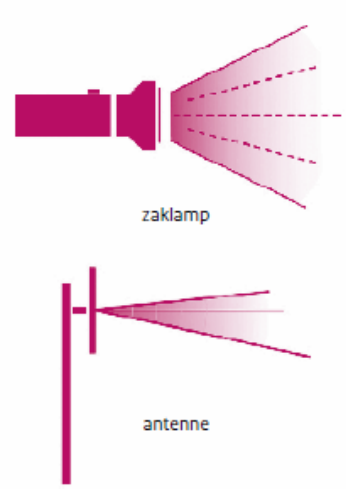
1. Het dak van de kazerne is tussen 11 en 12 meter hoog.

2. In de omgeving van de kazerne staat bebouwing, welke hoger zijn dan het kazerne dak (radiotechnisch zorgt dat voor Blockage). Ook speelt de berg Anna's hoeve mee voor de radiotechnische behoefte berekening. Antenne signalen zenden horizontaal uit. Ieder object dat het signaal onderweg tegenkomt blokkeert / verzwakt het signaal.

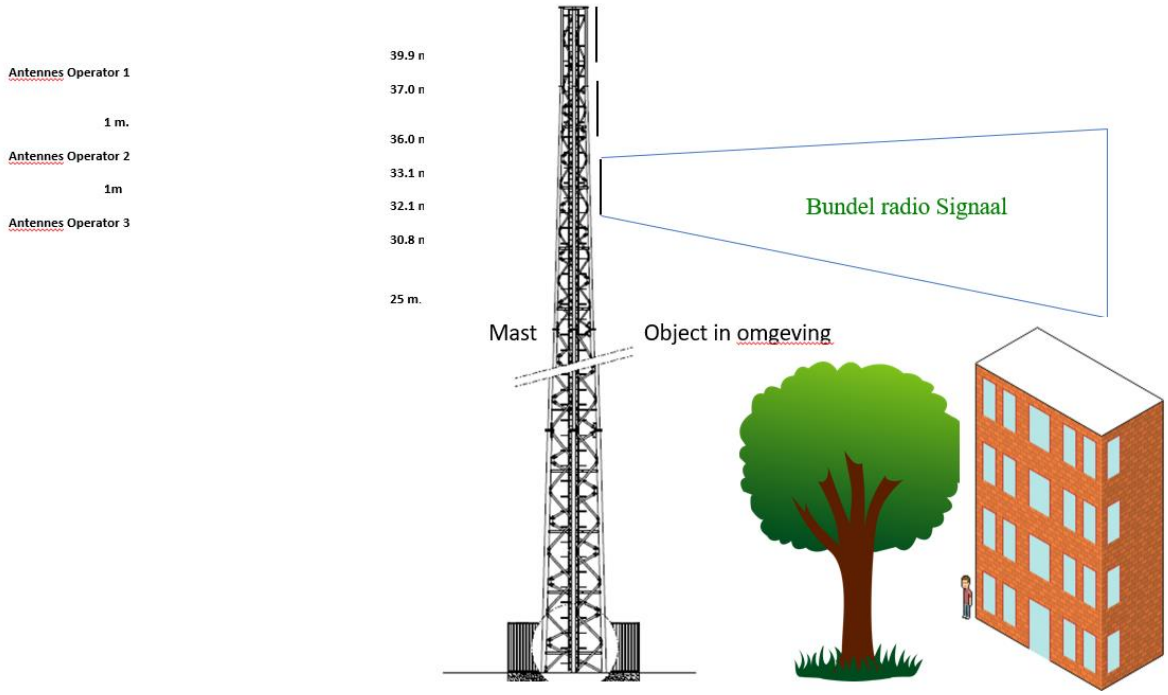
Uitleg antenne signaal werking en blockage (staat ook in algemene deel onderbouwing vergunning stukken):

De werking van een antenne voor mobiele netwerken is te vergelijken met die van een zaklamp. De lichtbundel bij een zaklamp schijnt naar voren. Vlak voor de lamp is het licht het sterkst, verder weg wordt het licht steeds zwakker. Des te verder je wilt schijnen, des te krachtiger de lichtbron moet zijn.

Een antenne voor mobiele netwerken zendt de elektromagnetische velden vooral horizontaal in een vlakke schijf uit. Vlak voor de antenne is het elektromagnetische veld het sterkst; verder weg neemt de "energie" van de radiogolven in sterkte af (kwadratisch). Onder de antennes zijn er nauwelijks elektromagnetische velden. Hoe verder de antenne moet kunnen reiken, hoe hoger het vermogen en/of de antennehoogte moet zijn.



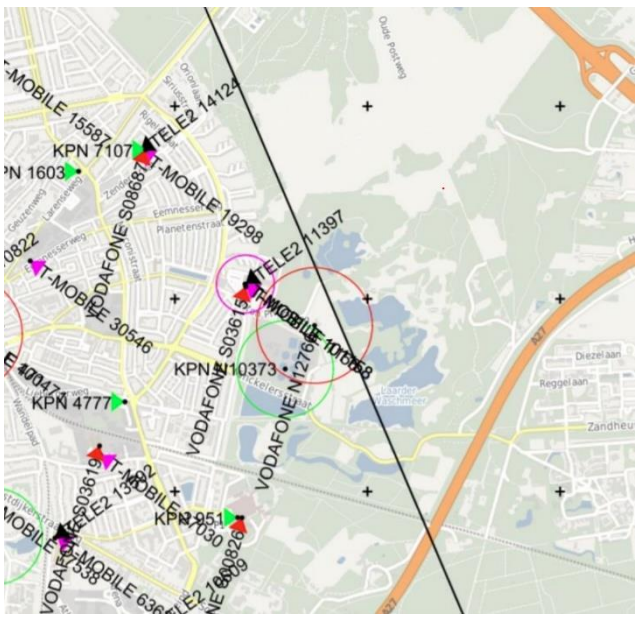
In verband met site share zal de hoogte van het opstelpunt worden bepaald door de omgeving en het aantal operators. De hoogte van de onderste antenne moet in elk geval hoger zijn dan het hoogste object (bijvoorbeeld bomen of gebouwen) in de omgeving. Bij meerdere operators in een mast, neemt men een onderlinge afstand tussen de antennes van 1 meter in de lengte richting in acht. Zie onderstaande afbeelding.



Antenne netwerken worden gebouwd tussen de 20 en 40 meter hoogte.

3. Monet – 3 operators

Er dient een antenne opstelpunt te worden gerealiseerd dat geschikt is voor de 3 operators in Nederland. KPN, Odido en Vodafone.



Monet kaart met 3 zoekgebieden, Odido, KPN en Vodafone.

Ook het brandweerkazerne dak is dus onderzocht voor de mogelijkheden voor de 3 operators. Vodafone heeft daartoe de leiding in Monet verband in dit zoekgebied.

4. Kazerne is eigendom van veiligheidsregio, brandweer zelf. Toestemming van de eigenaar is te allen tijde noodzakelijk.

5. Er geldt een licentieplicht vanuit het rijk per gemeenteoppervlak sinds juli 2020. 98% van iedere gemeente dient qua oppervlak bedekt te zijn met tevens een minimale data snelheid van 8 mbps. Deze wordt in 2026 verhoogd naar 10 mbps.

6. Vergunningsvrij mogen operators een antenne opstelpunt op een dak plaatsen wanneer dit gebouw minimaal 9 meter hoog is en de antenneconstructie (paal incl. antennes) boven het dakvlak niet hoger is dan 5 meter.

7. Om 360 graden rondom te kunnen uitzenden zijn in beginsel 3 antennesectoren nodig van elk 120 graden. Standaard opstelling op een dak behelst 3 antennedragers op verschillende dak hoeken. Indien niet mogelijk ter plaatse wordt een alternatief plan ontworpen (wat ten koste gaat van invulling zoekgebied vaak, minder optimaal).

A. <u>Radiotechnische mogelijkheden kazerne dak</u>

Radioplan op dak van de brandweer Kamerlingh Onnesweg 148 te 1223 JN Hilversum:

Antennes:

Benodigde antennes lage en hoge frequentiebanden conform de licentieplicht rijksoverheid, waarbij het langste antenne paneel een lengte van 2,80 meter heeft.

Per operator worden zowel korte als lange antennepanelen geplaatst.

Antennedrager posities op het dak:

Voorafgaand aan het bezoek aan de kazerne is door de radiodeskundigen van de 3 operators contact geweest en zijn de specificaties, radiotechnisch eisen en richtingen met elkaar gedeeld.

Om het aantal antenne palen te beperken zal er worden gewerkt met '**polesharing**'. Dit wil zeggen dat de operators gebruik maken van elkaars antennepalen. Hierdoor komen er meerdere antennes in 1 drager/antennepaal.

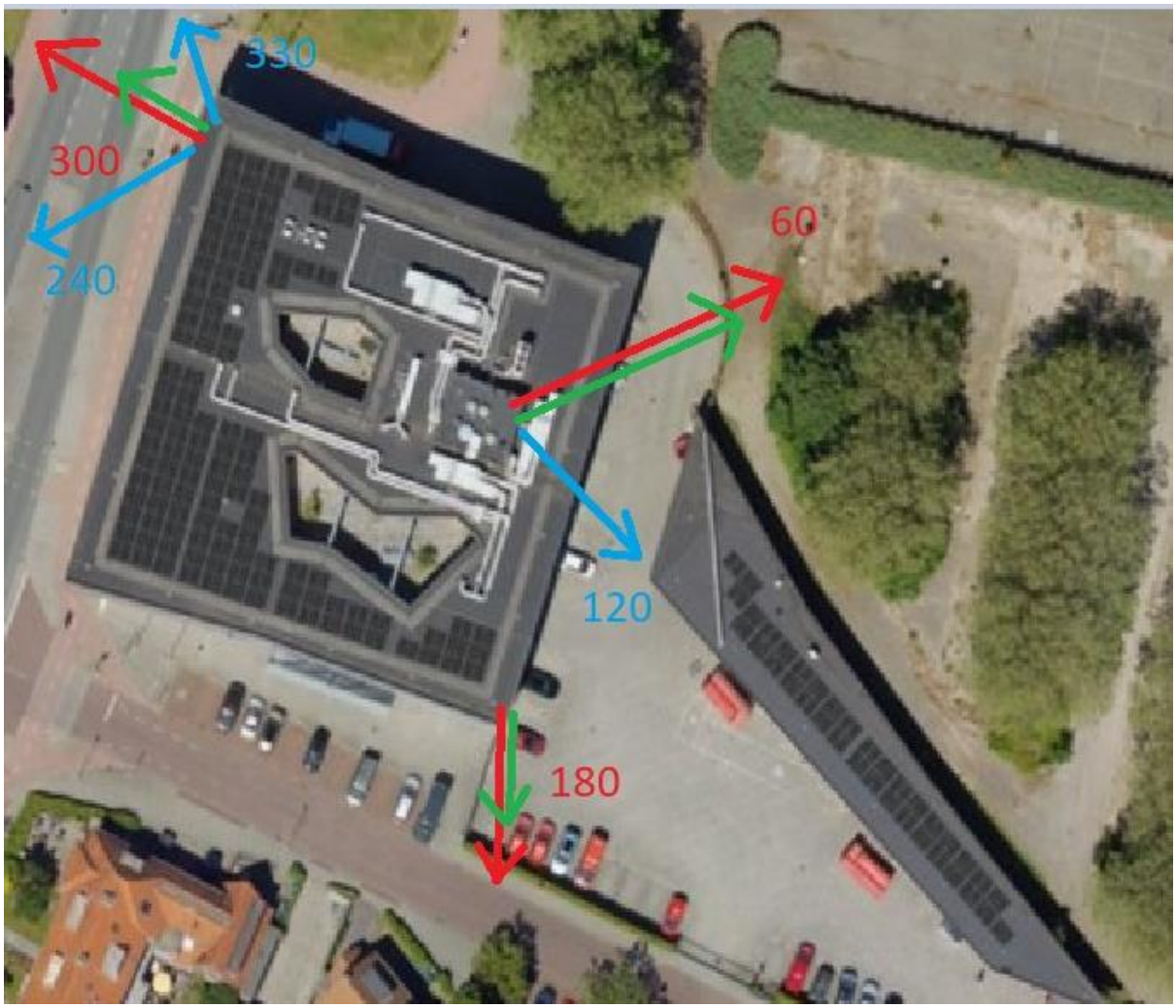
Dat is op het kazerne dak een noodzaak daar er met name vanwege de zonnepanelen en andere elementen op het dak weinig ruimte beschikbaar is voor antenne onderdelen.

Nadeel van polesharing is dat de te plaatsen paal voor meerdere antennes heel stevig dient te zijn en zodoende een grotere diameter behelst. Dat heeft ook gevolgen voor de constructie, waarover verderop in dit document meer.

Bij het onderzoek op het dak op 24 januari 2024 zijn de 3 benodigde posities voor de antenne dragers bepaalt op grond van antenne specificaties en richtingen van de 3 operators in combinatie met de voorhanden zijnde ruimte op het dak.

Antenne paal constructies zullen moeten worden geplaatst op de noordwest, noordoost en zuidoost hoek van het gebouw.

Antenne plan 3 operators op dak kazerne:

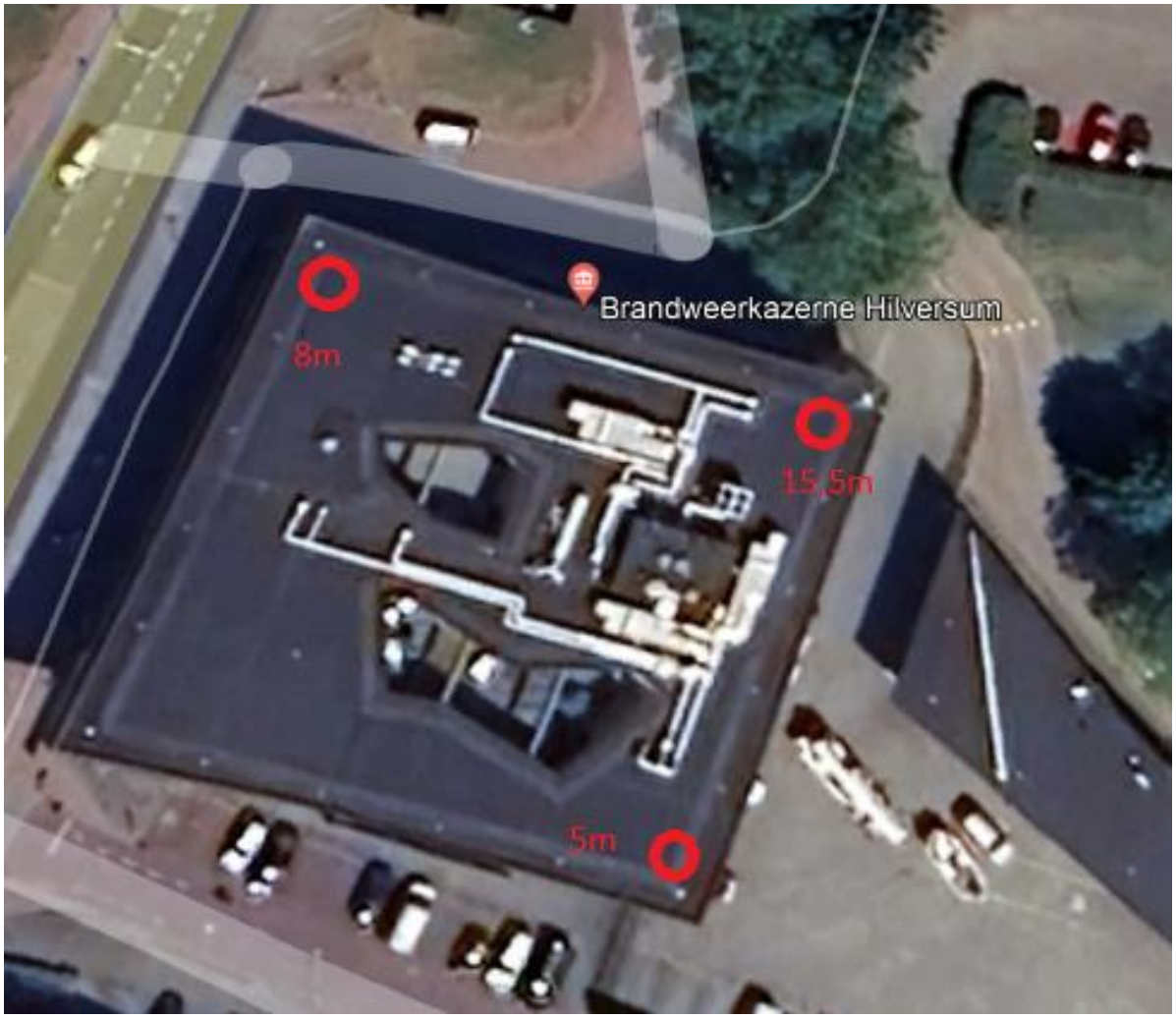


legenda:

Rood= Vodafone, Groen= KPN, Blauw = Odido

De cijfers betreffen de antenne richtingen per operator.

Uitgaande van de vooraf bepaalde en benodigde antennerichtingen van de operators, is de oplossing voor plaatsing van deze 3 palen op dit betreffende dak als volgt bepaalt:



De 3 paal posities op het dak.

Hoogtes van de 3 antennedragers onderbouwing:

1. **EMF (Electro Magnetic Fields = Elektromagnetische velden) eisen**

Bij het positioneren van 3 operators op eenzelfde dakvlak gelden een aantal stricte regels mbt EMF om ervoor te zorgen dat blootstellingslimieten niet worden overschreden.

Antenne-installaties op gebouwen of op vrijstaande masten staan vaak in directe woonomgeving. Een antenne-installatie dient altijd zo opgesteld te worden dat niemand te dicht bij een antennepaneel kan komen (de antennebundel mag geen publiek toegankelijke ruimte bereiken binnen bepaalde afstandsnormen). Hierdoor worden op de plek waar mensen wonen de blootstellingslimieten niet overschreden. Bij het in gebruik nemen van een nieuwe antenne-installatie wordt altijd rekening gehouden met de antennes die er al staan. Hierop houdt de Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI) toezicht.

Bij de plaatsing van nieuwe antennes dient daarom rekening gehouden te worden met deze afstandseisen (zowel voor het gewone publiek als ook voor werknemers (Arbo wetgeving).

Vanwege EMF regels en de specifieke radio vereisten voor dit zoekgebied, moeten de 3 antennepalen daardoor relatief hoog worden geplaatst. De standaard op daklocaties geplaatste en vergunningsvrije 5 meter palen voldoen op het kazerne dak enkel en alleen op de zuidoosthoek van

het gebouw aan de kant van de Anthony Fokkerweg. Op de andere 2 hoeken is een 5 meter drager onvoldoende conform de regels EMF en blockage.

Voor het kazerne dak zijn de te respecteren afstandeisen mbt EMF als volgt:

	Hor. (m)	Width (m)	Vert. (m)
VFZ + KPN + TMO	40	30	14
VFZ + TMO	29	22	10
VFZ + KPN	33	25	11
VFZ	18	14	6

Toelichting tabel: bij een drager met 3 operators dient een verticale veiligheidsafstand van minimaal 14 meter gerespecteerd te worden.

Noordwest hoek pand

In een gebied van 40 meter in horizontale richting en 14 meter in verticale richting, mag zich namelijk conform de EMF regels dus geen publiek toegankelijke ruimte bevinden.

Aangezien het dak van de brandweer tussen 11 en 12 meter hoog is, zal de gemeenschappelijke bundel aan de noodwest hoek (paal met 3 operators) de openbare weg raken. Daarom dient de antennedrager aan de zijde van de Kamerlingh Onnesweg ipv 5 meter minimaal 8 meter hoog te worden. De onderkant van de antennes op het dak dient daar conform de EMF regels minimaal 5 meter boven het dak uit te steken. De antennes zelf zijn bijna 3 meter lang. Zo komt de radio deskundige voor die hoek van het gebouw op een drager van 8 meter hoog om te voldoen aan de EMF regels.

Door de EMF regels is een opstelpunt op het kazerne dak al (omgevingswet)vergunningplichtig, doordat de antennedrager op de noordwest hoek 8 meter hoog dient te zijn.

Noordoost hoek pand

Nieuwbouw / blockage door gebouwen en Fresnell zone

Voor de noordoost hoek geldt blockage waardoor ook daar niet met een 5 meter drager gewerkt kan worden.

Op deze noordoost hoek geldt dat de geplande nieuwbouw gebouwen in het gebied voor blockage zorgen waar rekening mee gehouden dient te worden in het radioplan. Animaties van de projectontwikkelaar laten zien dat de gebouwen tot 5 etages hoog worden.





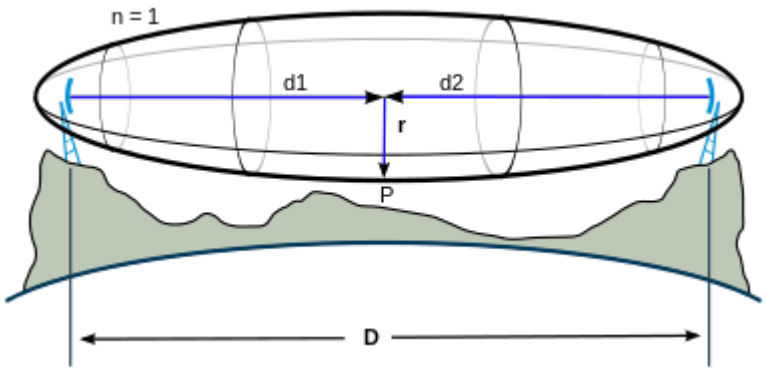




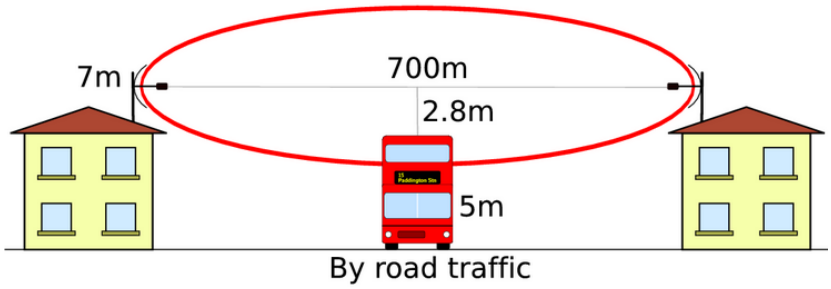
BEGANE GROND VERDIEPINGEN

Deze gebouwen (gaan) zorgen voor verstoring van het radiosignaal, omdat het beton de radiogolven blokkeert (blockage).

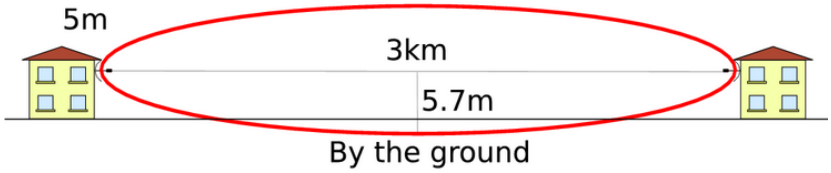
Een radiogolf heeft niet alleen een vrij zicht nodig in horizontale richting zoals eerder aangeduid in dit stuk, maar ook in verticale richting mag er geen sprake zijn van verstoring. Deze bundel wordt de "**Fresnell zone**" genoemd en heeft de vorm van een zeppelin:



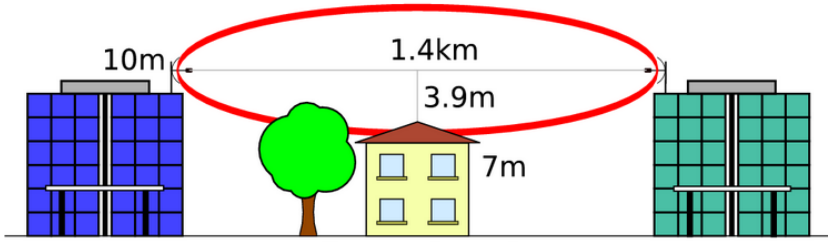
Onderstaande plaatjes laten zien dat een object dat lager is dan de antenne positie toch het radiosignaal kan verstoren.



By road traffic

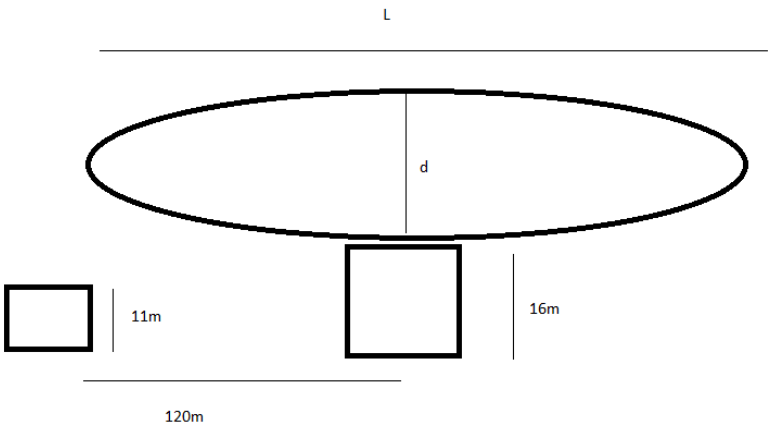


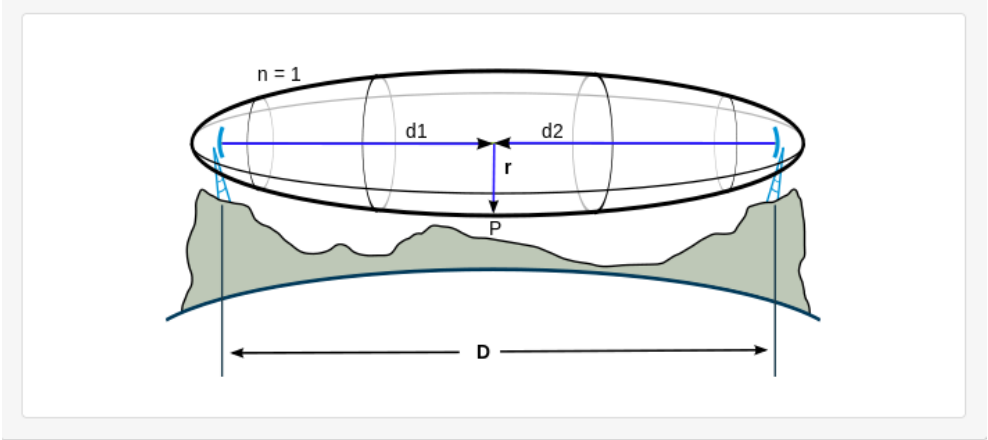
By the ground



By an obstacle

Een vrije Fresnell zone zorgt ervoor dat de dragers/palen op de kazerne nog enkele meters hoger moeten worden.





Formula :-

$$Radius\ (mts.) = 17.31 \times \sqrt{\frac{D\ (in\ km)}{4 \times f\ (in\ GHz)}}$$

De radius (1/2 maal d) van de Fresnell zone is dan 5,17m voor de laagste frequentie 700 MHz.

Het dak van de brandweerkazerne is tussen 11 en 12 meter, de hoogte van het blokkend gebouw (mits er niets op het dak komt te staan zoals airco's, zonnepanelen, liftopbouw), is geschat 16 meter.

Onderkant antenne wordt hierdoor (16-11) =5 + 5,2m = 10,2m. De te plaatsen antenne heeft een lengte van 2.8m en dat betekent een antenne constructie van circa 13 meter aan de zijde van het blokkend gebouw.

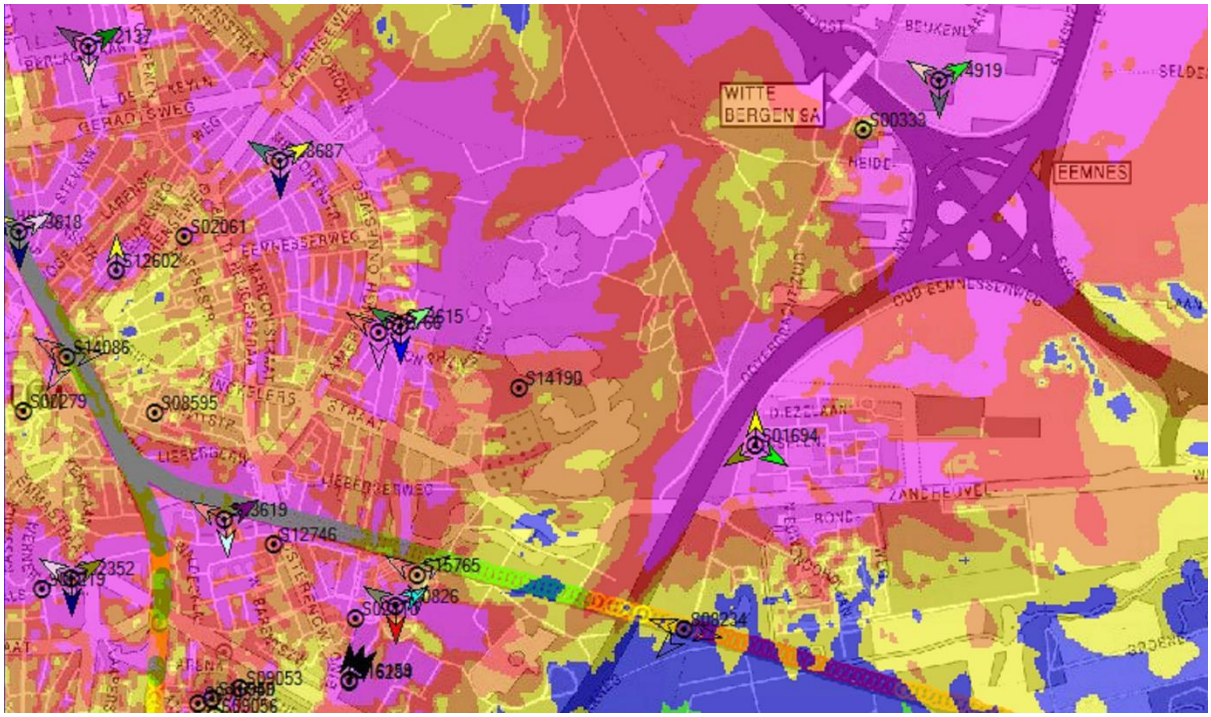
Vodafone gaat uit ervaring met degrelijke panden van 4 of 5 verdiepingen tevens uit van een liftopbouw op deze panden, daarom houdt de radiodeskundige hier in het radioplan al rekening mee. Indien er op de nieuwbouw nog een liftopbouw van geschat 2,5 m komt, dan moet deze hoogte erbij worden opgeteld. De lengte van de constructie wordt dan 13 + 2,5 is = **15,5 meter.**

De benodigde drager op de noordoosthoek dient daarom 15,5 meter hoog te worden.

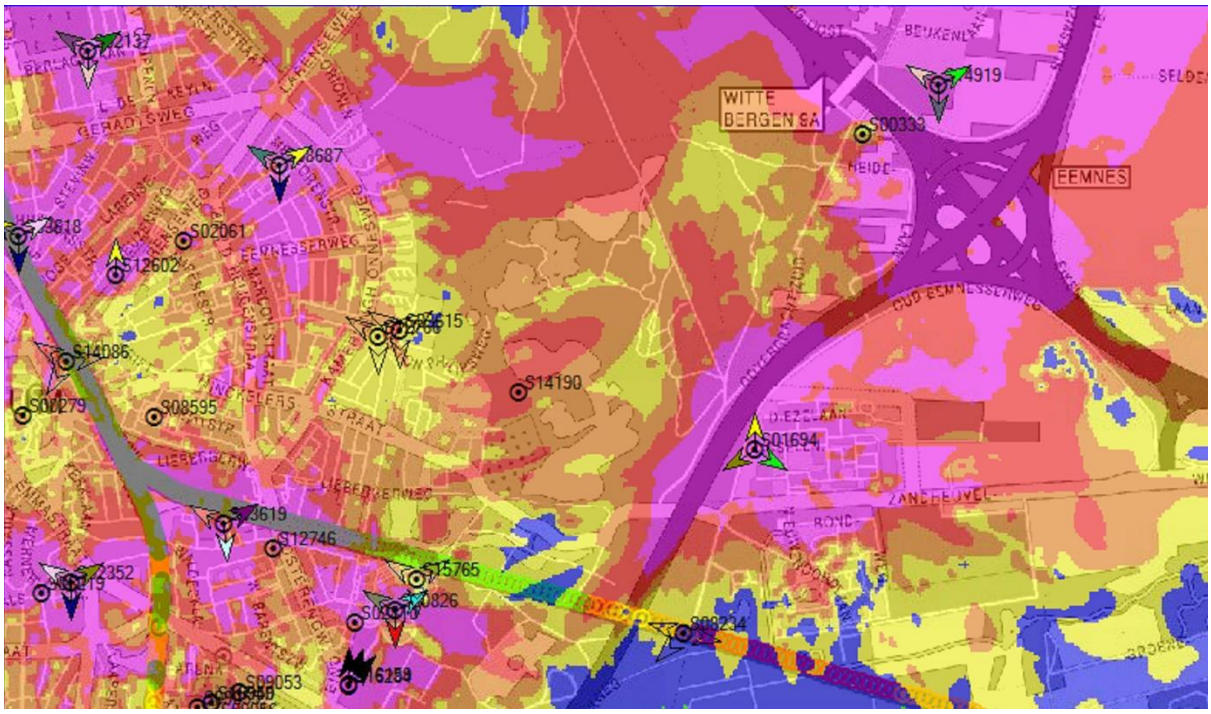
Plot simulaties:

De huidige Vodafone dekkingsplot voor 4G op 1800 MHz:

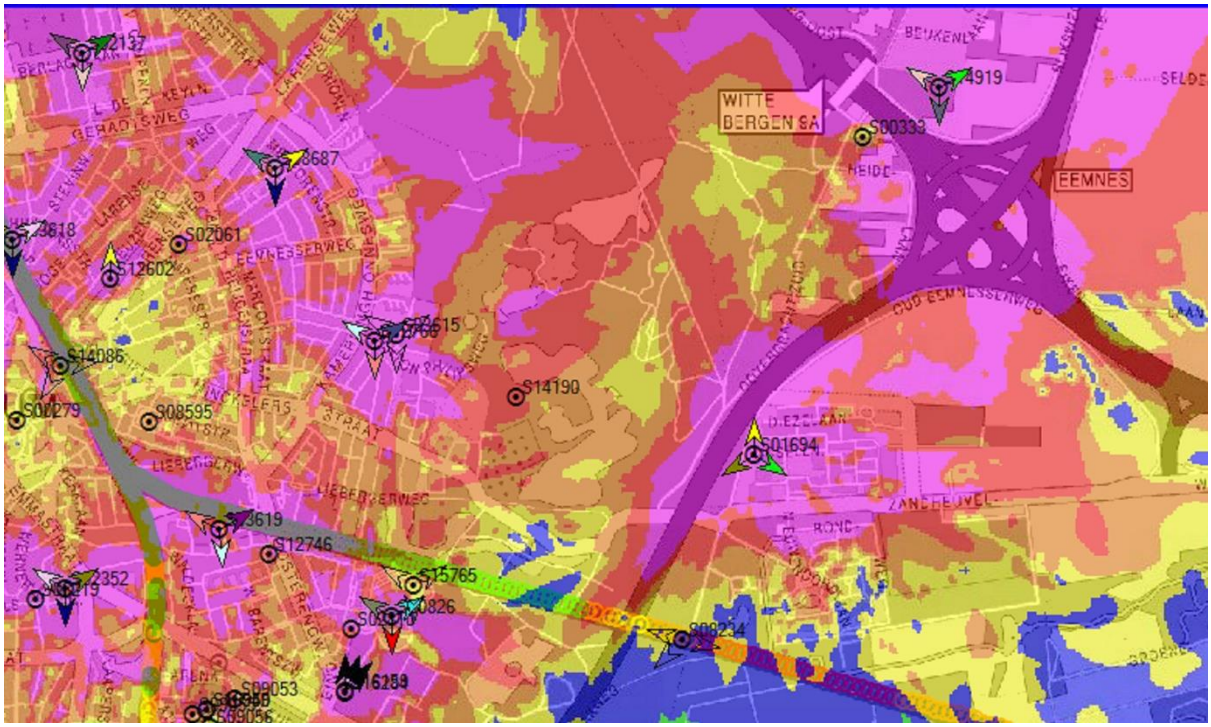
De opstelling S3615 op het Philipsgebouw staat hier dus op aan.



Dezelfde plot maar dan na verwijderen van opstelpunt op Philipsgebouw S03615:



Dezelfde plot na plaatsen van antennes op het dak bij de brandweer conform het beschreven radioplan met de 3 dragers a 5, 8 en 15,5 meter hoogte:



Op bovenstaande plot is duidelijk de blockage van het radiosignaal zichtbaar aan de noordoostzijde door de nog te bouwen gesimuleerde nieuwbouw met de geschatte hoogtes.

Ook is zichtbaar hoe het zoekgebied wordt ingevuld.

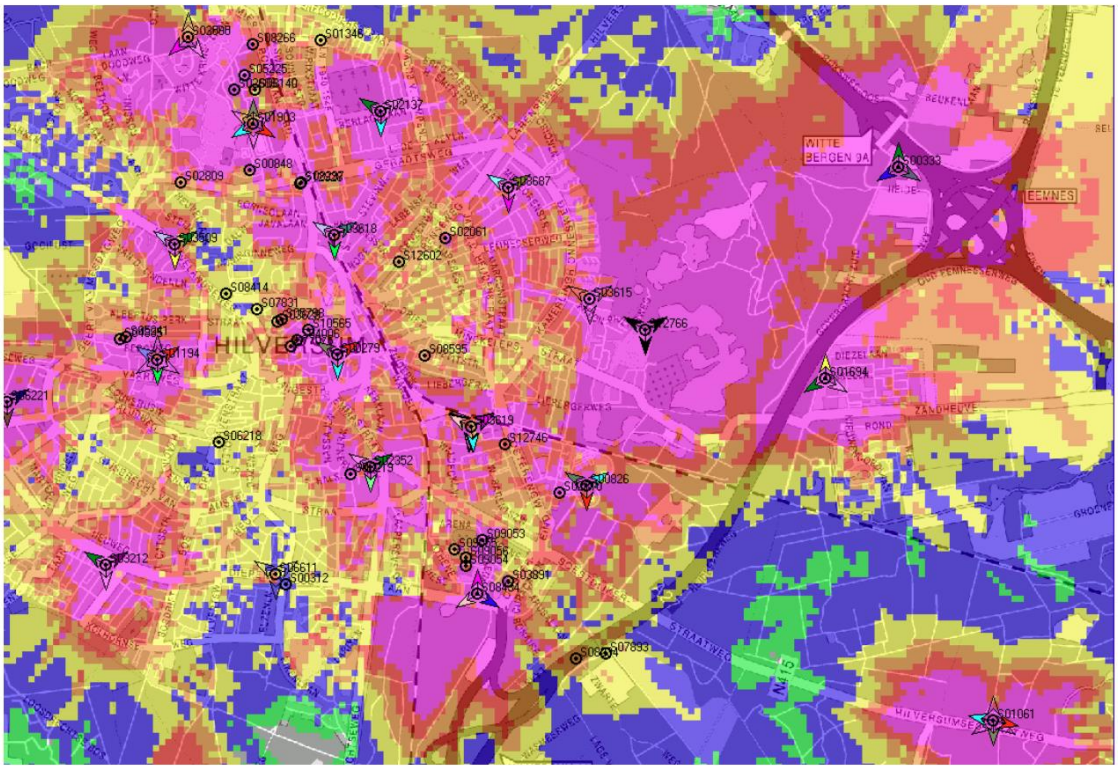
		Min	Max	
1		-79		Dense Urban
2		-84		Urban
3		-89		Suburban
4		-96		In Car
5		-109		Outdoor
6		-115		Fringe

Legenda radioplots

Ter vergelijking de plot van de 12766 vakwerkmast op de vergunde locatie bij de waterzuivering uit de onderbouwing bij de vergunningsstukken:

Toekomstige dekking
Indien de mast wordt gerealiseerd op het betreffende punt dan zal de dekking er namens Vodafone zo uit gaan zien:

Dekking met site 12766 (4G plot) in service:



Zonnepanelen op het kazerne dak

Vanwege de ligging van zonnepanelen op het dak van de kazerne is er maar beperkt ruimte op het dak. In het radioplan is zoveel mogelijk rekening gehouden met deze zonnepanelen. Zowel in verstoring van de opbrengst vanwege schaduwwerking van de dragers/palen, alsmede door eventuele verstoring van de elektronica van de zonnepanelen op de ontvangers van de mobiele operators.



Legplan zonnepanelen kazerne (ontvangen van brandweer)

voorwaarde: De brandweer heeft aangegeven dat geen panelen weg mogen dan wel verplaatst mogen worden tbv de antennedragers.

Op de zuidoosthoek is een antennedrager van 5 meter benodigd waar middels polesharing meerdere antennes van 2 verschillende operators aan komen hangen. Vanwege de polsharing is een stevigere drager noodzakelijk.

Een dergelijke hoge en dikke antennepaal zal tot verstoring van de opbrengst van de panelen leiden op dit gebied van het zonnepanelen plan:



De zonnepanelen dienen op 2 posities op het dak (zuidoost en noordwesthoek) deels te worden verwijderd om voldoende ruimte te hebben voor de ondersteunende staalconstructies van de antennepalen. Daar is op dit moment geen ruimte voor.

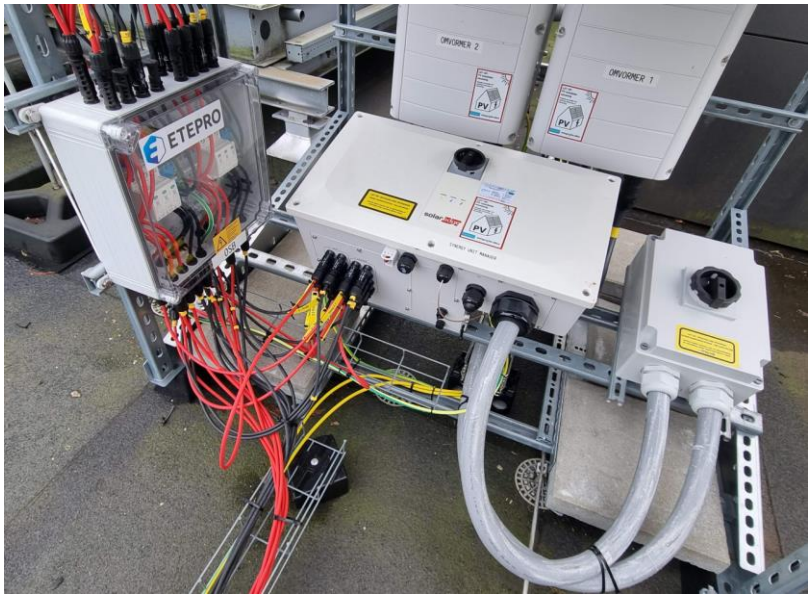
Tijdens de technische opname op 24 januari 2024 bleek tevens dat er een PV installatie op het dak aanwezig is van het merk SolarEdge. De brandweer vertelde tevens dat er gebruik werd gemaakt van optimizers.

Verstoringen van cruciale netwerken, zoals het C2000 (waaronder P2000), veroorzaakt door PV installaties, zijn al regelmatig door het RDI (Rijksdienst Digitale Infrastructuur) geconstateerd. Vooral installaties waar optimizers worden gebruikt zijn veroorzakers van deze storingen.

Aangezien de rechter hierover al een uitspraak heeft gedaan, is de kans op verstoringen door SolarEdge apparatuur op de mobiele netwerk vrij reëel.
https://www.recht.nl/rechtspraak/uitspraak/?ecli=ECLI:NL:RBROT:2022:2205

Om storingen te voorkomen, zal de PV installatie moeten worden aangepast. Indien dit niet gebeurt kunnen de operators niet op het dak plaatsnemen vanwege de grote kans op verstoringen op het netwerk.





Samenvattend radio mogelijkheden:

Radiotechnisch zijn er in totaal 3 antennedragers met meerdere antennes van de 3 operators van respectievelijk 5, 8 en 15,5 meter hoog op 3 hoeken van het dak nodig om het zoekgebied afdoende in te vullen conform o.a. licentieplicht van het Rijk rekening houdend met EMF regels en blockage vanuit de omgeving.

B. <u>Constructietechnisch mogelijkheden kazerne dak</u>

Bij het bezoek aan het dak van de kazerne op woensdag 24 januari 2024 is bouwtechnisch gekeken naar de mogelijkheden op het dak voor dit beschreven benodigde radiotechnische plan voor 3 operators.

Constructietechnisch is het volgende plan samengesteld:

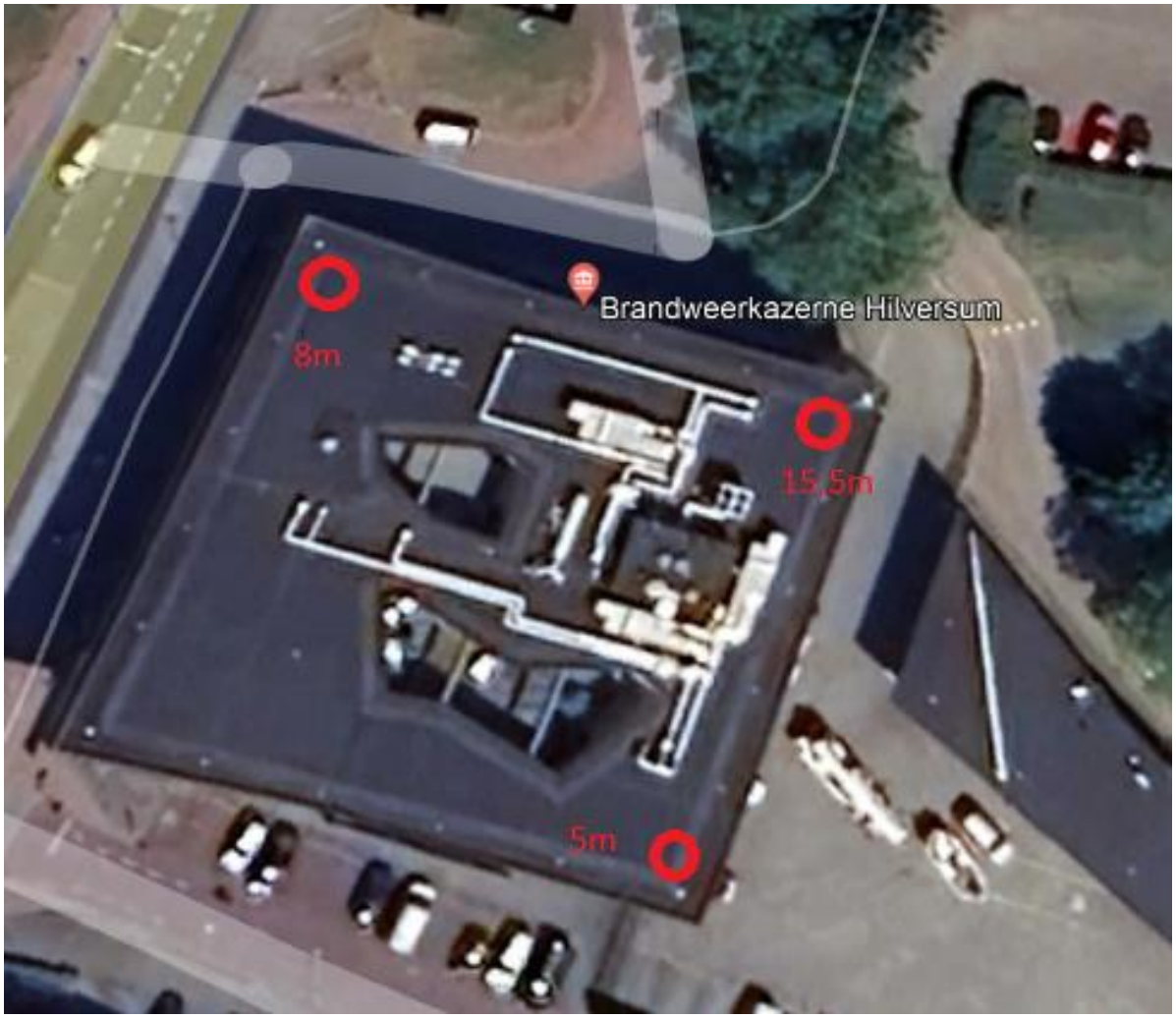
1 stalen **buis**constructie van 5 meter hoogte op de zuidoostelijke dakhoek, zijde Anthony Fokkerweg

1 **vakwerk**constructie van 8 meter hoogte op de noordwest hoek aan de zijde van de Kamerlingh Onneweg

1 **vakwerk**constructie van 15,5 meter hoogte aan de noordoost zijde aan de zijde van het projectontwikkelingsgebied.

Om de krachten op een veilige manier te verdelen over het bestaande dak, worden alle palen en onderliggende constructies berekend door een constructeur.

De krachten van deze 3 constructies dienen te worden afgedragen op de bestaande stalen dakconstructie van de kazerne.



De antennepalen die op deze locatie moeten worden toegepast, moeten niet alleen veel hoger worden dan vergunningsvrij en gebruikelijk bij daklocaties, ook de constructie sterkte van de palen moet significant toenemen, omdat er sprake is van polesharing.

Het type paal zal op twee hoeken van het gebouw van het type **vakwerk** moeten worden. Om voldoende plek te bieden aan alle 3 de operators, zal er een dwarsconstructie in top komen, waarop alle operators een plek op dezelfde hoogte krijgen. De top van de mast zal er dan als volgt uit gaan zien.

Voorbeelden **vakwerk** antenne constructie (verschillende hoogtes):





Voorbeeld antennedrager type **buis** met polesharing:



Dergelijke vakwerkconstructies van deze hoogtes en dragers tbv polesharing, vragen een hele sterke dak constructie.

Deze 3 constructies zijn door een erkend constructeur berekend. De berekening is bijgevoegd.

De conclusie van de constructeur is als volgt:

3 Conclusie

Het plaatsen van masten op het pand Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum is mogelijk met in acht neming van onderstaande

UItgangsputen
Het dak bestraat uit geprofileerde stalen dakplaten.
Deze platen hebben een overspanning van 7,20 m en liggen op stalen profielen.
De dakplaten fungeren als kipsteunen.
De stalen profielen hebben de afmeting HEA450 voor de liggers in as A en G (Randbalken) en profielen HEA450 en HEA500 voor de balken in as B t/m F.
De liggers hebben veldlengten van 2x 10,20 m en 1x 22,20 m, waarbij zich op 18,45 m uit de zuidzijde van het pand in het veld van 22,20 m een scharnier bevindt. De lengte van de HEA500 is 18,45 m.

De rand van het dak t.o.v. de as van de randbalk is aan de oostzijde 600 mm, met een dakopstand van ongeveer 300 mm. De resterende ruimte is te klein om ballastpoeren toe te passen (benodigde ruimte is minimaal 500 mm voor het inplakken van de drukvaste isolatie).
Toegepast moeten worden kokerprofielen onder het frame welke verbonden worden (geklemd) met de dragende liggers (gaan dus door het dak heen).

De antennes komen 2,00 m uit de rand te staan.
Voor de 15,50 m mast kan toegepast worden 2 secties van een Kaalmast type DVSA of een monopole.

Voor de antenne configuratie wordt aangehouden, dat alle frequenties aanwezig zijn (inclusief 3500) resulterend in een 2,80 en 0,60 m antenne.
Voor de lagere frequenties worden 4 radio remote units toegepast.
Aangehouden worden de 2,80 m antenne van Commscope en de 0,6 m antenne van AIR aangehouden.
Voor de RRU's worden aangehouden de 2460, 4020, 4415 en 4480. Deze worden achter de antennes geplaatst.

Het dakgedeelte waarop de masten komen te staan is 11.00 m+ maaiveld
Het opstelpunt ligt in windgebied II, onbebouwde omgeving.

De maatgevende balken van de hoofddraagconstructie zijn de balken in as F en As G met belasting uit de 15,5 m en 5,0 m mast.

Als eerste worden de afmetingen van de masten van 15,5 m en 5,0 m bepaald. Vervolgens worden de liggers in as F en as G gecontroleerd met de reactiekrachten uit de masten.

Bevindingen
Ligger as F
De maximaal optredende doorbuiging δ = 119,5 mm
Zeeg z = 100 mm
Unity check uc = 0,220 (22% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is
Gedeelte HE450A uc = 0,790 (79%)
Gedeelte HE500A uc = 0,693 (69,3%)

De ligger voldoet

Ligger as G (Randligger)
De maximaal optredende doorbuiging δ = 101,8 mm

REconstructies
Bouwadvies

Project:	Opstelpunt 3 providers Kamerlingh Onnesweg 148, Hilversum
Onderdeel:	Controle dakliggers
Opdrachtgever:	Circet Telecom B.V.
Projectnummer:	24001-015
Versie	08-03-2024

Zeeg z = 75 mm
Unity check uc = 0,302 (30,2% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is
HE450A uc = 0,599 (59,9%)

De ligger voldoet.

Samenvattend constructietechnische mogelijkheden:

Het radiotechnische plan van 3 dragers/palen op 3 hoeken van het dak van respectievelijk 5, 8 en 15,5 meter hoogte is constructief mogelijk op het dak van de kazerne.

Opmerking: de draaglast van de zonnepanelen is niet meegenomen omdat deze niet bekend zijn.

Reactie brandweer:

Bedankt voor het uitgebreide rapport wat ik heb mogen ontvangen en waarop je onze reactie vraagt. Hierbij mijn **eerste** reactie op het rapport. Ik ga er vanuit dat mijn reactie een op een wordt meegezonden met het rapport.

1. In het rapport gaat men nu uit van drie masten op het dak(hoogte 15,5 meter, 8,00 meter en 5,00 meter) dit is voor mij nieuw en ik denk ook voor de gemeente. Er is altijd gesproken over 1 mast. Bovendien zijn de masten gesitueerd op de hoeken van het pand en ik ga er van uit dat de afdeling welstand en omgeving hier wel iets van gaat vinden ook daar we ervaren dat er hoge eisen aan de welstand liggen voor de ontwikkeling van de nieuwbouwwijk achter de kazerne. Zo moeten wij onder andere ons hek wijzigen voor het doorzicht! Het rapport zal vollediger zijn met de aanzichten inclusief masten en antennes
2. Ik lees in het rapport niets terug over de aanwezigheid van de zonnepanelen en vraag me af of deze belasting op de constructie/dak is meegerekend.
3. De masten komen ieder te staan op een frame van maar liefst 7,20 x 3,00 meter. Deze frames worden op meerdere punten(hoeveel?) door het dak bevestigd aan de hoofddraagconstructie. Naast de overlast en dus stilleggen van werkplekken geeft dit een risico op lekkage in de toekomst. Hoe hier mee om te gaan? Is er al een concept overeenkomst die we kunnen betrekken in onze besluitvorming.

4. De gemeente Hilversum wijst ons op het energieverbruik en vraagt hiervoor maatregelen te nemen. De eerste stap die wij juist gemaakt hebben is het plaatsen van zonnepanelen op het dak. Met het plaatsen van deze drie masten zullen wij panelen moeten verwijderen(3 maal 21m2 = 63m2) en hebben we last van schaduwwerking. Gaat de gemeente Hilversum ons vrijstellen van beperking op het verbruik van energie en hoe wordt onze recente investering op de zonnepanelen en opbrengst in de toekomst gecompenseerd?
5. Er is nog geen oplossing geboden op ons bezwaar van 24 uurs toegang tot het dak. In verband met de eisen gesteld in de Baseline Informatiebeveiliging Overheid (BIO) kunnen wij geen toegang geven buiten kantooruren.

met vriendelijke groet,

Bert Koopmanschap

Teamleider facilitaire zaken

Veiligheidsregio Gooi en Vechtstreek en Flevoland

<u>Eindconclusie onderzoek</u>

Radiotechnisch en constructie technisch biedt het dak mogelijkheden voor een opstelpunt voor 3 operators.

MITS/MAAR:

- Om 3 dragers voor 3 operators kwijt te kunnen op het kazerne dak, dienen de zonnepanelen op 2 posities deels te worden verwijderd om voldoende ruimte te hebben voor de ondersteunende staalconstructies van de dragers. De brandweer is hiermee niet akkoord.
- Radiotechnisch benodigde hoogtes respectievelijk 5 , 8 en 15,5 meter voor 3 operators. Dit is zeer hoog en heeft ruimtelijk grote impact op het gebouw zelf en de omgeving. Totale hoogte van de opstelling is op 1 hoek 27,5 meter, gemeten vanaf maaiveld.
- De dakopstelling is vergunningplichtig (dat geldt bij een hoogte > 5 meter boven dakvlak). Dezelfde vergunningprocedure als voor de reeds vergunde mast bij de waterzuivering is van toepassing. Participatie is een verplicht onderdeel.
- 24/7 toegang is noodzakelijk ivm storingen en onderhoud. Dat is via de bestaande dakopbouw tot aan de apparatuur van de operators mogelijk, maar daarmee is de brandweer niet akkoord.
- Ivm de overspanning van de dragende constructie vraagt de 3 opstellingen een aanzienlijk hogere investering dan een gemiddeld antenne opstelpunt op daken. Dat speelt aan de kant van de 3 operators zeker ook mee.
- De dragende constructie van de 15,5 meter vakwerkconstructie vraagt een omklemming van de reeds bestaande dakspanten met een grotere kans op dak lekkages. Bij normale daklocaties wordt op dragende constructies druk vaste isolatie toegepast en dat is hier niet mogelijk. Er is daardoor een grote kans op lekkages op het dak. De brandweer is hiermee niet akkoord. En ook de operators willen dit risico en mogelijke claims en kosten daardoor niet dragen.

De operators concluderen dat het kazerne gebouw geen gelijkwaardige en realistische oplossing voor de invulling van het zoekgebied is ondanks de radiotechnische en constructie technische mogelijkheden.

Vodafone Libertel BV

15 maart 2024

REconstructies
Bouwadvies

Rapport
Controle Dakliggers



Project:	Opstelpunt 3 providers Kamerlingh Onnesweg 148, Hilversum
Onderdeel:	Controle dakliggers
Opdrachtgever:	Circet Telecom B.V.
Projectnummer:	24001-015
Datum:	08-03-2024
Gewijzigd:	

Opgesteld:



ing. R.E. de Rooij

Pieter Calandlaan 315 1068 NH Amsterdam Tel: 06 – 30968178 info@reconstructies.eu www.reconstructies.eu

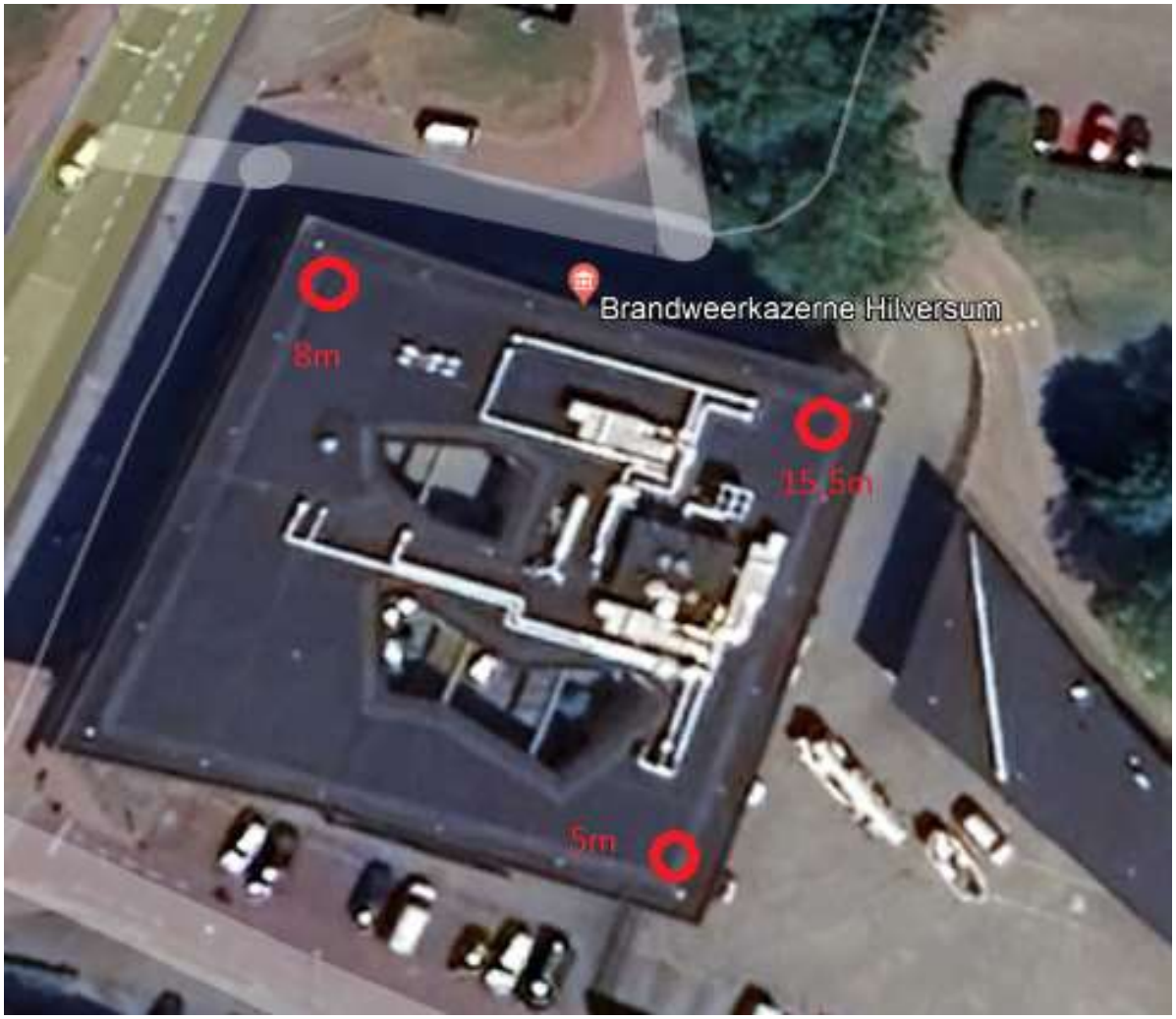
Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 1
1 Inleiding 2
1.1 Algemeen 2
2 Algemene rekenmethodes 3
3 Conclusie 4
4 Beschikbare informatie 6
5 Berekening 7
5.1 Uitgangspunten 7
5.2 Mast 15,5 m 7
5.2.1 Belastingen 7
5.2.2 Berekening 9
5.3 Mast 5 m 10
5.3.1 Belastingen 10
5.3.2 Berekening 11
5.4 Dakligger as F 12
5.4.1 Belastingen 12
5.4.2 Berekening 12
5.4.3 Resultaten 13
5.5 Dakligger as G (Randligger) 13
5.5.1 Belastingen 13
5.5.2 Berekening 13
5.5.3 Resultaten 14
6 Bijlage 16
6.1 Berekening mast 15,50 m 16
6.2 Berekening mast 5,00 m 16
6.3 Controle dakbalk in as F 16
6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk) 16

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het voornemen is om op het pand Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum de installaties van drie providers (KPN, Odido en Vodafone) te plaatsen. Er zullen drie masten geplaatst worden waarin de radio apparatuur van de providers geplaatst wordt.
Gezien de omgeving moeten de bovenkant van de antennes geplaatst worden op 15,5 m boven het dak in de mast aan de Noord-Oost zijde van het pand; op 5 m boven het dak aan de Zuid-Oost zijde van het pand en op 8,00 m boven het dak aan de Noord-West zijde van het pand (zie onderstaand figuur)



In de mast van 15,5 meter komen de antennes van alle drie de providers met KPN en Vodafone @60º en Odido @120º
In de mast van 5 m komen enkel de providers KPN en Vodafone @180º.
In de mast van 8,00 m komen KPN en Vodafone @300º en Odido met 2 richtingen @240º en 330º.

In dit document wordt de dragende dakconstructie gecontroleerd op de extra belastingen

2 Algemene rekenmethodes

Bij de controle berekening van de statische constructie is voor zover van toepassing gebruik gemaakt van de volgende voorschriften en uitgangspunten:

Voorschriften:

NEN 8700	Grondslagen constructieve veiligheid Gebouwen
NEN-EN 1990	Eurocode Grondslagen constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1-1	Belastingen op constructies – algemene belasting
NEN-EN 1991-1-3	Belastingen op constructies – sneeuwbelasting
NEN-EN 1991-1-4	Belastingen op constructies – windbelasting
NEN-EN 1992-1-1	EC2 Betonconstructies
NEN-EN 1993-1-1	EC3 Staalconstructies
NEN-EN 1995-1-1	EC5 Houtconstructies
NEN-EN 1996-1-1	EC6 Steenconstructies

Gevolgklasse: CC2
K_{fi} = 1,0

Referentieperiode: 50 jaar

Belastingfactoren:

UGT:	$\gamma_{f;g}$ = 1,35	voor vgl. 6.10a
	$\gamma_{f;g}$ = 1,20	voor vgl. 6.10b
	$\gamma_{f;g}$ = 0,90	indien gunstig
	$\gamma_{f;q}$ = 1,50	
BGT:	$\gamma_{f;g}$ = 1,00	
	$\gamma_{f;q}$ = 1,00	

Materialen:

Hout	klasse C18
Beton	C20/25
Staal	S235
Bouten	8.8

3 Conclusie

Het plaatsen van masten op het pand Kamerlingh Onnesweg 148 te Hilversum is mogelijk met in acht neming van onderstaande

UItgangsputen
Het dak bestraat uit geprofileerde stalen dakplaten.
Deze platen hebben een overspanning van 7,20 m en liggen op stalen profielen.
De dakplaten fungeren als kipsteunen.
De stalen profielen hebben de afmeting HEA450 voor de liggers in as A en G (Randbalken) en profielen HEA450 en HEA500 voor de balken in as B t/m F.
De liggers hebben veldlengten van 2x 10,20 m en 1x 22,20 m, waarbij zich op 18,45 m uit de zuidzijde van het pand in het veld van 22,20 m een scharnier bevindt. De lengte van de HEA500 is 18,45 m.

De rand van het dak t.o.v. de as van de randbalk is aan de oostzijde 600 mm, met een dakopstand van ongeveer 300 mm. De resterende ruimte is te klein om ballastpoeren toe te passen (benodigde ruimte is minimaal 500 mm voor het inplakken van de drukvaste isolatie).
Toegepast moeten worden kokerprofielen onder het frame welke verbonden worden (geklemd) met de dragende liggers (gaan dus door het dak heen).

De antennes komen 2,00 m uit de rand te staan.
Voor de 15,50 m mast kan toegepast worden 2 secties van een Kaalmast type DVSA of een monopole.

Voor de antenne configuratie wordt aangehouden, dat alle frequenties aanwezig zijn (inclusief 3500) resulterend in een 2,80 en 0,60 m antenne.
Voor de lagere frequenties worden 4 radio remote units toegepast.
Aangehouden worden de 2,80 m antenne van Commscope en de 0,6 m antenne van AIR aangehouden.
Voor de RRU's worden aangehouden de 2460, 4020, 4415 en 4480. Deze worden achter de antennes geplaatst.

Het dakgedeelte waarop de masten komen te staan is 11.00 m+ maaiveld
Het opstelpunt ligt in windgebied II, onbebouwde omgeving.

De maatgevende balken van de hoofddraagconstructie zijn de balken in as F en As G met belasting uit de 15,5 m en 5,0 m mast.

Als eerste worden de afmetingen van de masten van 15,5 m en 5,0 m bepaald. Vervolgens worden de liggers in as F en as G gecontroleerd met de reactiekrachten uit de masten.

Bevindingen
Ligger as F
De maximaal optredende doorbuiging δ = 119,5 mm
Zeeg z = 100 mm
Unity check uc = 0,220 (22% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is
Gedeelte HE450A uc = 0,790 (79%)
Gedeelte HE500A uc = 0,693 (69,3%)

De ligger voldoet

Ligger as G (Randligger)
De maximaal optredende doorbuiging δ = 101,8 mm

Zeeg	z = 75 mm
Unity check	uc = 0,302 (30,2% uitnutting)

De maximale uitnutting van de ligger is
HE450A uc = 0,599 (59,9%)

De ligger voldoet.

4 Beschikbare informatie

Voor het bepalen van de statische constructie is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Ericsson
  - Plaats en hoogte van de masten
  - Richtingen antennes
- Archief
  - Oprichtingstekeningen uit 2006
  - Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022

5 Berekening

5.1 Uitgangspunten

Het dak bestraat uit geprofileerde stalen dakplaten.
Deze platen hebben een overspanning van 7,20 m en liggen op stalen profielen.
De dakplaten fungeren als kipsteunen.
De stalen profielen hebben de afmeting HEA450 voor de liggers in as A en G (Randbalken) en profielen HEA450 en HEA500 voor de balken in as B t/m F.
De liggers hebben veldlengten van 2x 10,20 m en 1x 22,20 m, waarbij zich op 18,45 m uit de zuidzijde van het pand in het veld van 22,20 m een scharnier bevindt. De lengte van de HEA500 is 18,45 m.

De rand van het dak t.o.v. de as van de randbalk is aan de oostzijde 600 mm, met een dakopstand van ongeveer 300 mm. De resterende ruimte is te klein om ballastpoeren toe te passen (benodigde ruimte is minimaal 500 mm voor het inplakken van de drukvaste isolatie).
Toegepast moeten worden kokerprofielen onder het frame welke verbonden worden (geklemd) met de dragende liggers (gaan dus door het dak heen).

De antennes komen 2,00 m uit de rand te staan.
Voor de 15,50 m mast kan toegepast worden 2 secties van een Kaalmast type DVSA of een monopole.

Voor de antenne configuratie wordt aangehouden, dat alle freqeunties aanwezig zijn (inclusief 3500) resulterend in een 2,80 en 0,60 m antenne.
Voor de lagere frequenties worden 4 radio remote units toegepast.
Aangehouden worden de 2,80 m antenne van Commscope en de 0,6 m antenne van AIR aangehouden.
Voor de RRU's worden aangehouden de 2460, 4020, 4415 en 4480. Deze worden achter de antennes geplaatst.

Het dakgedeelte waarop de masten komen te staan is 11.00 m+ maaiveld
Het opstelpunt ligt in windgebied II, onbebouwde omgeving.

De maatgevende balken van de hoofddraagconstructie zijn de balken in as F en As G met belasting uit de 15,5 m en 5,0 m mast.

Als eerste worden de afmetingen van de masten van 15,5 m en 5,0 m bepaald. Vervolgens worden de liggers in as F en as G gecontroleerd met de reactiekrachten uit de masten.

5.2 Mast 15,5 m

Voor bepalen van de belastingen is aangehouden een monopole (meest ongunstige situatie)

5.2.1 Belastingen

Het hoogste punt van de mast is 26,50 m+ maaiveld

De berekende winddruk / $c_s c_d$ zijn:
Winddruk q_p = 1,16 kN/m^2
Factor $c_s c_d$ = 1,01

Gegevens antennes
Permanent

3x AIR3278	F = 0,90 kN	M_x =	0,381 kNm	M_y =	0,074 kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 5,23 kN	M_x =	0,702 kNm	M_y =	1,569 kNm

Wind + X-richting

3x AIR3278	F = 0,537 kN	M_z =	0,231 kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 1,287 kN	M_z =	0,558 kNm
Buismast Φ273x10	q = 0,384 kN/m		
HEB160	q = 0,304 kN/m		

Wind + Y-richting

3x AIR3278	F = 0,702 kN	M_z =	- 0,058 kNm
3x RRZZV4-65D-R8NV1	F = 1,533 kN	M_z =	- 0,128 kNm
Buismast Φ273x10	q = 0,384 kN/m		
HEB160	q = 0,304 kN/m		

Belasting op RRU's
Per sector worden toegepast

	B x H x D		180 km/h
1x RRU2460	398x553x190 mm	G = 0,371 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4020	404x495x163 mm	G = 0,255 kN	W = 0,275 kN
1x RRU4415	398x420x149 mm	G = 0,200 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4480	398x553x151 mm	G = 0,320 kN	W = 0,320 kN
FTTA box	180x255x65 mm	G = 0,048 kN	
		G = 1,194 kN	

De RRU's worden achter de antennes geplaatst

Per pole
Permanent

Gewicht	G = 1,194 kN	
Moment (excentriciteit plaatsing)	M = 1,194 x 0,400	= 0,478 kNm

Windbelasting RRU's
De fabrikant heeft de windlast opgegeven voor een windsnelheid van 180 km/h

De RRU's worden achter de antenne geplaatst. Voor de hoogte wordt aangehouden dezelfde hoogte als voor de antennes.

Bepaling werkelijke windbelasting

Hoogte H = 26,5 m
De winddruk op deze hoogte is 1,16 kN/m^2.
De windsnelheid op deze hoogte is
$v = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$

waarin
$c_r = k_r \cdot \ln (z/z_0)$
$k_r = 0{,}19\ (z_0/0{,}05)^{0{,}07}$
met
c_0 = 1
z_0 = 0,2
v_b = 27 m/s

ingevuld voor een hoogte van 26,50 m

k_r = 0,19 (0,2/0,05)^0,07 = 0,209
c_r = 0,209 x ln (26,50/0,2) = 1,021

v = 1,021 x 1 x 27,0 = 27,58 m/s = 99,27 km/h.

De windbelasting is nu

RRU2260	W = 99,27 / 180 x 0,237	= 0,131 kN
RRU2460	W = 99,27 / 180 x 0,260	= 0,144 kN
RRU4415	W = 99,27 / 180 x 0,260	= 0,144 kN
RRU4480	W = 99,27 / 180 x 0,320	= 0,177 kN
		= 0,596 kN
Wind FTTA box		
Maximaal	F = 1,16 x 0,255 x 0,180 x 1,2	= 0,064 kN
		= 0,660 kN

5.2.2 Berekening

Om te voldoen aan de voorwaarden in de gebruiksfase (hoekverdraaiing t.p.v. het midden van de antenne < 1,50º) en de uiterste grenstoestand (uitnutting onderdelen kleiner of gelijk aan 100%) is de mast als volgt opgebouwd:
Stalen H-frame 7,20x3,00 m bestaande uit liggers HE280B.
Stalen buis Φ559x20 mm lang 15,20 m.

Voor de berekening zie bijlage 1

De optredende karakteristieke reactiekrachten (verticaal) zijn
Op balk as F
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 10,041 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 9,594 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 11,656 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 8,328 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 10,198 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 10,198 kN
Krachten zijn tegengesteld

Op balk as G (randbalk)
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 24,911 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 22,982 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 11,656 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 8,328 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 39,715 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 39,715 kN
Krachten zijn tegengesteld

5.3 Mast 5 m

Voor bepalen van de belastingen is aangehouden een monopole

5.3.1 Belastingen

Het hoogste punt van de mast is 16,00 m+ maaiveld

De berekende winddruk / $c_s c_d$ zijn:
Winddruk q_p = 0,63 kN/m^2
Factor $c_s c_d$ = 1,11

Gegevens antennes
Permanent

2x AIR3278	F = 0,60 kN	M_x =	0,000 kNm	M_y = - 0,294 kNm
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	F = 3,49 kN	M_x =	0,00 kNm	M_y = - 1,496 kNm

Wind + X-richting

2x AIR3278	F = 0,318 kN	M_z =	0,000 kNm
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	F = 1,828 kN	M_z =	0,000 kNm
Buismast Φ114,3x6,3	q = 0,096 kN/m		
HEA160	q = 0,157 kN/m		

Wind + Y-richting

2x AIR3278	F = 0,106 kN	M_z =	0,054 kNm
2x RRZZV4-65D-R8NV1 +RRU	F = 1,424 kN	M_z =	0,164 kNm
Buismast Φ114,3x6,3	q = 0,096 kN/m		
HEA160	q = 0,157 kN/m		

Belasting op RRU's
Per sector worden toegepast

	B x H x D		180 km/h
1x RRU2460	398x553x190 mm	G = 0,371 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4020	404x495x163 mm	G = 0,255 kN	W = 0,275 kN
1x RRU4415	398x420x149 mm	G = 0,200 kN	W = 0,260 kN
1x RRU4480	398x553x151 mm	G = 0,320 kN	W = 0,320 kN
FTTA box	180x255x65 mm	G = 0,048 kN	
		G = 1,194 kN	

De RRU's worden achter de antennes geplaatst

Per pole
Permanent

Gewicht	G = 1,194 kN	
Moment (excentriciteit plaatsing)	M = 1,194 x 0,400	= 0,478 kNm

Windbelasting RRU's
De fabrikant heeft de windlast opgegeven voor een windsnelheid van 180 km/h

De RRU's worden achter de antenne geplaatst. Voor de hoogte wordt aangehouden dezelfde hoogte als voor de antennes.

Bepalen werkelijke windbelasting
Hoogte H = 16,0 m

De winddruk op deze hoogte is 0,63 kN/m^2.
De windsnelheid op deze hoogte is
$v = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$

waarin
$c_r = k_r \cdot \ln (z/z_0)$
$k_r = 0,19 (z_0/0,05)^{0,07}$

met
c_0 = 1
z_0 = 0,2
v_b = 27 m/s

ingevuld voor een hoogte van 16,00 m
$k_r = 0,19 (0,2/0,05)^{0,07} = 0,209$
$c_r = 0,209 \times \ln (16,00/0,2) = 0,960$

v = 0,960 x 1 x 27,0 = 25,91 m/s = 93,28 km/h.

De windbelasting is nu

RRU2260	W = 93,28 / 180 x 0,237	= 0,123 kN
RRU2460	W = 93,28 / 180 x 0,260	= 0,135 kN
RRU4415	W = 93,28 / 180 x 0,260	= 0,135 kN
RRU4480	W = 93,28 / 180 x 0,320	= 0,166 kN
		= 0,559 kN
Wind FTTA box		
Maximaal	F = 0,63 x 0,255 x 0,180 x 1,2	= 0,035 kN
		= 0,594 kN

5.3.2 Berekening

Om te voldoen aan de voorwaarden in de gebruiksfase (hoekverdraaiing t.p.v. het midden van de antenne < 1,50^0) en de uiterste grenstoestand (uitnutting onderdelen kleiner of gelijk aan 100%) is de mast als volgt opgebouwd:
Stalen H-frame 7,20x3,00 m bestaande uit liggers HE160B.
Stalen buis Φ114,3x6,3 mm lang 4,50 m en geschoord met hoekstalen L60x60x6 mm

Voor berekening zie bijlage 2

De optredende karakteristieke reactiekrachten (verticaal) zijn
Op balk as F
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 2,509 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 2,441 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,611 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,531 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,824 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,824 kN
Krachten zijn tegengesteld

Op balk as G (randbalk)
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 4,567 kN

Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 4,306 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,611 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,531 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 1,202 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 1,202 kN
Krachten zijn tegengesteld

5.4 Dakligger as F

5.4.1 Belastingen

De optredende gelijkmatig verdeelde belastingen zijn (Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022)

Permanent q = 5,78 kN/m
Veranderlijk q = 4,03 kN/m (sneeuw)

Belastingen uit mast 15,50 m
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 10,041 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 9,594 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 11,656 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 8,328 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 10,198 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 10,198 kN
Krachten zijn tegengesteld

Belastingen uit mast 5,00 m
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 2,509 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 2,441 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,611 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,531 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,824 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,824 kN
Krachten zijn tegengesteld

5.4.2 Berekening

Voor de berekening zie bijlage 3

5.4.3 Resultaten

De maximaal optredende doorbuiging δ = 119,5 mm
Zeeg z = 100 mm
Unity check uc = (119,5 – 100) / (0,004 x 22200) = 0,220 (22%)

De maximale uitnutting van de ligger is
Gedeelte HE450A uc = 0,790 (79%)
Gedeelte HE500A uc = 0,693 (69,3%)

De ligger voldoet.

5.5 Dakligger as G (Randligger)

5.5.1 Belastingen

De optredende gelijkmatig verdeelde belastingen zijn (Controle berekening zonnepanelen op dak door Fundament Bouwadvies d.d. 04-07-2022)

Permanent q = 3,60 kN/m
Veranderlijk q = 2,52 kN/m (sneeuw)

Belastingen uit mast 15,50 m
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 24,911 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 22,982 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 11,656 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 8,328 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 1 F = 39,715 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 1 F = 39,715 kN
Krachten zijn tegengesteld

Belastingen uit mast 5,00 m
Permanent
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 4,567 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 4,306 kN

Wind evenwijdig aan cijferassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 0,611 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 0,531 kN
Beide krachten of neerwaarts of opwaarts

Wind evenwijdig aan letterassen
Oplegpunt op 600 mm uit as 4 F = 1,202 kN
Oplegpunt op 3600 mm uit as 4 F = 1,202 kN
Krachten zijn tegengesteld

5.5.2 Berekening

Voor de berekening zie bijlage 4

5.5.3 Resultaten

De maximaal optredende doorbuiging δ = 101,8 mm
Zeeg z = 75 mm
Unity check uc = (101,8 – 75) / (0,004 x 22200) = 0,302 (30,22%)

De maximale uitnutting van de ligger is
HE450A uc = 0,599 (59,9%)

De ligger voldoet.

5.5.3.1 Controle uitvoer

De maximale hoekverdraaiing is bij wind in + X-richting.
Voor de antenne AOC4518R6v06 (knoop 22) bedraagt de hoekverdraaiing bij een referentieperiode van 50 jaar 0,00229 rad. Dit is een verdraaiing van 180/π x 0,00229 = 0,14°. Bij een referentieperiode van 1 jaar (ψ = 0,65) bedraagt de hoekverdraaiing 180/π x 0,00229 x 0,65 = 0,10°. De hoekverdraaiing blijft binnen de gestelde norm van 1,00°.
Voor de dish 300 mm (knoop 22) bedraagt de hoekverdraaiing bij een referentieperiode van 50 jaar 0,00229 rad. Dit is een verdraaiing van 180/π x 0,00229 = 0,14°. Bij een referentieperiode van 1 jaar (ψ = 0,65) bedraagt de hoekverdraaiing 180/π x 0,00229 x 0,65 = 0,10°. De hoekverdraaiing blijft binnen de gestelde norm van 0,50°.

Voor de sterkte voldoet het frame.
Het maximaal belaste onderdeel is de pole Φ114,3x6,3 en bedraagt;
uc = 0,130

De maximale reactiekrachten zijn
Poer onder pole
Verticaal
Drukkracht = 3,52 kN
Trekkracht = 0,01 kN
Horizontaal = 4,89 kN

Poer onder uiteinde ligger met RRH-pole
Verticaal
Drukkracht = 2,67 kN
Trekkracht = 0,64 kN
Horizontaal = 0,92 kN

Poer onder uiteinde ligger zonder RRH-pole
Verticaal
Drukkracht = 2,41 kN
Trekkracht = 0,84 kN
Horizontaal = 0,76 kN

Controle wringmoment

Wringmoment M_d = 1,5 x (0,393 x 0,600 + ½ x 0,141 x $0,450^2$) + 1,2 x 0,05 = 0,436 kNm

Wringconstante
HEA180 K = 1/3 x { 2 x 180 x $9,5^3$ + (171 – 2 x 9,5) x 6^3} = 113829 mm^4
HEA160 K = 1/3 x { 2 x 160 x 9^3 + (152 – 2 x 9) x 6^3} = 87408 mm^4
HEA140 K = 1/3 x { 2 x 140 x $8,5^3$ + (133 – 2 x 8,5) x $5,5^3$} = 63751,5 mm^4

HEA180 τ_{max} = 0,436x10^6 x 9,5 / 113829 = 37 N/mm^2
HEA160 τ_{max} = 0,436x10^6 x 9 / 87408 = 37 N/mm^2
HEA140 τ_{max} = 0,436x10^6 x 8,5 / 63751,5 = 37 N/mm^2

Unity check uc = 37 / 235 = 0,158

De poeren staan direct op of naast de dragende wanden.

Er worden geen constructieve problemen verwacht.

6 Bijlage

6.1 Berekening mast 15,50 m

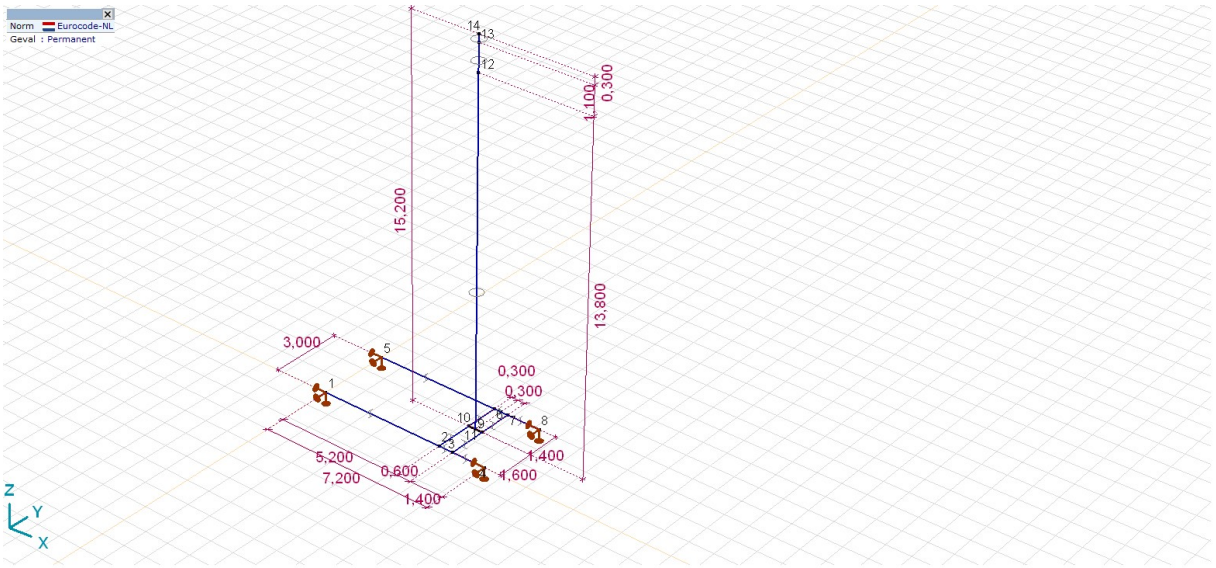
6.2 Berekening mast 5,00 m

6.3 Controle dakbalk in as F

6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk)

6.1 Berekening mast 15,50 m

6.1.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	0
2	5,200	0	0
3	5,800	0	0
4	7,200	0	0
5	0	3,000	0
6	5,200	3,000	0
7	5,800	3,000	0
8	7,200	3,000	0
9	5,800	1,600	0
10	5,200	1,600	0
11	5,500	1,600	0
12	5,500	1,600	13,800
13	5,500	1,600	14,900
14	5,500	1,600	15,200

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	11	12	13,800	i - j	S 235	1
2	12	13	1,100	i - j	S 235	1
3	13	14	0,300	i - j	S 235	1
4	1	2	5,200	i - j	S 235	2
5	2	3	0,600	i - j	S 235	2
6	3	4	1,400	i - j	S 235	2
7	5	6	5,200	i - j	S 235	2
8	6	7	0,600	i - j	S 235	2
9	7	8	1,400	i - j	S 235	2
10	3	9	1,600	i - j	S 235	2
11	9	7	1,400	j - i	S 235	2
12	2	10	1,600	i - j	S 235	2
13	10	6	1,400	j - i	S 235	2

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K_x [kN/m]	K_y [kN/m]	K_z [kN/m]
1	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
2	4	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	5	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	8	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

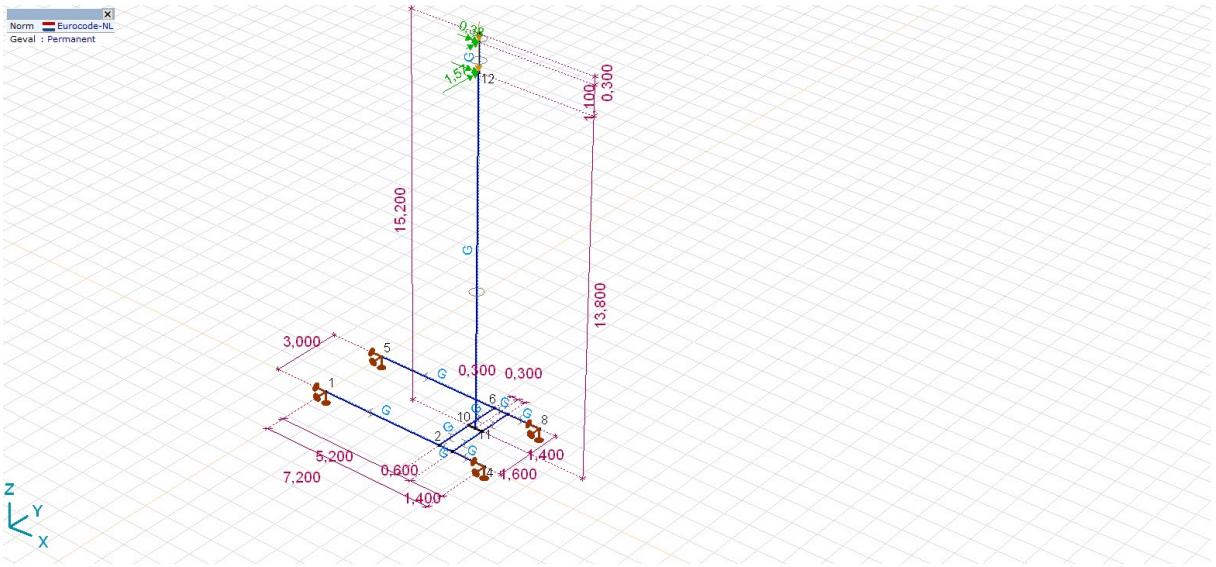
	Naam	Type	Model	E_x [N/mm²]	E_y [N/mm²]	P_1	P_2	P_3
1	S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f_y[N/mm²] = 235,00	f_u[N/mm²] = 360,00	f_y^*[N/mm²] = 215,00

	Naam	P_4
1	S 235	f_u^*[N/mm²] = 360,00

Profielen

	Naam	h [mm]	Ax [mm²]	Iy [mm⁴]	Iz [mm⁴]	$W_{1,pl}$ [mm³]	$W_{2,pl}$ [mm³]
1	ROR 559,00* 20,0	559,0	33823,40	1,2284E+9	1,2284E+9	5811316,0	5811354,0
2	HE 280 B	280,0	13138,74	1,9273E+8	6,5946E+7	1534693,0	717603,8

6.1.2 Belastingen



Permanent

Permanent: Knoopbelastingen

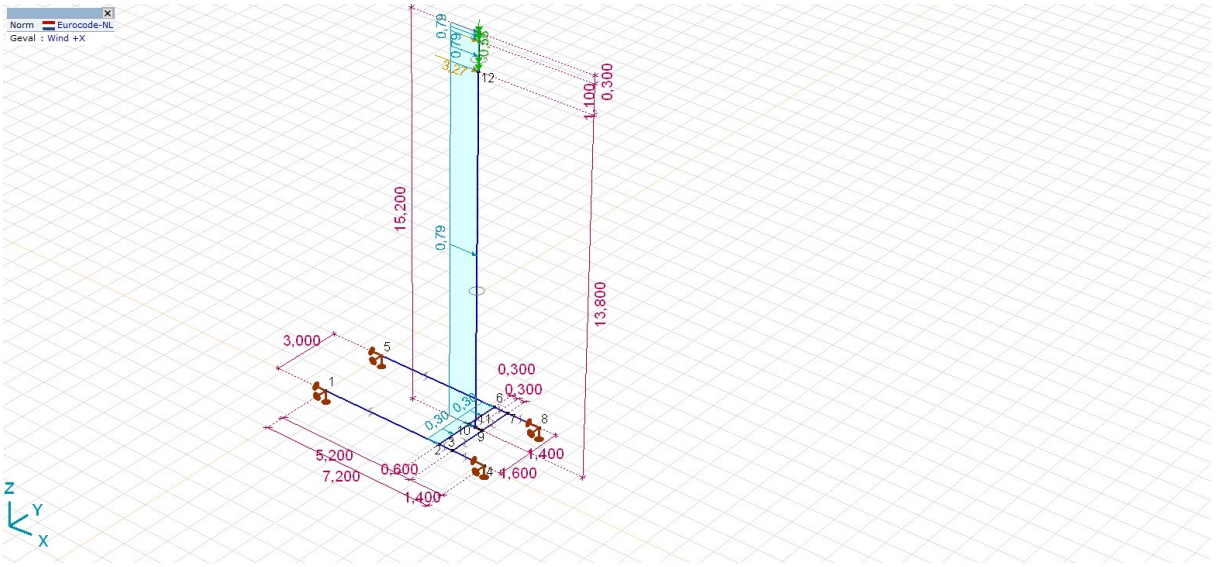
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	0	-5,23	0,70	1,57	0
13	Globaal	0	0	-0,90	0,38	0,07	0

Permanent: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1–13	6139,846
Totaal	**6139,846**

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Permanent]

	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	-9,594
2	4	Glob.	-22,982
3	5	Glob.	-10,041
4	8	Glob.	-24,911



Wind +X

Wind +X: Knoopbelastingen

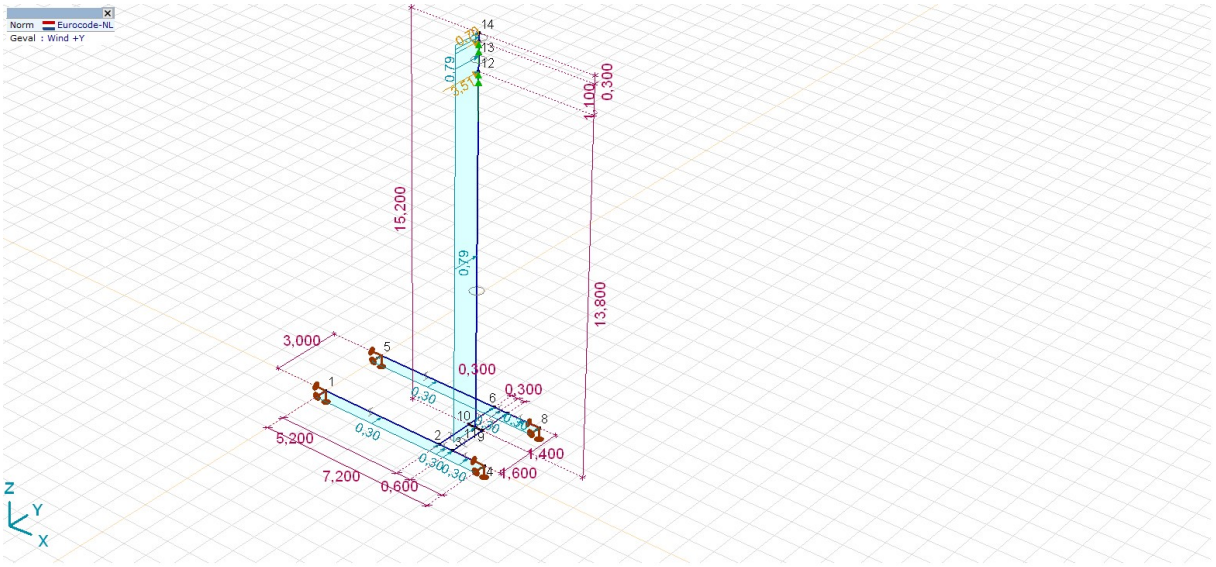
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	3,27	0	0	0	0	-0,56
13	Globaal	0,54	0	0	0	0	-0,23

Wind +X: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	13,800	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
2	Staaf G ln.	1,100	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
3	Staaf G ln.	0,300	a	0	0,79	0	0
				1,000	0,79	0	0
12	Staaf G ln.	1,600	a	0	0,30	0	0
				1,000	0,30	0	0
13	Staaf G ln.	1,400	a	0	0,30	0	0
				1,000	0,30	0	0

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Wind +X]

	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	8,328
2	4	Glob.	-8,328
3	5	Glob.	11,656
4	8	Glob.	-11,656



Wind +Y

Wind +Y: Knoopbelastingen

	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	3,51	0	0	0	0,13
13	Globaal	0	0,70	0	0	0	0,06

Wind +Y: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	13,800	a	0	0	0,79	0
				1,000	0	0,79	0
2	Staaf G ln.	1,100	a	0	0	0,79	0
				1,000	0	0,79	0
3	Staaf G ln.	0,300	a	0	0	0,79	0
				1,000	0	0,79	0
4	Staaf G ln.	5,200	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0
5	Staaf G ln.	0,600	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0
6	Staaf G ln.	1,400	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0
7	Staaf G ln.	5,200	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0
8	Staaf G ln.	0,600	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0
9	Staaf G ln.	1,400	a	0	0	0,30	0
				1,000	0	0,30	0

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Wind +Y]

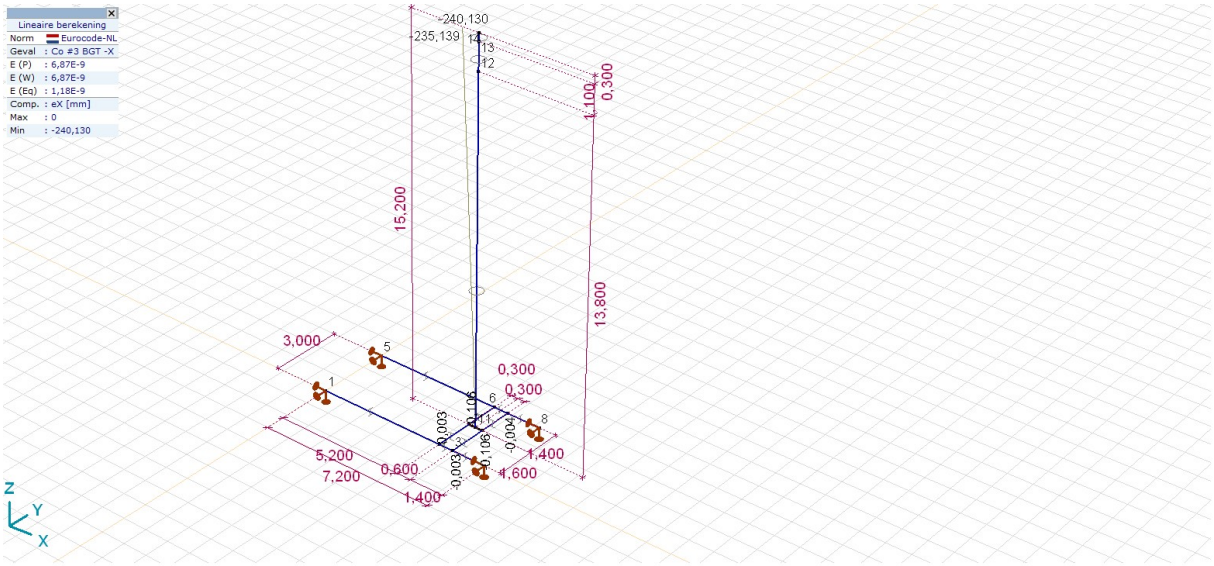
	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	10,198
2	4	Glob.	39,715
3	5	Glob.	-10,198
4	8	Glob.	-39,715

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
1	Co #1 BGT +X	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	BGT wind +X
2	Co #2 BGT +Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00	BGT wind +Y
3	Co #3 BGT -X	BGT Karakteristiek	1,00	-1,00	0	BGT wind -X
4	Co #4 BGT -Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	-1,00	BGT wind -Y
5	Co #5 EQU +X	UGT	0,90	1,50	0	EQU wind +X
6	Co #6 EQU +Y	UGT	0,90	0	1,50	EQU wind +Y
7	Co #7 EQU -X	UGT	0,90	-1,50	0	EQU wind -X
8	Co #8 EQU -Y	UGT	0,90	0	-1,50	EQU wind -Y

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
9	Co #9 UGT +X	UGT	1,20	1,50	0	UGT wind +X
10	Co #10 UGT +Y	UGT	1,20	0	1,50	UGT wind +Y
11	Co #11 UGT -X	UGT	1,20	-1,50	0	UGT wind -X
12	Co #12 UGT -Y	UGT	1,20	0	-1,50	UGT wind -Y
13	Co #13 UGT 6.10a	UGT	1,35	0	0	UGT vgl 6.10a

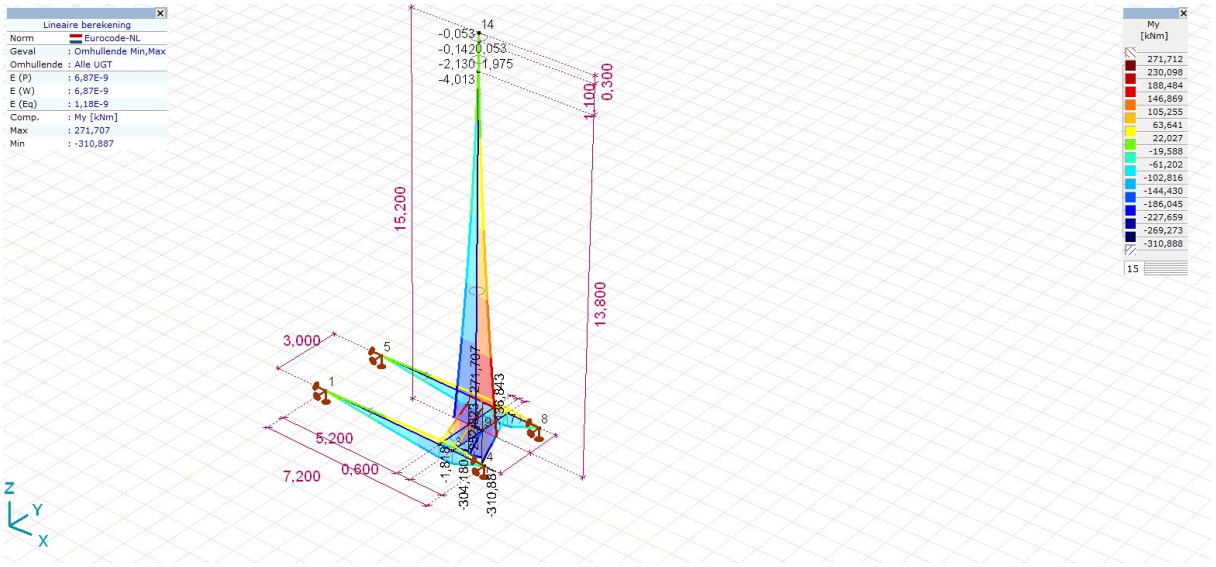
6.1.3 Resultaten



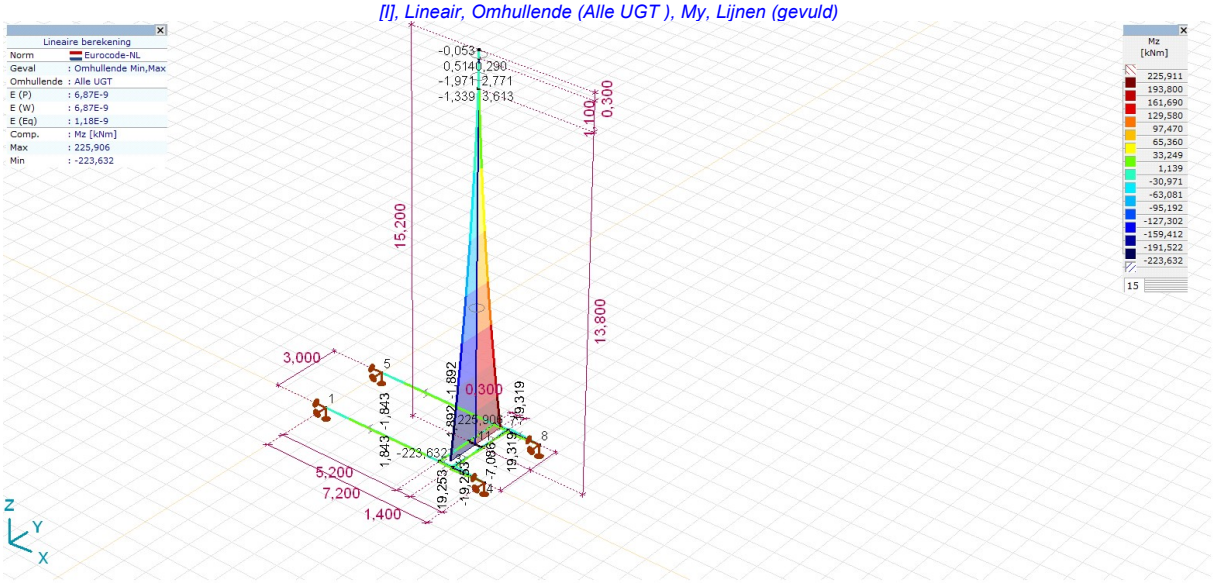
[l], Lineair, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek), eX, Lijnen

Knoopverplaatsingen [Lineair, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
1	0	0	0	0	-0,00374	0,00305	-0,00001	0,00483
2	-0,003	0,007	-6,278	6,278	-0,00374	-0,00234	0,00003	0,00441
3	-0,003	0,012	-4,614	4,614	0,00227	-0,00307	0,00002	0,00382
4	0	0	0	0	0,00227	-0,00341	-0,00002	0,00410
5	0	0	0	0	0,00319	0,00374	0,00002	0,00491
6	-0,004	0,015	-7,642	7,642	0,00319	-0,00291	-0,00004	0,00432
7	-0,004	0,004	-5,576	5,576	-0,00325	-0,00378	-0,00003	0,00499
8	0	0	0	0	-0,00325	-0,00409	0,00001	0,00522
9	-0,106	0,008	-2,362	2,365	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
10	-0,106	0,011	-10,465	10,466	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
11	-0,106	0,010	-6,414	6,415	-0,00035	-0,01351	-0,00001	0,01351
12	-216,839	4,478	-6,469	216,982	-0,00029	-0,01663	0,00005	0,01664
13	-235,139	4,801	-6,469	235,277	-0,00029	-0,01664	0,00005	0,01664
14	-240,130	4,889	-6,469	240,267	-0,00029	-0,01664	0,00005	0,01664



[l], Lineair, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

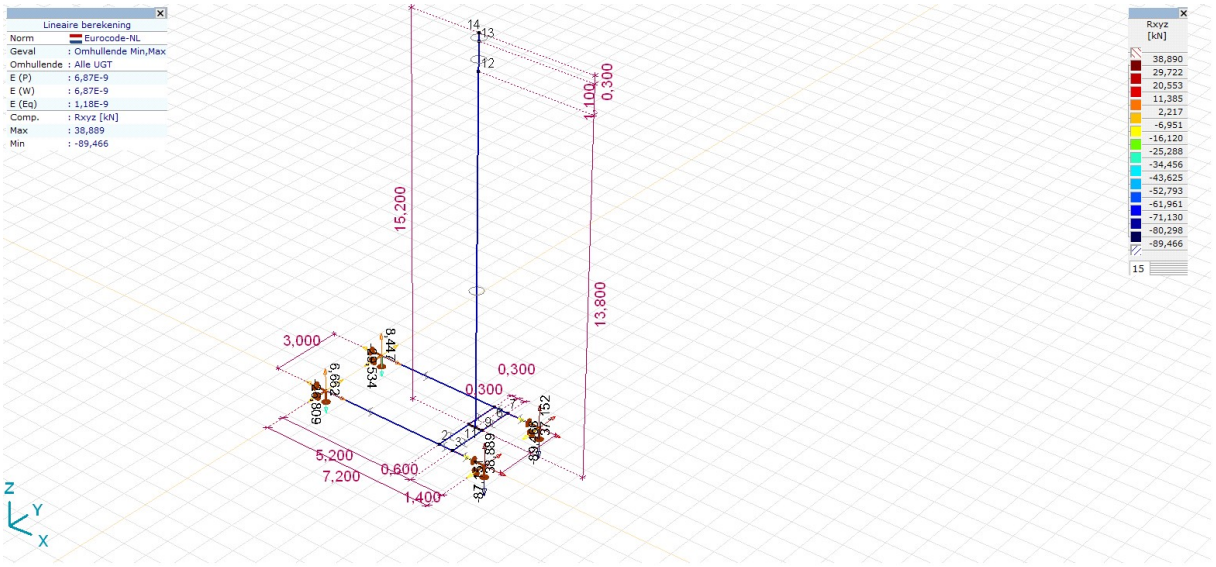


[l], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Staafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	ROR 559,00* 20,0				L=13,800				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(11)	23,627	**-217,799**	1,300
				max	Co #7 EQU -X	0	(11)	-23,627	**214,348**	0,975
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(11)	0	-1,479	**-223,632**
				max	Co #12 UGT -Y	0	(11)	0	-1,972	**225,906**
2	1	ROR 559,00* 20,0				L=1,100				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(12)	2,456	**-2,130**	0,457
				max	Co #7 EQU -X	0	(12)	-2,456	**1,975**	0,343
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(12)	0	-0,067	**-1,971**
				max	Co #12 UGT -Y	0	(12)	0	-0,089	**2,771**
3	1	ROR 559,00* 20,0				L=0,300				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(13)	0,354	**-0,053**	0
				max	Co #7 EQU -X	0	(13)	-0,354	**0,053**	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(13)	0	0	**-0,053**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(13)	0	0	**0,053**
4	2	HE 280 B				L=5,200				
			My	min	Co #12 UGT -Y	5,200	(2)	-20,373	**-122,674**	0,603

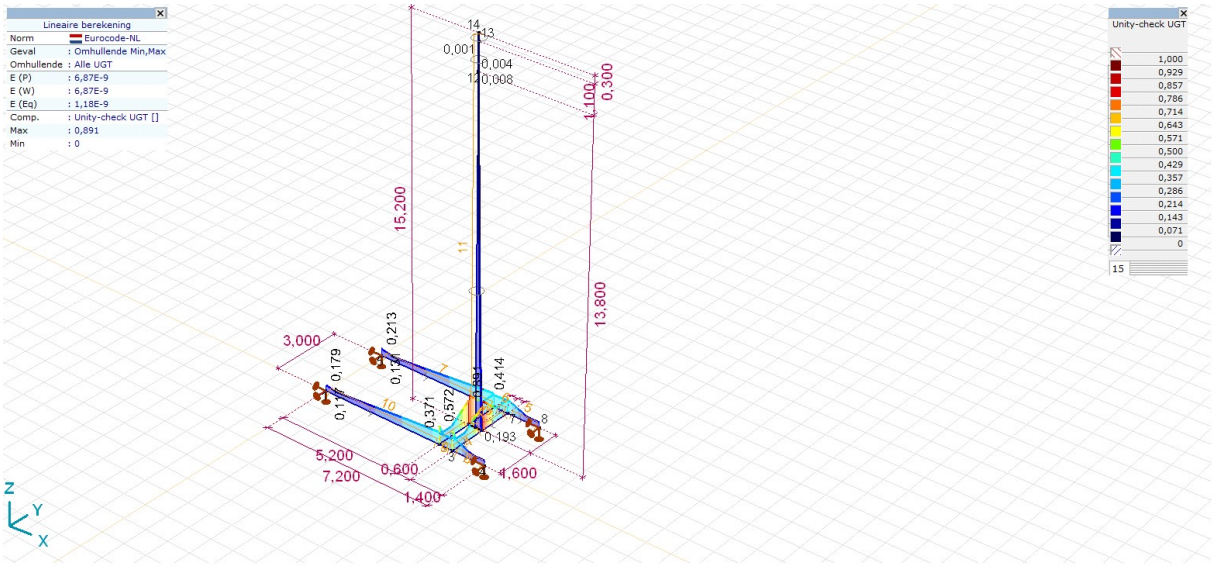
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
				max	Co #6 EQU +Y	5,200	(2)	11,489	**47,193**	-0,603
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	2,600		9,075	20,459	**-1,843**
				max	Co #8 EQU -Y	2,600		-21,517	-59,083	**1,843**
5	2	HE 280 B				L=0,600				
			My	min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	3,546	**-122,844**	2,887
				max	Co #6 EQU +Y	0,600	(3)	13,126	**55,099**	-8,447
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0,600	(3)	13,126	55,099	**-8,447**
				max	Co #8 EQU -Y	0,600	(3)	1,801	-111,151	**8,447**
6	2	HE 280 B				L=1,400				
			My	min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	85,418	**-120,798**	19,253
				max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-40,188	**55,354**	-19,253
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-40,188	55,354	**-19,253**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(3)	78,957	-111,449	**19,253**
7	2	HE 280 B				L=5,200				
			My	min	Co #11 UGT -X	5,200	(6)	-23,098	**-136,843**	-0,490
				max	Co #5 EQU +X	5,200	(6)	13,274	**56,473**	0,490
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	3,120		-21,438	-71,404	**-1,892**
				max	Co #8 EQU -Y	3,120		9,155	24,047	**1,892**
8	2	HE 280 B				L=0,600				
			My	min	Co #11 UGT -X	0	(6)	196,419	**-135,490**	3,655
				max	Co #5 EQU +X	0	(6)	-181,561	**55,143**	-3,655
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0,600	(7)	1,086	-113,619	**-8,807**
				max	Co #8 EQU -Y	0,600	(7)	12,763	52,725	**8,807**
9	2	HE 280 B				L=1,400				
			My	min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	87,733	**-124,040**	-19,319
				max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	-38,452	**52,923**	19,319
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(7)	80,693	-113,880	**-19,319**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	-38,452	52,923	**19,319**
10	2	HE 280 B				L=1,600				
			My	min	Co #9 UGT +X	1,600	(9)	-159,757	**-255,377**	4,840
				max	Co #7 EQU -X	1,600	(9)	135,407	**213,663**	-4,840
			Mz	min	Co #8 EQU -Y	0	(3)	-77,156	0,352	**-10,807**
				max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	53,315	-0,337	**10,807**
11	2	HE 280 B				L=1,400				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(9)	222,608	**-310,887**	5,245
				max	Co #7 EQU -X	0	(9)	-192,516	**266,676**	-5,245
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	1,400	(7)	79,607	0,283	**-10,513**
				max	Co #8 EQU -Y	1,400	(7)	-51,215	-0,249	**10,513**
12	2	HE 280 B				L=1,600				
			My	min	Co #11 UGT -X	1,600	(10)	-158,148	**-252,823**	-4,511
				max	Co #5 EQU +X	1,600	(10)	136,614	**215,578**	4,511
			Mz	min	Co #7 EQU -X	1,600	(10)	-155,072	-247,502	**-4,511**
				max	Co #5 EQU +X	1,600	(10)	136,614	215,578	**4,511**
13	2	HE 280 B				L=1,400				
			My	min	Co #11 UGT -X	0	(10)	217,784	**-304,180**	-4,948
				max	Co #5 EQU +X	0	(10)	-196,134	**271,707**	4,948
			Mz	min	Co #7 EQU -X	0	(10)	214,691	-299,541	**-4,948**
				max	Co #5 EQU +X	0	(10)	-196,134	271,707	**4,948**



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Knoop	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1	Glob.	Rx	min	Co #6 EQU +Y	**-3,265**	1,302	6,662
				max	Co #8 EQU -Y	**3,265**	-1,302	-23,931
			Ry	min	Co #8 EQU -Y	3,265	**-1,302**	-23,931
				max	Co #6 EQU +Y	-3,265	**1,302**	6,662
			Rz	min	Co #12 UGT -Y	3,265	-1,302	**-26,809**
				max	Co #6 EQU +Y	-3,265	1,302	**6,662**
2	4	Glob.	Rx	min	Co #6 EQU +Y	**-11,973**	14,072	38,889
				max	Co #8 EQU -Y	**11,973**	-14,072	-80,256
			Ry	min	Co #8 EQU -Y	11,973	**-14,072**	-80,256
				max	Co #6 EQU +Y	-11,973	**14,072**	38,889
			Rz	min	Co #12 UGT -Y	11,973	-14,072	**-87,151**
				max	Co #6 EQU +Y	-11,973	14,072	**38,889**
3	5	Glob.	Rx	min	Co #7 EQU -X	**-3,244**	0,094	-26,521
				max	Co #5 EQU +X	**3,244**	-0,094	8,447
			Ry	min	Co #8 EQU -Y	-3,186	**-1,318**	6,259
				max	Co #6 EQU +Y	3,186	**1,318**	-24,334
			Rz	min	Co #11 UGT -X	-3,244	0,094	**-29,534**
				max	Co #5 EQU +X	3,244	-0,094	**8,447**
4	8	Glob.	Rx	min	Co #8 EQU -Y	**-12,052**	-14,119	37,152
				max	Co #6 EQU +Y	**12,052**	14,119	-81,993
			Ry	min	Co #8 EQU -Y	-12,052	**-14,119**	37,152
				max	Co #6 EQU +Y	12,052	**14,119**	-81,993
			Rz	min	Co #10 UGT +Y	12,052	14,119	**-89,466**
				max	Co #8 EQU -Y	-12,052	-14,119	**37,152**



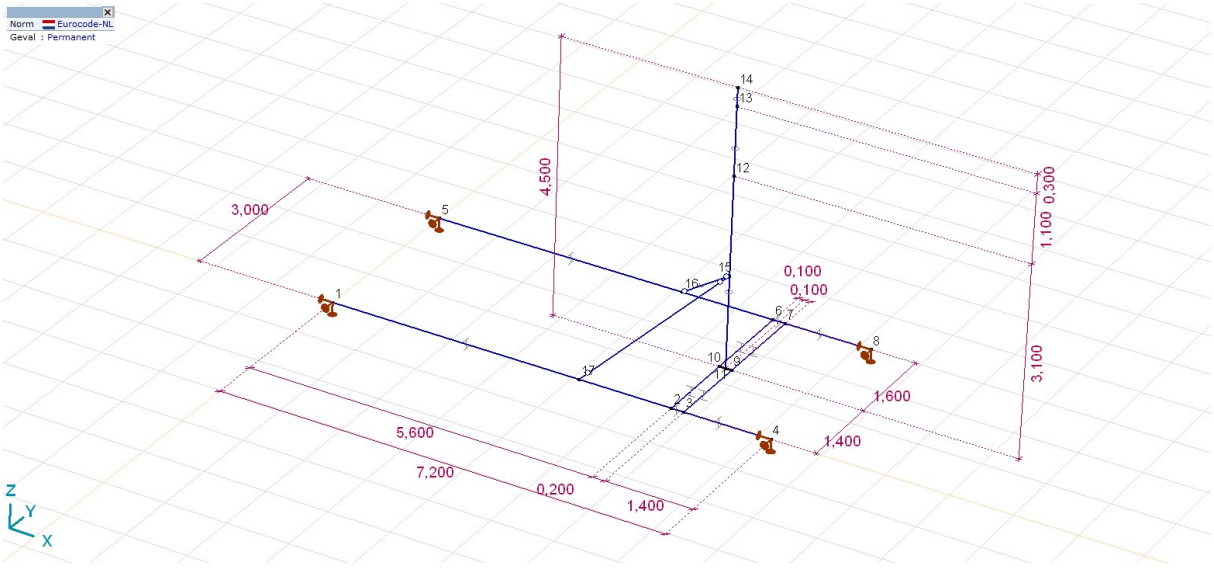
[Stl], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
	1(6–10)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,870		Co #11 UGT -X
	2(2–10)	S 235	HE 280 B	1,600	N-M-Kip	0,725		Co #11 UGT -X
	3(7–9)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,891		Co #9 UGT +X
	4(3–9)	S 235	HE 280 B	1,600	N-M-Kip	0,734		Co #9 UGT +X
	5(7–8)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Knik	0,417		Co #10 UGT +Y
	6(6–7)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,396		Co #11 UGT -X
	7(5–6)	S 235	HE 280 B	5,200	N-M-Kip	0,414		Co #11 UGT -X
	8(3–4)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Knik	0,408		Co #12 UGT -Y
	9(2–3)	S 235	HE 280 B	0,600	N-M-Knik	0,354		Co #12 UGT -Y
	10(1–2)	S 235	HE 280 B	5,200	N-M-Kip	0,371		Co #12 UGT -Y
	11(11–14)	S 235	ROR 559,00* 20,0	0	N-M-Knik	0,193		Co #12 UGT -Y
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3(7–9)	S 235	HE 280 B	0	N-M-Kip	0,891		Co #9 UGT +X

6.2 Berekening mast 5,00 m

6.2.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	0
2	5,600	0	0
3	5,800	0	0
4	7,200	0	0
5	0	3,000	0
6	5,600	3,000	0
7	5,800	3,000	0
8	7,200	3,000	0
9	5,800	1,400	0
10	5,600	1,400	0
11	5,700	1,400	0
12	5,700	1,400	3,100
13	5,700	1,400	4,200
14	5,700	1,400	4,500
15	5,700	1,400	1,500
16	4,100	3,000	0
17	4,100	0	0

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	11	12	3,100	i - j	S 235	2
2	12	13	1,100	i - j	S 235	2
3	13	14	0,300	i - j	S 235	2
4	1	2	5,600	i - j	S 235	1
5	2	3	0,200	i - j	S 235	1
6	3	4	1,400	i - j	S 235	1
7	5	6	5,600	i - j	S 235	1
8	6	7	0,200	i - j	S 235	1
9	7	8	1,400	i - j	S 235	1
10	3	9	1,400	i - j	S 235	1
11	9	7	1,600	j - i	S 235	1
12	2	10	1,400	i - j	S 235	1
13	10	6	1,600	j - i	S 235	1
14	16	15	2,715	j - i	S 235	3
15	17	15	2,602	j - i	S 235	3

Staafaansluitingen

	<– Aansluitingen	Aansluitingen –>	<– θ_y	θ_y –>
14	Schar-Y	Schar-Y	Vrije	Vrije

	<– Aansluitingen	Aansluitingen –>	<– θ_y	θ_y –>
15	Schar-Y	Schar-Y	Vrije	Vrije

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K_x [kN/m]	K_y [kN/m]	K_z [kN/m]
1	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
2	4	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	5	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	8	7,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

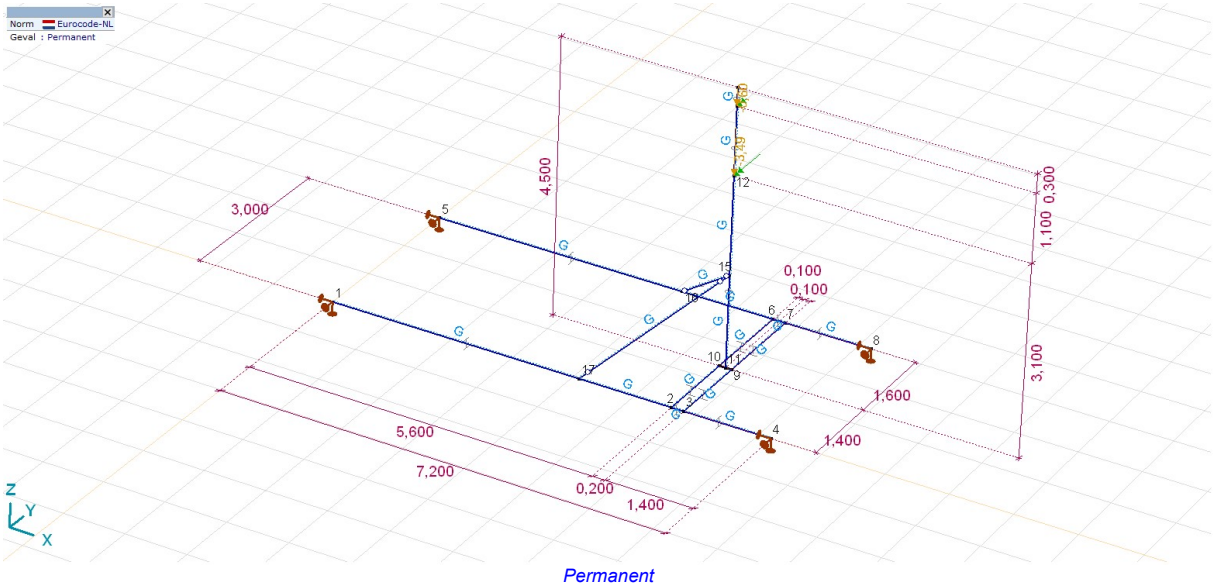
	Naam	Type	Model	E_x [N/mm²]	E_y [N/mm²]	P_1	P_2	P_3
1	S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f_y[N/mm²] = 235,00	f_u[N/mm²] = 360,00	f_y^*[N/mm²] = 215,00

	Naam	P_4
1	S 235	f_u^*[N/mm²] = 360,00

Profielen

	Naam	h [mm]	Ax [mm²]	Iy [mm⁴]	Iz [mm⁴]	$W_{1,pl}$ [mm³]	$W_{2,pl}$ [mm³]
1	HE 160 B	160,0	5426,04	2,4923E+7	8892444,0	354020,6	169972,2
2	ROR 114,3x6,3	114,3	2137,11	3125868,0	3125868,0	73544,1	73544,6
3	L 60X 60X 6	60,0	690,90	227898,9	227898,9	13554,5	6989,1

6.2.2 Belastingen



Permanent

Permanent: Knoopbelastingen

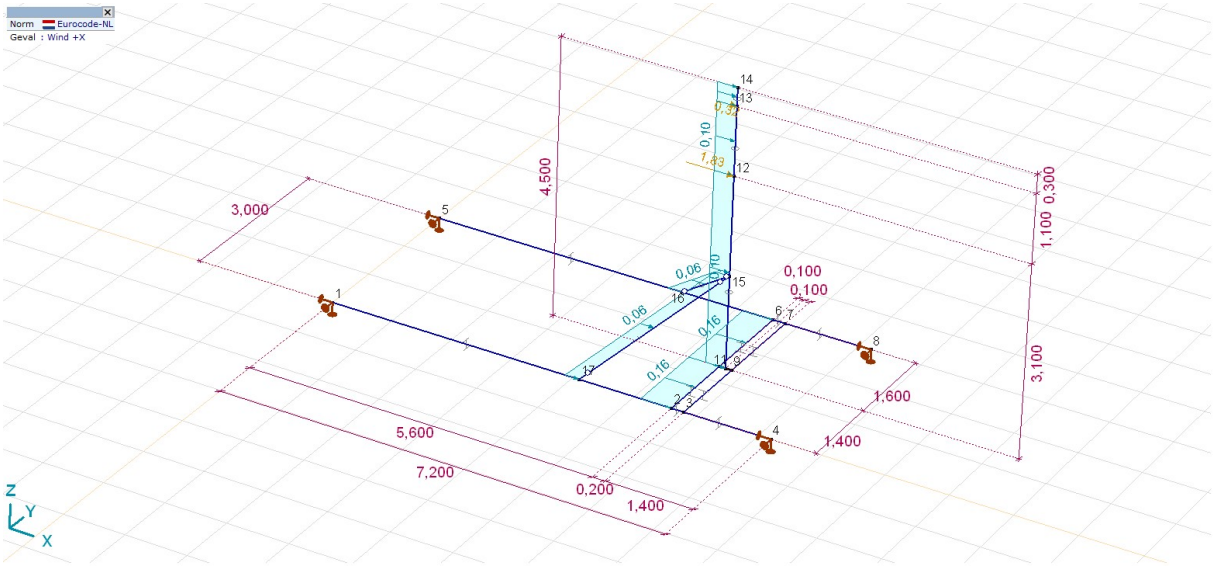
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	0	-3,49	0	-1,50	0
13	Globaal	0	0	-0,60	0	-0,29	0

Permanent: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1–18	973,254
Totaal	**973,254**

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Permanent]

	Knoop	Type	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1	Glob.	-0,159	-0,066	-2,509
2	4	Glob.	0,179	-0,013	-4,567
3	5	Glob.	-0,155	0,075	-2,441
4	8	Glob.	0,134	0,004	-4,306



Wind +X

Wind +X: Knoopbelastingen

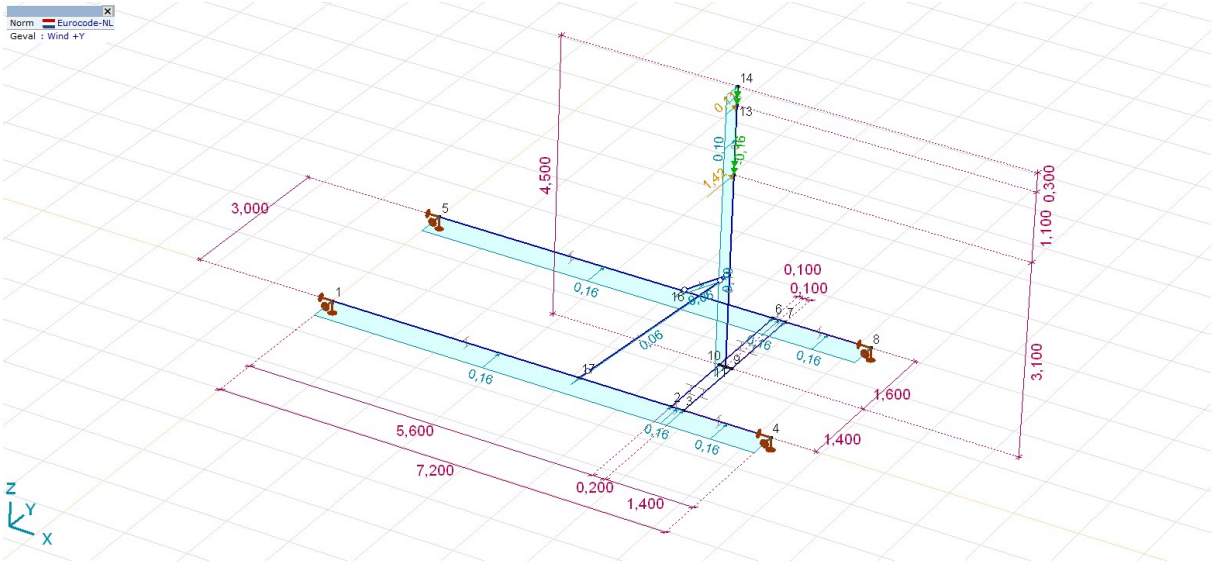
	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	1,83	0	0	0	0	0
13	Globaal	0,32	0	0	0	0	0

Wind +X: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G In.	3,100	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
2	Staaf G In.	1,100	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
3	Staaf G In.	0,300	a	0	0,10	0	0
				1,000	0,10	0	0
12	Staaf G In.	1,400	a	0	0,16	0	0
				1,000	0,16	0	0
13	Staaf G In.	1,600	a	0	0,16	0	0
				1,000	0,16	0	0
14	Staaf G In.	2,715	a	0	0,06	0	0
				1,000	0,06	0	0
15	Staaf G In.	2,602	a	0	0,06	0	0
				1,000	0,06	0	0

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Wind +X]

	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	0,611
2	4	Glob.	-0,611
3	5	Glob.	0,531
4	8	Glob.	-0,531



Wind +Y

Wind +Y: Knoopbelastingen

	Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	Globaal	0	1,42	0	0	0	-0,16
13	Globaal	0	0,11	0	0	0	-0,05

Wind +Y: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	3,100	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
2	Staaf G ln.	1,100	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
3	Staaf G ln.	0,300	a	0	0	0,10	0
				1,000	0	0,10	0
4	Staaf G ln.	5,600	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
5	Staaf G ln.	0,200	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
6	Staaf G ln.	1,400	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
7	Staaf G ln.	5,600	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
8	Staaf G ln.	0,200	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
9	Staaf G ln.	1,400	a	0	0	0,16	0
				1,000	0	0,16	0
14	Staaf G ln.	2,715	a	0	0	0,06	0
				1,000	0	0,06	0
15	Staaf G ln.	2,602	a	0	0	0,06	0
				1,000	0	0,06	0

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Wind +Y]

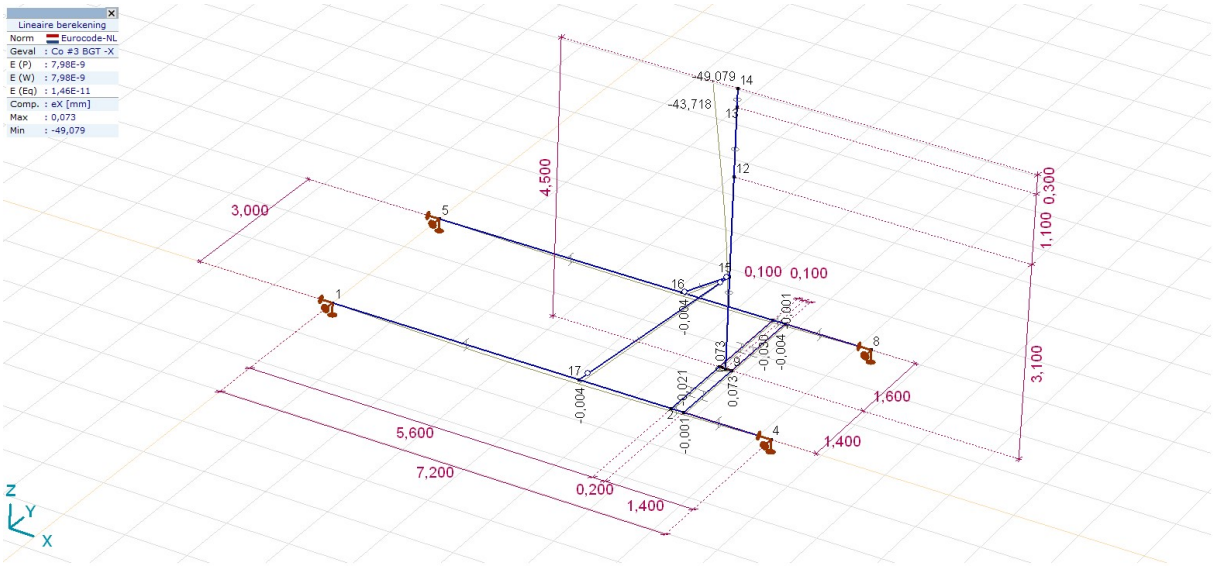
	Knoop	Type	Rz [kN]
1	1	Glob.	0,824
2	4	Glob.	1,202
3	5	Glob.	-0,824
4	8	Glob.	-1,202

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
1	Co #1 BGT +X	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	BGT wind +X
2	Co #2 BGT +Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00	BGT wind +Y
3	Co #3 BGT -X	BGT Karakteristiek	1,00	-1,00	0	BGT wind -X
4	Co #4 BGT -Y	BGT Karakteristiek	1,00	0	-1,00	BGT wind -Y

	Naam	Type	Permanent	Wind +X	Wind +Y	Commentaar
5	Co #5 EQU +X	UGT	0,90	1,50	0	EQU wind +X
6	Co #6 EQU +Y	UGT	0,90	0	1,50	EQU wind +Y
7	Co #7 EQU -X	UGT	0,90	-1,50	0	EQU wind -X
8	Co #8 EQU -Y	UGT	0,90	0	-1,50	EQU wind -Y
9	Co #9 UGT +X	UGT	1,20	1,50	0	UGT wind +X
10	Co #10 UGT +Y	UGT	1,20	0	1,50	UGT wind +Y
11	Co #11 UGT -X	UGT	1,20	-1,50	0	UGT wind -X
12	Co #12 UGT -Y	UGT	1,20	0	-1,50	UGT wind -Y
13	Co #13 UGT 6.10a	UGT	1,35	0	0	UGT vgl 6.10a

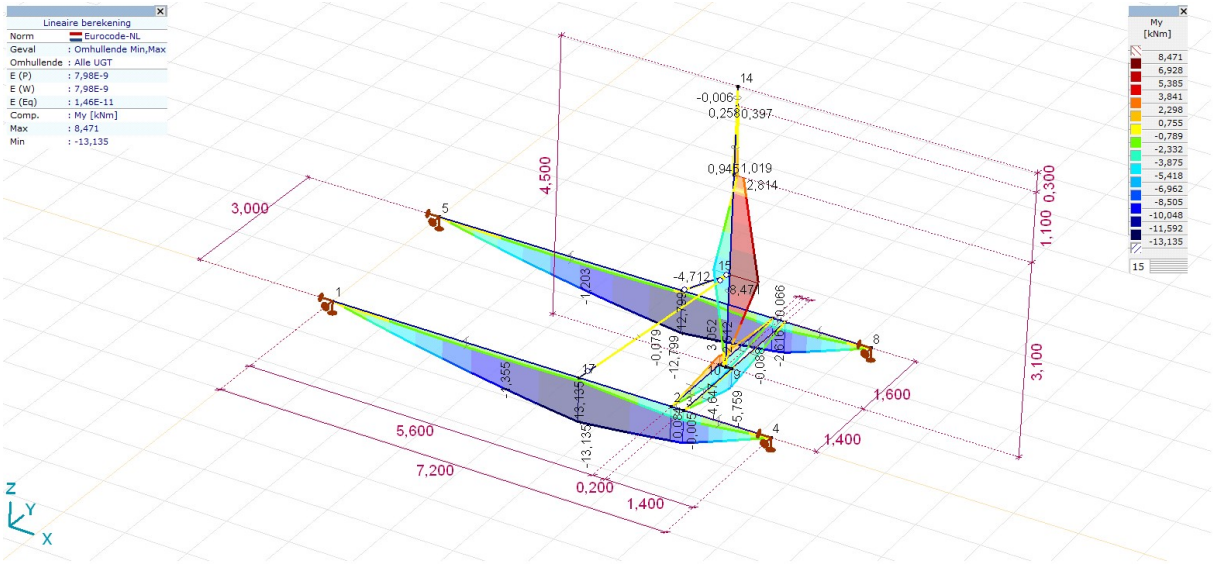
6.2.3 Resultaten



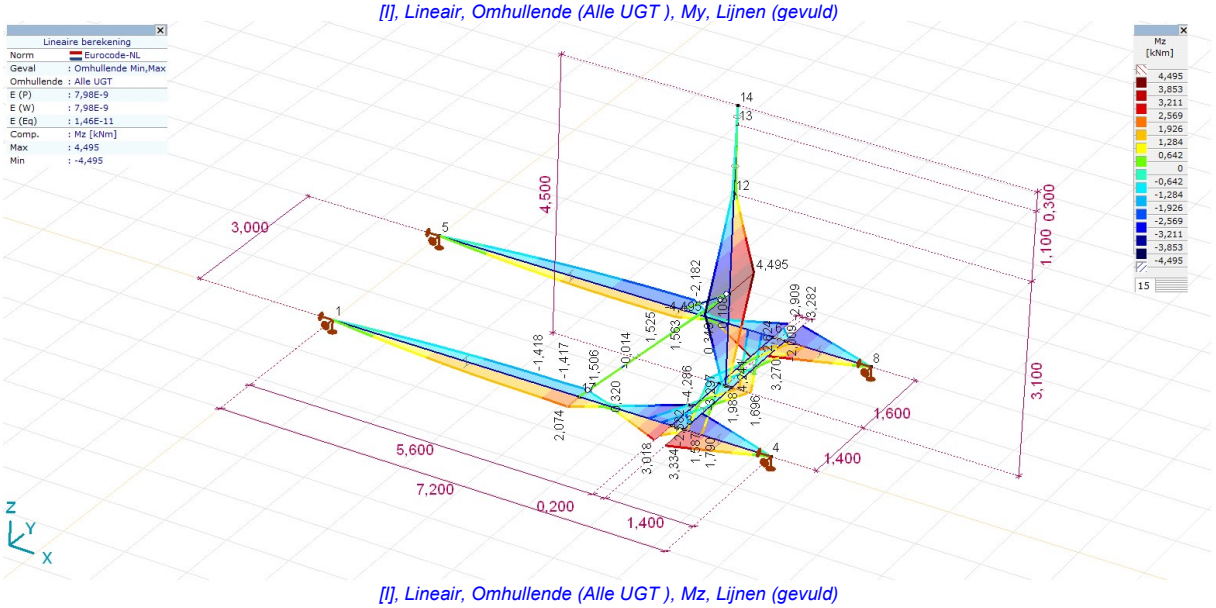
[I], Lineair, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek), eX, Lijnen

Knoopverplaatsingen [Lineair, Co #3 BGT -X (BGT Karakteristiek)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
1	0	0	0	0	0,00009	0,00342	-0,00080	0,00351
2	-0,001	0,005	-5,402	5,402	0,00030	-0,00278	0,00015	0,00280
3	-0,001	0,021	-4,826	4,826	-0,00012	-0,00298	0,00002	0,00298
4	0	0	0	0	-0,00012	-0,00368	-0,00003	0,00369
5	0	0	0	0	0,00040	0,00322	0,00083	0,00335
6	-0,001	0,027	-5,101	5,101	-0,00006	-0,00262	-0,00018	0,00263
7	-0,001	0,007	-4,558	4,558	0,00027	-0,00281	-0,00005	0,00283
8	0	0	0	0	0,00027	-0,00348	0,00002	0,00349
9	0,073	0,014	-4,895	4,895	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
10	0,073	0,016	-5,070	5,070	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
11	0,073	0,015	-4,982	4,983	0,00009	-0,00088	-0,00001	0,00088
12	-24,464	-0,280	-4,992	24,970	0,00009	-0,01702	0,00004	0,01702
13	-43,718	-0,385	-4,994	44,004	0,00009	-0,01787	0,00004	0,01787
14	-49,079	-0,413	-4,994	49,334	0,00009	-0,01787	0,00004	0,01787
15	-4,005	-0,129	-4,977	6,389	0,00009	-0,00702	0,00004	0,00703
16	-0,004	1,193	-7,647	7,739	0,00040	-0,00061	-0,00078	0,00107
17	-0,004	-1,134	-8,116	8,195	0,00009	-0,00066	0,00077	0,00102



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

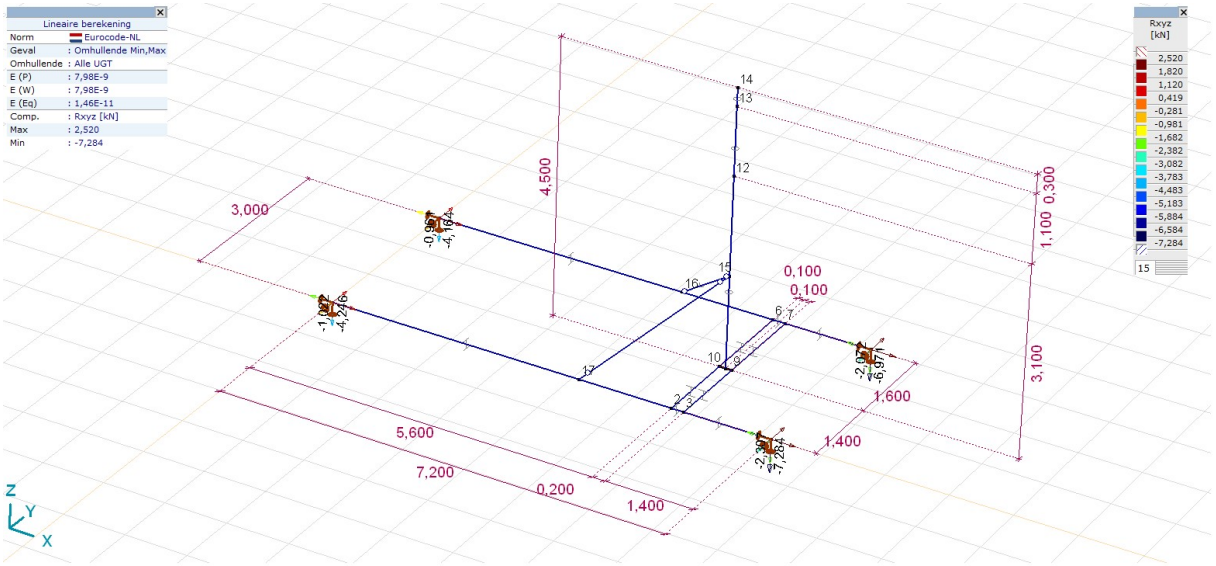


[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Staafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2	ROR 114,3x6,3				L=3,100				
			My	min	Co #5 EQU +X	1,500	(15)	3,651	**-4,712**	0
				max	Co #11 UGT -X	1,500	(15)	-3,651	**8,471**	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	1,500	(15)	0	1,611	**-4,495**
				max	Co #8 EQU -Y	1,500	(15)	0	1,611	**4,495**
2	2	ROR 114,3x6,3				L=1,100				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(12)	0,679	**-0,401**	0
				max	Co #11 UGT -X	0	(12)	-0,679	**1,019**	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(12)	0	0,265	**-0,316**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(12)	0	0,265	**0,316**
3	2	ROR 114,3x6,3				L=0,300				
			My	min	Co #5 EQU +X	0	(13)	0,043	**-0,006**	0
				max	Co #7 EQU -X	0	(13)	-0,043	**0,006**	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(13)	0	0	**-0,006**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(13)	0	0	**0,006**
4	1	HE 160 B				L=5,600				
			My	min	Co #12 UGT -Y	4,100	(17)	1,633	**-13,135**	1,989

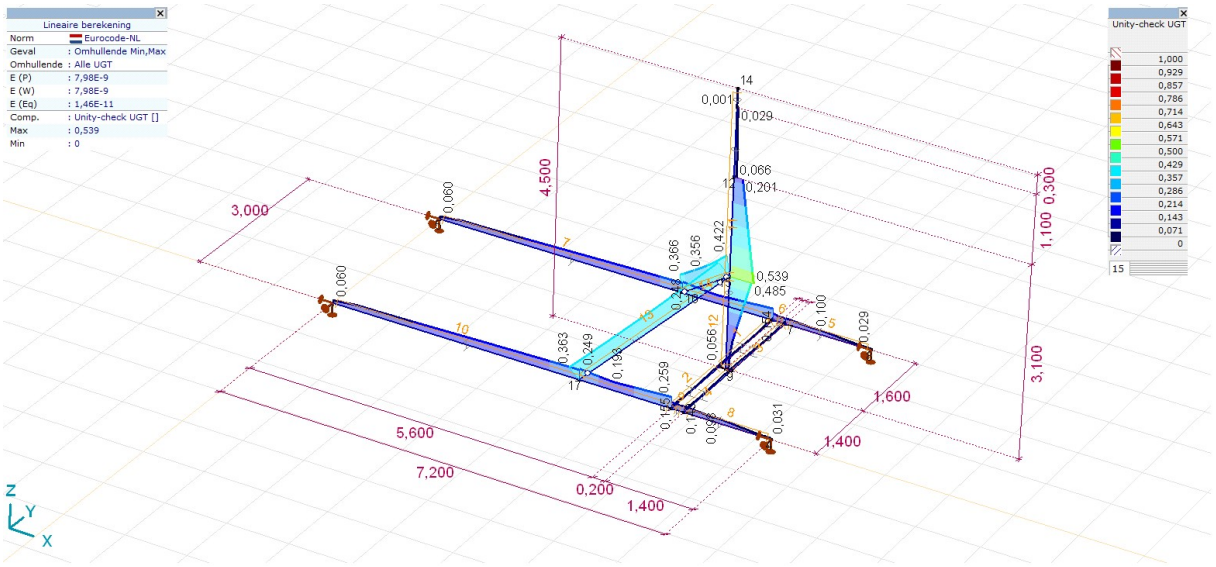
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
				max	Co #11 UGT -X	0	(1)	-3,927	**0**	0
			Mz	min	Co #11 UGT -X	5,600	(2)	4,068	-6,273	**-4,286**
				max	Co #5 EQU +X	5,600	(2)	-2,713	-6,791	**3,018**
5	1	HE 160 B				L=0,200				
			My	min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	2,585	**-10,164**	-1,342
				max	Co #6 EQU +Y	0,200	(3)	0,501	**-2,856**	-1,507
			Mz	min	Co #11 UGT -X	0	(2)	2,345	-6,318	**-2,582**
				max	Co #5 EQU +X	0	(2)	0,664	-6,795	**2,035**
6	1	HE 160 B				L=1,400				
			My	min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	6,569	**-9,697**	3,334
				max	Co #5 EQU +X	1,400	(4)	5,027	**0**	0
			Mz	min	Co #6 EQU +Y	0	(3)	1,770	-2,854	**-3,297**
				max	Co #12 UGT -Y	0	(3)	6,569	-9,697	**3,334**
7	1	HE 160 B				L=5,600				
			My	min	Co #10 UGT +Y	4,100	(16)	1,631	**-12,799**	-2,182
				max	Co #10 UGT +Y	0	(5)	-4,164	**0**	0
			Mz	min	Co #5 EQU +X	5,600	(6)	-2,244	-6,316	**-2,909**
				max	Co #11 UGT -X	5,600	(6)	3,641	-6,079	**4,241**
8	1	HE 160 B				L=0,200				
			My	min	Co #10 UGT +Y	0	(6)	3,040	**-9,824**	1,443
				max	Co #8 EQU -Y	0,200	(7)	0,437	**-2,530**	1,310
			Mz	min	Co #5 EQU +X	0	(6)	0,771	-6,319	**-2,009**
				max	Co #11 UGT -X	0	(6)	2,630	-6,115	**2,624**
9	1	HE 160 B				L=1,400				
			My	min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	6,255	**-9,258**	-3,282
				max	Co #6 EQU +Y	1,400	(8)	5,679	**0**	0
			Mz	min	Co #10 UGT +Y	0	(7)	6,255	-9,258	**-3,282**
				max	Co #8 EQU -Y	0	(7)	1,535	-2,525	**3,270**
10	1	HE 160 B				L=1,400				
			My	min	Co #9 UGT +X	1,400	(9)	-3,770	**-5,759**	-0,074
				max	Co #12 UGT -Y	0	(3)	-3,882	**0,084**	-2,238
			Mz	min	Co #12 UGT -Y	0	(3)	-3,882	0,084	**-2,238**
				max	Co #6 EQU +Y	0	(3)	-1,269	-0,005	**1,790**
11	1	HE 160 B				L=1,600				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(9)	3,071	**-5,551**	-0,089
				max	Co #10 UGT +Y	1,600	(7)	3,113	**0,073**	-2,414
			Mz	min	Co #10 UGT +Y	1,600	(7)	3,113	0,073	**-2,414**
				max	Co #8 EQU -Y	1,600	(7)	1,098	-0,009	**1,961**
12	1	HE 160 B				L=1,400				
			My	min	Co #9 UGT +X	1,400	(10)	-2,898	**-4,563**	-0,464
				max	Co #7 EQU -X	1,400	(10)	2,496	**3,052**	1,070
			Mz	min	Co #12 UGT -Y	0	(2)	-0,185	-0,060	**-2,308**
				max	Co #12 UGT -Y	1,400	(10)	0,530	0,182	**1,732**
13	1	HE 160 B				L=1,600				
			My	min	Co #9 UGT +X	0	(10)	2,483	**-4,647**	-0,442
				max	Co #7 EQU -X	0	(10)	-1,911	**2,512**	1,040
			Mz	min	Co #10 UGT +Y	1,600	(6)	0,642	-0,052	**-2,557**
				max	Co #10 UGT +Y	0	(10)	-0,175	-0,426	**1,988**
14	3	L 60X 60X 6				L=2,715				
			My	min	Co #9 UGT +X	1,357		0	**-0,083**	-0,039
				max	Co #5 EQU +X	2,715	(15)	0,105	**0**	0,061
			Mz	min	Co #11 UGT -X	2,715	(15)	0,024	0	**-0,125**
				max	Co #5 EQU +X	2,715	(15)	0,105	0	**0,061**
15	3	L 60X 60X 6				L=2,602				
			My	min	Co #9 UGT +X	1,301		0	**-0,079**	-0,020
				max	Co #7 EQU -X	1,301		0	**0**	0,010
			Mz	min	Co #9 UGT +X	2,602	(15)	0,122	0	**-0,108**
				max	Co #7 EQU -X	2,602	(15)	-0,001	0	**0,108**



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Knoop	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	1	Glob.	Rz	min	Co #12 UGT -Y	-0,511	-0,957	**-4,246**
				max	Co #6 EQU +Y	0,177	0,819	**-1,022**
2	4	Glob.	Rz	min	Co #12 UGT -Y	2,262	-2,547	**-7,284**
				max	Co #6 EQU +Y	-1,885	2,520	**-2,307**
3	5	Glob.	Rz	min	Co #10 UGT +Y	-0,498	1,004	**-4,164**
				max	Co #8 EQU -Y	0,173	-0,848	**-0,961**
4	8	Glob.	Rz	min	Co #10 UGT +Y	2,200	2,509	**-6,971**
				max	Co #8 EQU -Y	-1,918	-2,501	**-2,072**



[Stl], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)

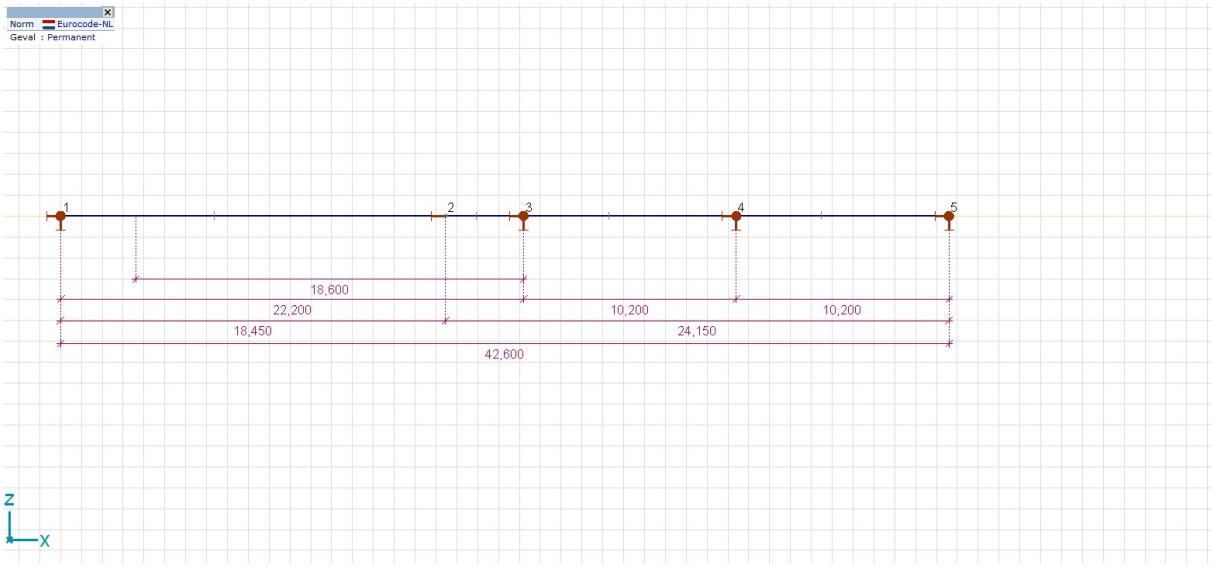
Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
	1(6–10)	S 235	HE 160 B	1,600	N-M-V	0,064		Co #10 UGT +Y
	2(2–10)	S 235	HE 160 B	0	N-M-V	0,058		Co #12 UGT -Y
	3(7–9)	S 235	HE 160 B	0	N-M-V	0,067		Co #9 UGT +X
	4(3–9)	S 235	HE 160 B	1,400	N-M-V	0,069		Co #9 UGT +X

	Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
	5(7–8)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,131		Co #12 UGT -Y
	6(6–7)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,154		Co #10 UGT +Y
	7(5–6)	S 235	HE 160 B	5,600	N-M-Kip	0,263		Co #10 UGT +Y
	8(3–4)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,137		Co #10 UGT +Y
	9(2–3)	S 235	HE 160 B	0	N-M-Kip	0,155		Co #12 UGT -Y
	10(1–2)	S 235	HE 160 B	5,600	N-M-Kip	0,259		Co #12 UGT -Y
	11(15–14)	S 235	ROR 114,3x6,3	0	N-M-Knik	0,539		Co #11 UGT -X
	12(11–15)	S 235	ROR 114,3x6,3	1,500	N-M-V	0,485		Co #11 UGT -X
	13(15–17)	S 235	L 60X 60X 6	2,602	N-M-Knik (*)	0,415 (*)		Co #11 UGT -X
	14(15–16)	S 235	L 60X 60X 6	2,715	N-M-Knik (*)	0,422 (*)		Co #11 UGT -X
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11(15–14)	S 235	ROR 114,3x6,3	0	N-M-Knik (*)	0,539 (*)		Co #11 UGT -X

6.3 Controle dakbalk in as F

6.3.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e_X	e_Y	e_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z
1	0	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
2	18,450	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
3	22,200	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
4	32,400	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
5	42,600	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	1	2	18,450	i - j	S 235	1
2	2	3	3,750	i - j	S 235	2
3	3	4	10,200	i - j	S 235	2
4	4	5	10,200	i - j	S 235	2

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K_x [kN/m]	K_y [kN/m]	K_z [kN/m]
1	2	18,450	Glob.	1E+10	0	0
2	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	3	22,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	4	32,400	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
5	5	42,600	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

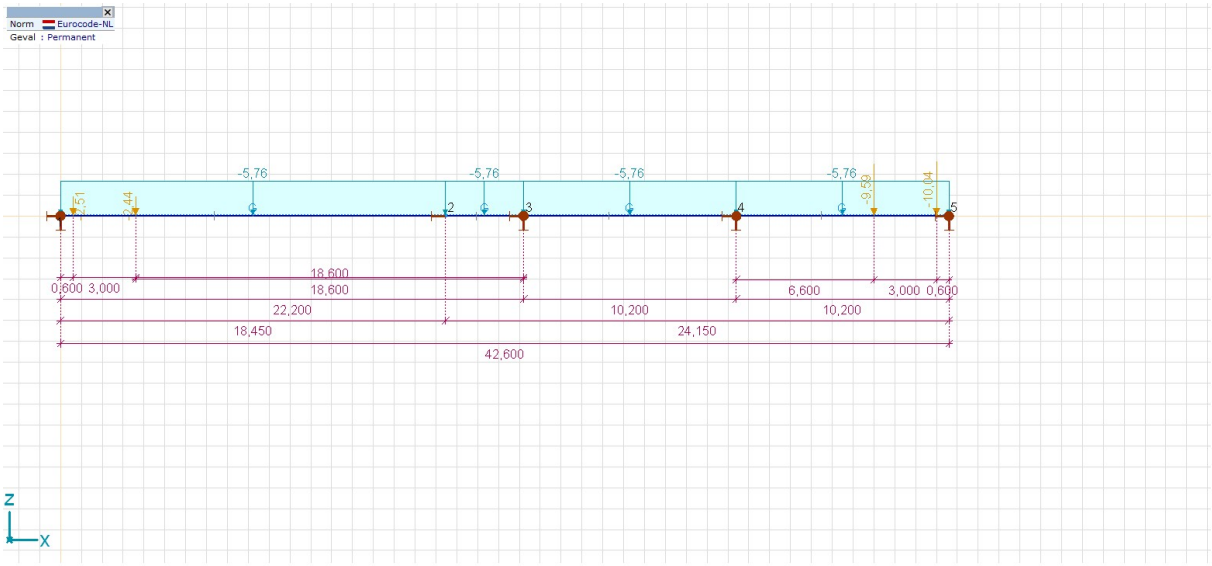
	Naam	Model	E_x [N/mm²]	P_1	P_2	P_3
1	S 235	Lineair	210000	f_y[N/mm²] = 235,00	f_u[N/mm²] = 360,00	f_y^*[N/mm²] = 215,00

	Naam	P_4
1	S 235	f_u^*[N/mm²] = 360,00

Profielen

	Naam	Vorm	Ax [mm²]	Iy [mm⁴]	Iz [mm⁴]	$W_{1,pl}$ [mm³]	$W_{2,pl}$ [mm³]
1	HE 500 A	I	19756,69	8,6988E+8	1,0367E+8	3949474,0	1058559,0
2	HE 450 A	I	17805,68	6,3732E+8	9,4654E+7	3216417,0	965576,4

6.3.2 Belastingen



Permanent, Vooraanzicht

Permanent: Geconcentreerde belastingen op staven

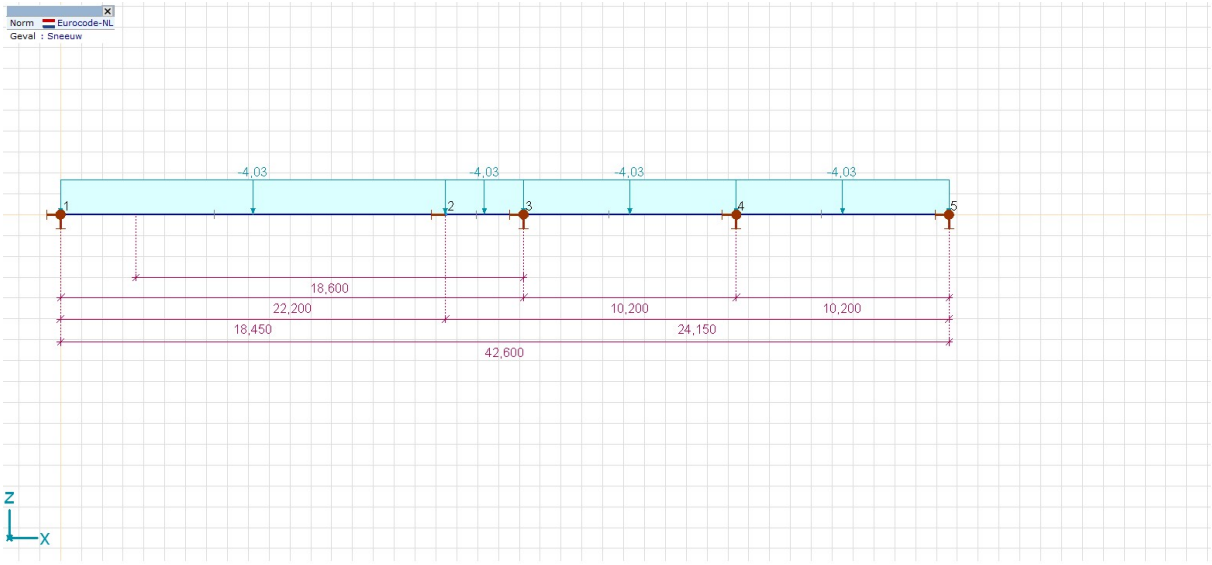
	Type	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	Staaf G	d	0,600	0	0	-2,51	0	0	0
	Staaf G	d	3,600	0	0	-2,44	0	0	0
4	Staaf G	d	6,600	0	0	-9,59	0	0	0
	Staaf G	d	9,600	0	0	-10,04	0	0	0

Permanent: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	18,450	a	0	0	0	-5,76
				1,000	0	0	-5,76
2	Staaf G ln.	3,750	a	0	0	0	-5,76
				1,000	0	0	-5,76
3	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-5,76
				1,000	0	0	-5,76
4	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-5,76
				1,000	0	0	-5,76

Permanent: Staaf eigen gewicht

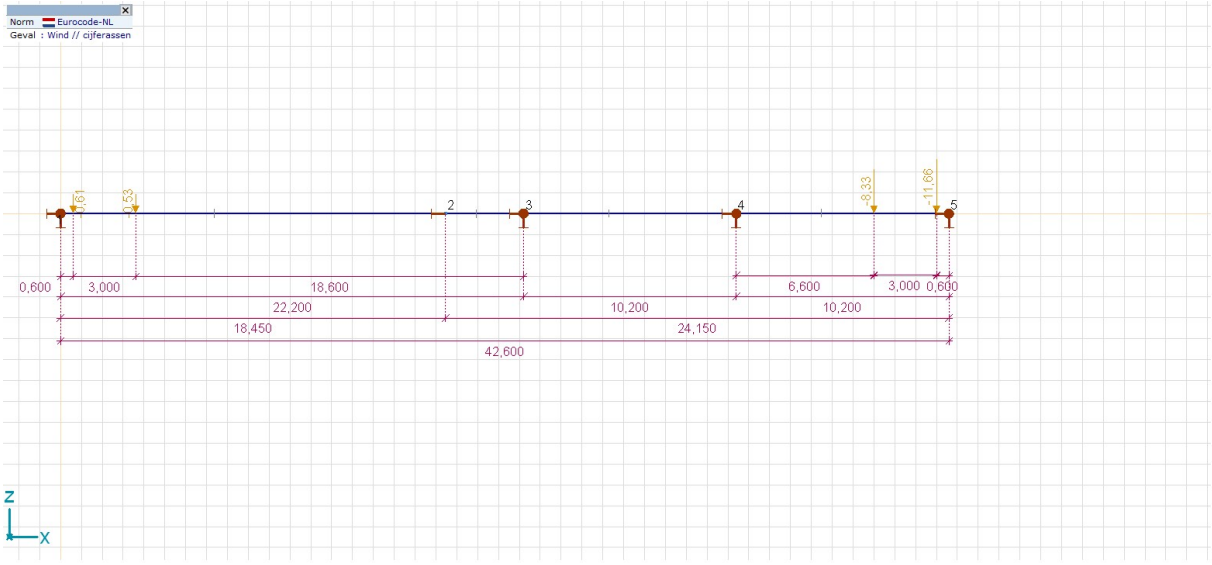
	Σ [kg]
1–4	6236,967
Totaal	**6236,967**



Sneeuw, Vooraanzicht

Sneeuw: Verdeelde belastingen op staven en ribben

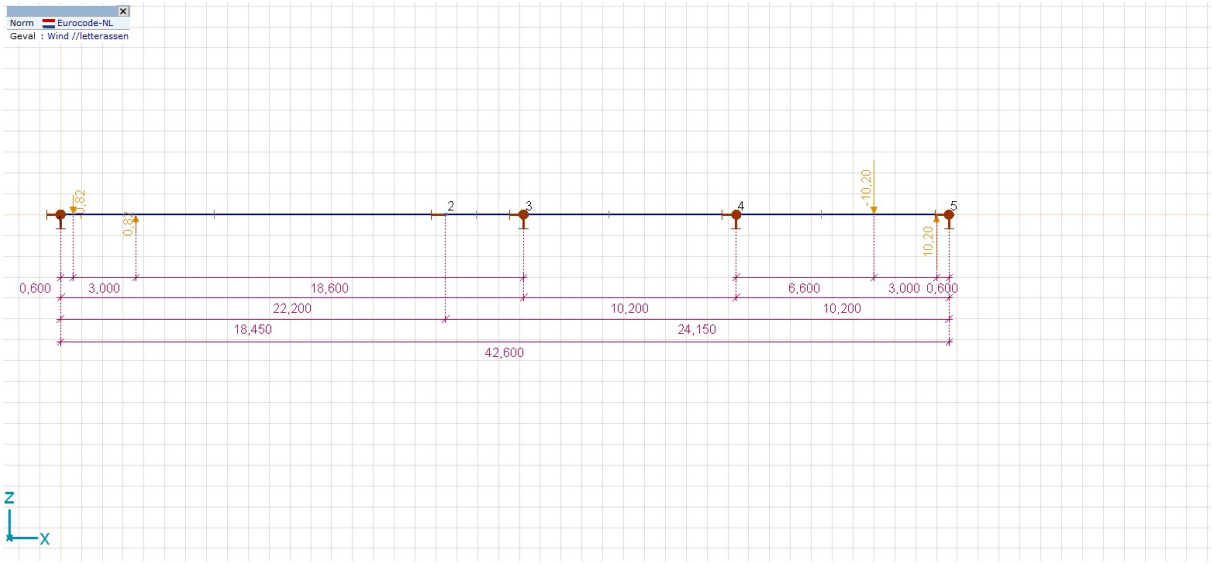
	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	18,450	a	0	0	0	-4,03
				1,000	0	0	-4,03
2	Staaf G ln.	3,750	a	0	0	0	-4,03
				1,000	0	0	-4,03
3	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-4,03
				1,000	0	0	-4,03
4	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-4,03
				1,000	0	0	-4,03



Wind // cijferassen, Vooraanzicht

Wind // cijferassen: Geconcentreerde belastingen op staven

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Excentriciteit	e_y [mm]	e_z [mm]
1	Staaf G	18,450	d	0,600	0	0	-0,61	0	0	0	Geen excentriciteit		
	Staaf G		d	3,600	0	0	-0,53	0	0	0	Geen excentriciteit		
4	Staaf G	10,200	d	6,600	0	0	-8,33	0	0	0	Geen excentriciteit		
	Staaf G		d	9,600	0	0	-11,66	0	0	0	Geen excentriciteit		



Wind //letterassen, Vooraanzicht

Wind //letterassen: Geconcentreerde belastingen op staven

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Excentriciteit	e_y [mm]	e_z [mm]
1	Staaf G	18,450	d	0,600	0	0	-0,82	0	0	0	Geen excentriciteit		
	Staaf G		d	3,600	0	0	0,82	0	0	0	Geen excentriciteit		
4	Staaf G	10,200	d	6,600	0	0	-10,20	0	0	0	Geen excentriciteit		
	Staaf G		d	9,600	0	0	10,20	0	0	0	Geen excentriciteit		

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

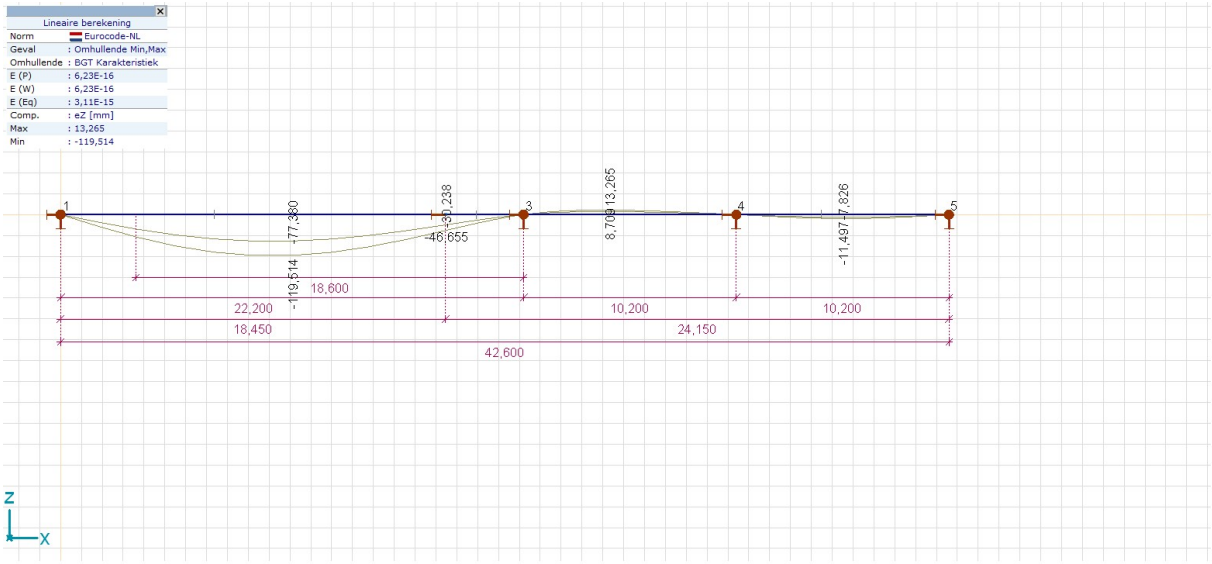
	Groep	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additive
1	PERM1	Permanent	1,350	0,900	0,889					1
2	VER1	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
3	VER2	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
4	VER3	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent (PERM1)	Sneeuw (VER1)	Wind // cijferassen (VER2)
1	0,90*Permanent	UGT (a, b)	0,90	0	0
2	1,35*Permanent	UGT (a, b)	1,35	0	0
3	0,90*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	0,90	1,50	0
4	0,90*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	0,90	0	1,50
5	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	UGT (a, b)	0,90	0	0
6	1,20*Permanent	UGT (a, b)	1,20	0	0
7	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	1,20	1,50	0
8	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	1,20	0	1,50
9	1,20*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	UGT (a, b)	1,20	0	0
10	1,00*Permanent	BGT Karakteristiek	1,00	0	0
11	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0
12	1,00*Permanent + 1,00*Wind // cijferassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00
13	1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	0

	Wind //letterassen (VER3)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	1,50
6	0
7	0
8	0
9	1,50
10	0
11	0
12	0
13	1,00

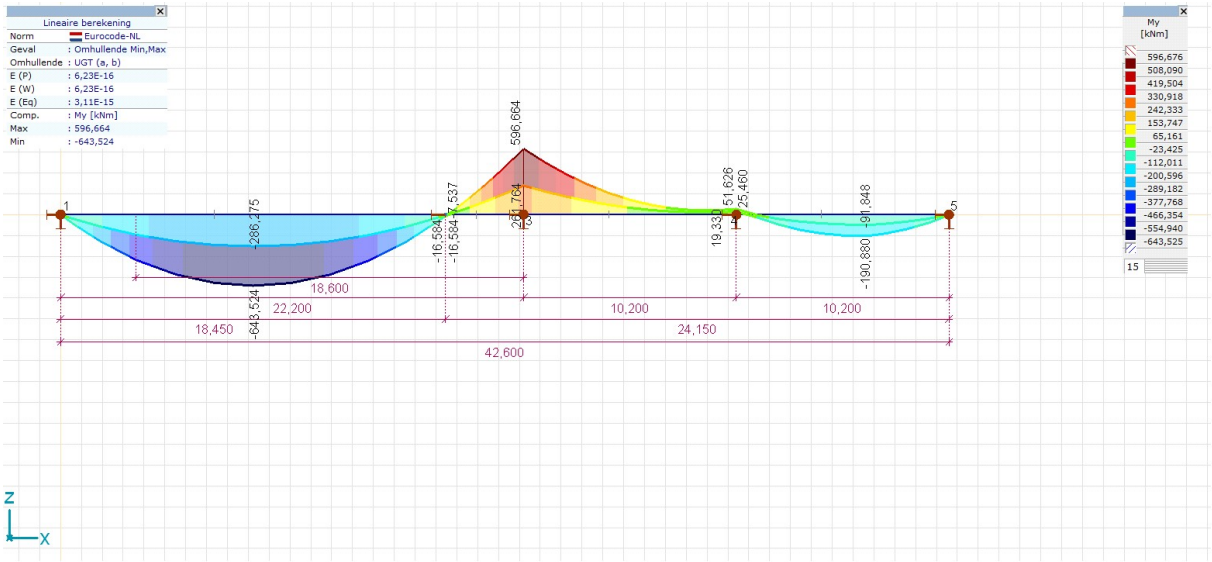
6.3.3 Resultaten



[I], Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek), eZ, Lijnen, Vooraanzicht

Staafverplaatsingen [Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek)]

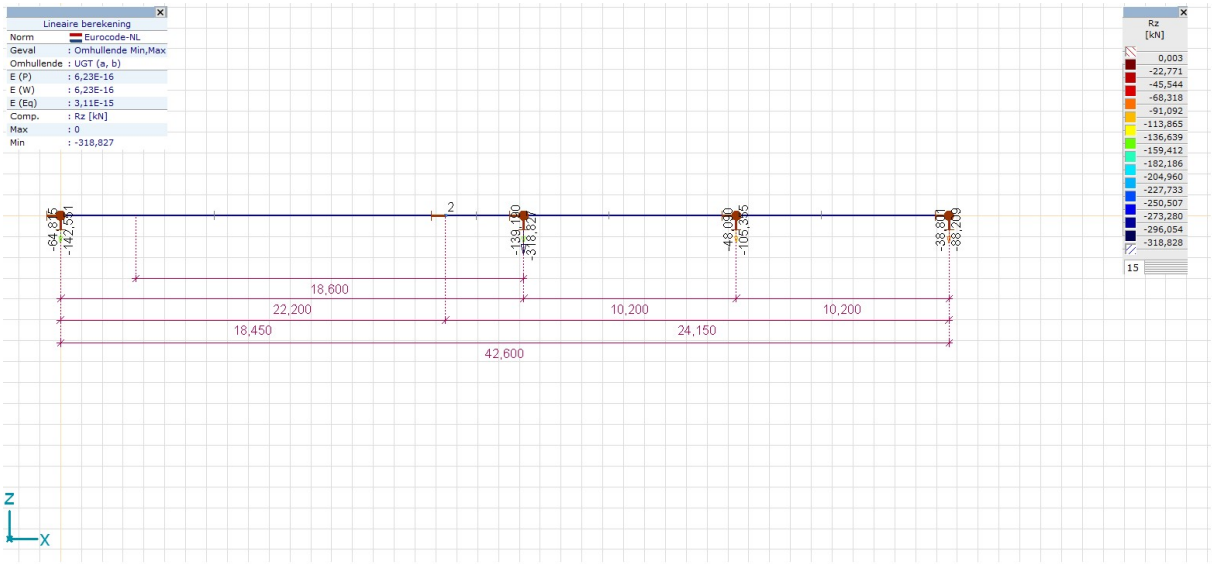
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	ez [mm]
1	1	HE 500 A				L=18,450		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	11,070		**-119,514**
				max	1,00*Permanent	0	(1)	**0**
2	2	HE 450 A				L=3,750		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(2)	**-46,655**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	3,750	(3)	**0**
3	2	HE 450 A				L=10,200		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(3)	**0**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	4,080		**13,265**
4	2	HE 450 A				L=10,200		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	5,100		**-11,497**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Wind //letterassen	10,200	(5)	**0**



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), My, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Staafkrachten [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

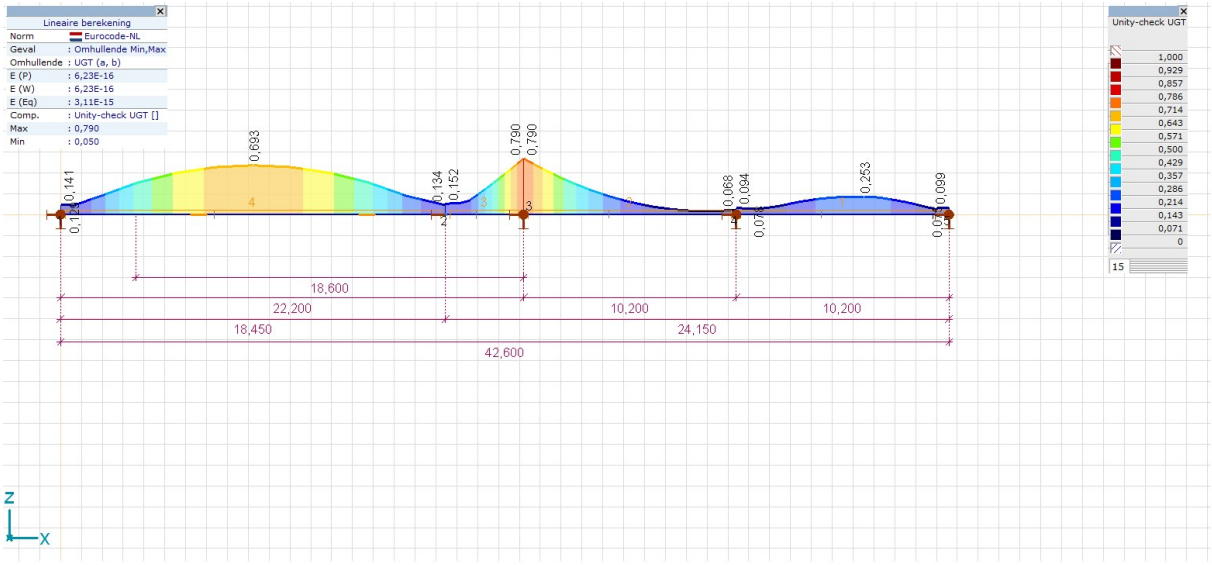
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	HE 500 A				L=18,450			
			My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	9,225		-0,229	**-643,524**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(1)	-142,551	**0**
2	2	HE 450 A				L=3,750			
			My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(2)	136,151	**-16,584**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	3,750	(3)	190,914	**596,664**
3	2	HE 450 A				L=10,200			
			My	min	0,90*Permanent	9,180		2,736	**19,330**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(3)	-127,913	**596,664**
4	2	HE 450 A				L=10,200			
			My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	6,120		5,062	**-190,880**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(4)	-84,312	**51,626**



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Rz (knoopopl.), Lijnen, Vooraanzicht

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

	Knoop	X [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rz [kN]
2	1	0	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-142,551**
					max	0,90*Permanent	**-64,815**
3	3	22,200	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-318,827**
					max	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	**-139,190**
4	4	32,400	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-105,355**
					max	0,90*Permanent	**-48,090**
5	5	42,600	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-88,209**
					max	0,90*Permanent + 1,50*Wind //letterassen	**-38,801**



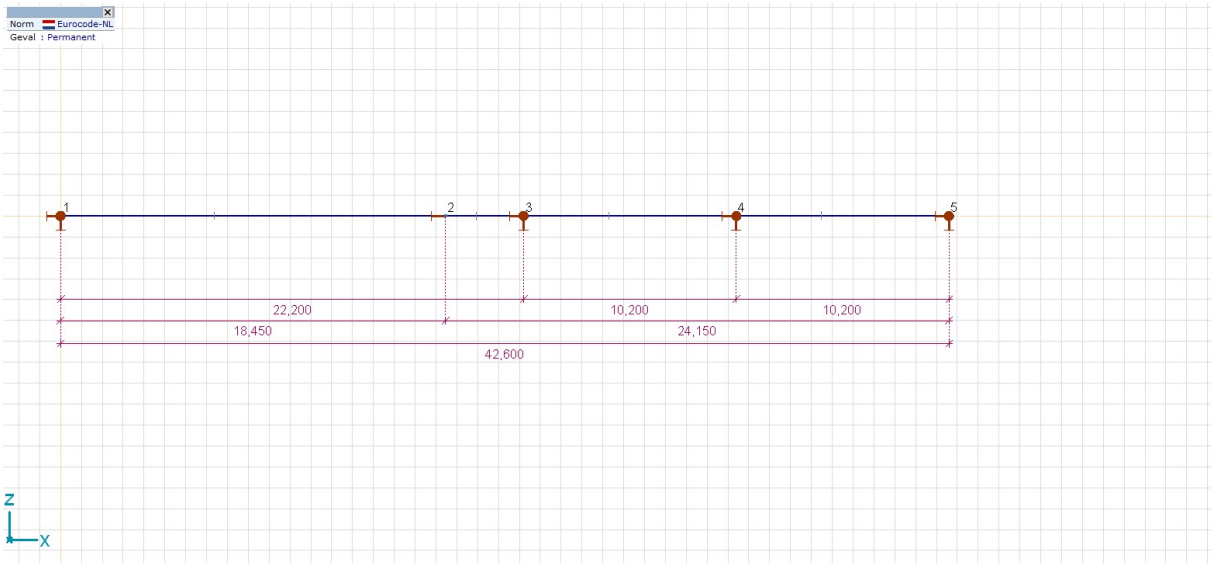
[Stl], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

	Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
	1(4–5)	S 235	HE 450 A	6,120	N-M-V	0,253		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
	2(3–4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,790		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
	3(2–3)	S 235	HE 450 A	3,750	N-M-V	0,790		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
	4(1–2)	S 235	HE 500 A	9,225	N-M-V	0,693		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2(3–4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,790		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw

6.4 Controle dakbalk in as G (Randbalk)

6.4.1 Geometrie



Geometrie

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e_X	e_Y	e_Z	θ_X	θ_Y	θ_Z
1	0	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
2	18,450	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
3	22,200	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
4	32,400	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast
5	42,600	0	0	Vrij	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vast

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	1	2	18,450	i - j	S 235	1
2	2	3	3,750	i - j	S 235	1
3	3	4	10,200	i - j	S 235	1
4	4	5	10,200	i - j	S 235	1

Knoopopleggingen

	Knoop	X [m]	Type	K_x [kN/m]	K_y [kN/m]	K_z [kN/m]
1	2	18,450	Glob.	1E+10	0	0
2	1	0	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
3	3	22,200	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
4	4	32,400	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10
5	5	42,600	Glob.	1E+10	1E+10	1E+10

Materialen

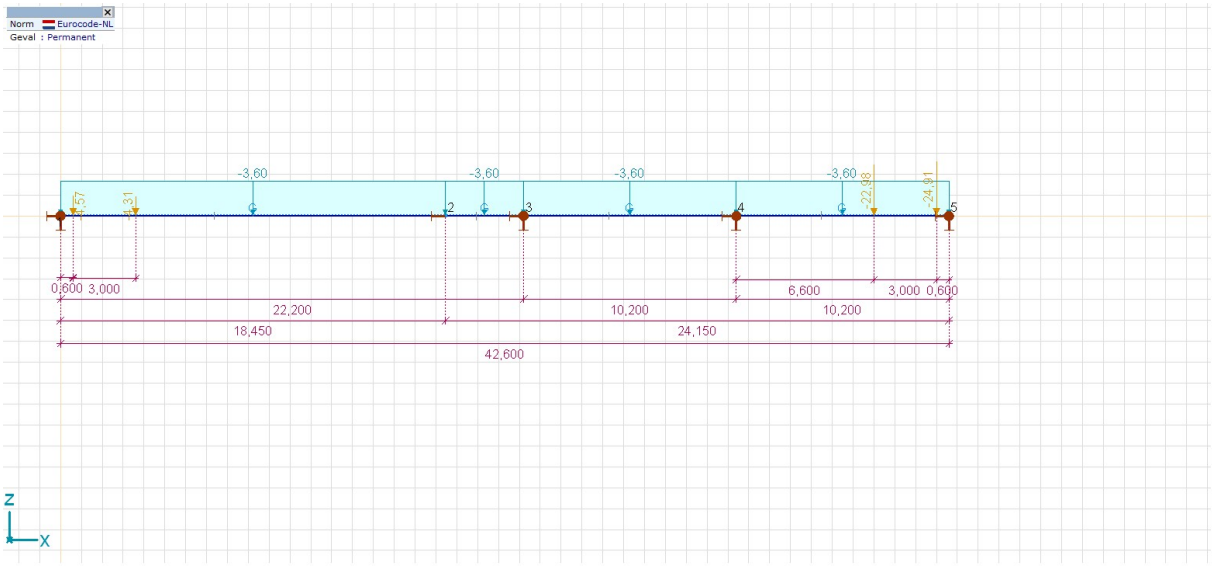
	Naam	Type	Model	E_x [N/mm²]	E_y [N/mm²]	P_1	P_2	P_3
1	S 235	Staal	Lineair	210000	210000	f_y[N/mm²] = 235,00	f_u[N/mm²] = 360,00	f_y^*[N/mm²] = 215,00

	Naam	P_4
1	S 235	f_u^*[N/mm²] = 360,00

Profielen

	Naam	h [mm]	Ax [mm²]	Iy [mm⁴]	Iz [mm⁴]	$W_{1,pl}$ [mm³]	$W_{2,pl}$ [mm³]
1	HE 450 A	440,0	17805,68	6,3732E+8	9,4654E+7	3216417,0	965576,4

6.4.2 Belastingen



Permanent, Vooraanzicht

Permanent: Geconcentreerde belastingen op staven

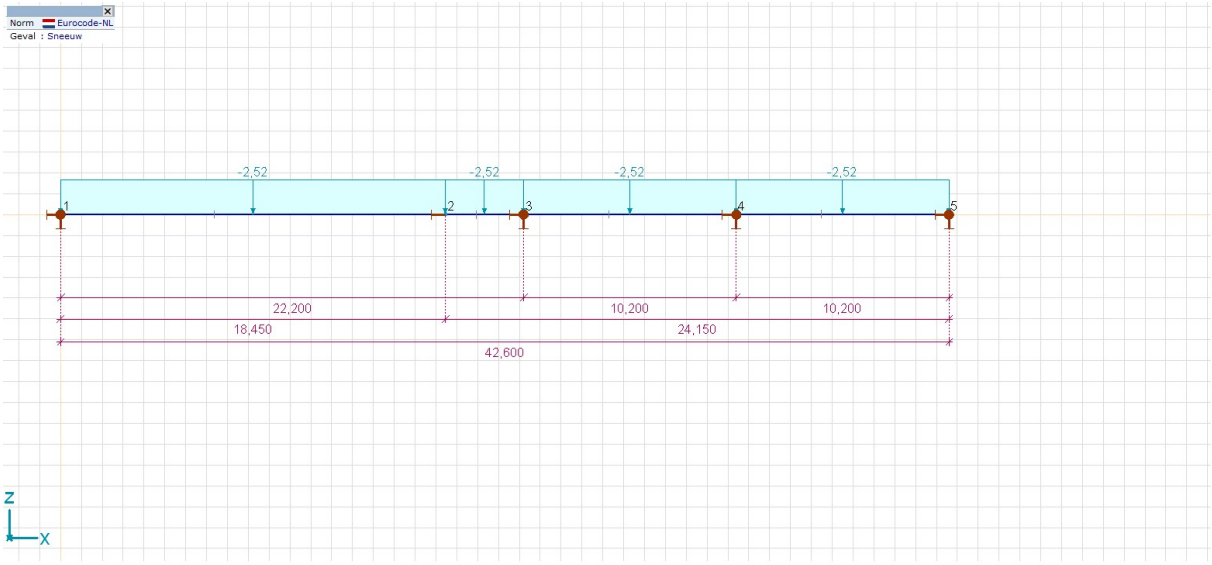
	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1	Staaf G	18,450	d	0,600	-4,57
	Staaf G		d	3,600	-4,31
4	Staaf G	10,200	d	6,600	-22,98
	Staaf G		d	9,600	-24,91

Permanent: Verdeelde belastingen op staven en ribben

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	18,450	a	0	0	0	-3,60
				1,000	0	0	-3,60
2	Staaf G ln.	3,750	a	0	0	0	-3,60
				1,000	0	0	-3,60
3	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-3,60
				1,000	0	0	-3,60
4	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-3,60
				1,000	0	0	-3,60

Permanent: Staaf eigen gewicht

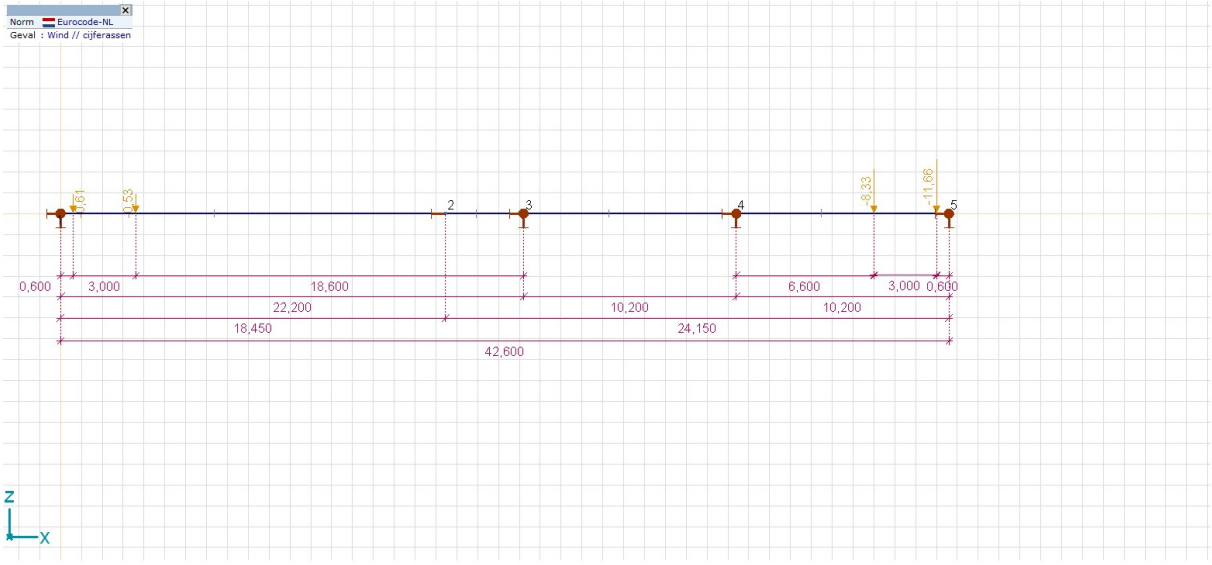
	Σ [kg]
1–4	5954,399
Totaal	**5954,399**



Sneeuw, Vooraanzicht

Sneeuw: Verdeelde belastingen op staven en ribben

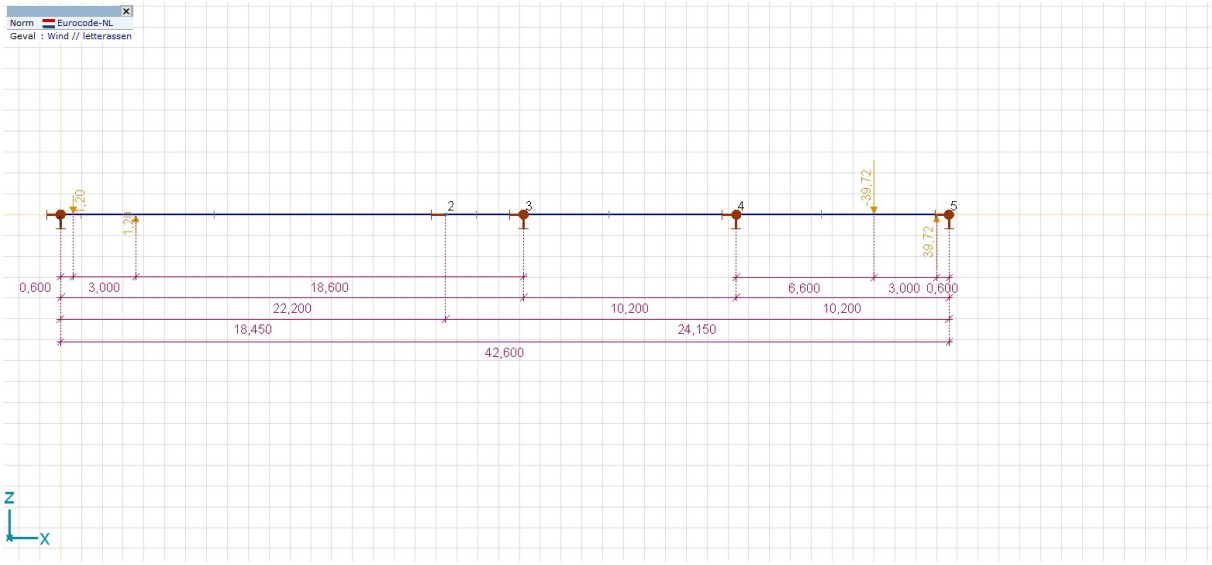
	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]
1	Staaf G ln.	18,450	a	0	0	0	-2,52
				1,000	0	0	-2,52
2	Staaf G ln.	3,750	a	0	0	0	-2,52
				1,000	0	0	-2,52
3	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-2,52
				1,000	0	0	-2,52
4	Staaf G ln.	10,200	a	0	0	0	-2,52
				1,000	0	0	-2,52



Wind // cijferassen, Vooraanzicht

Wind // cijferassen: Geconcentreerde belastingen op staven

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1	Staaf G	18,450	d	0,600	-0,61
	Staaf G		d	3,600	-0,53
4	Staaf G	10,200	d	6,600	-8,33
	Staaf G		d	9,600	-11,66



Wind // letterassen, Vooraanzicht

Wind // letterassen: Geconcentreerde belastingen op staven

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	Fz [kN]
1	Staaf G	18,450	d	0,600	-1,20
	Staaf G		d	3,600	1,20
4	Staaf G	10,200	d	6,600	-39,72
	Staaf G		d	9,600	39,72

Belastinggroepen (Eurocode-NL)

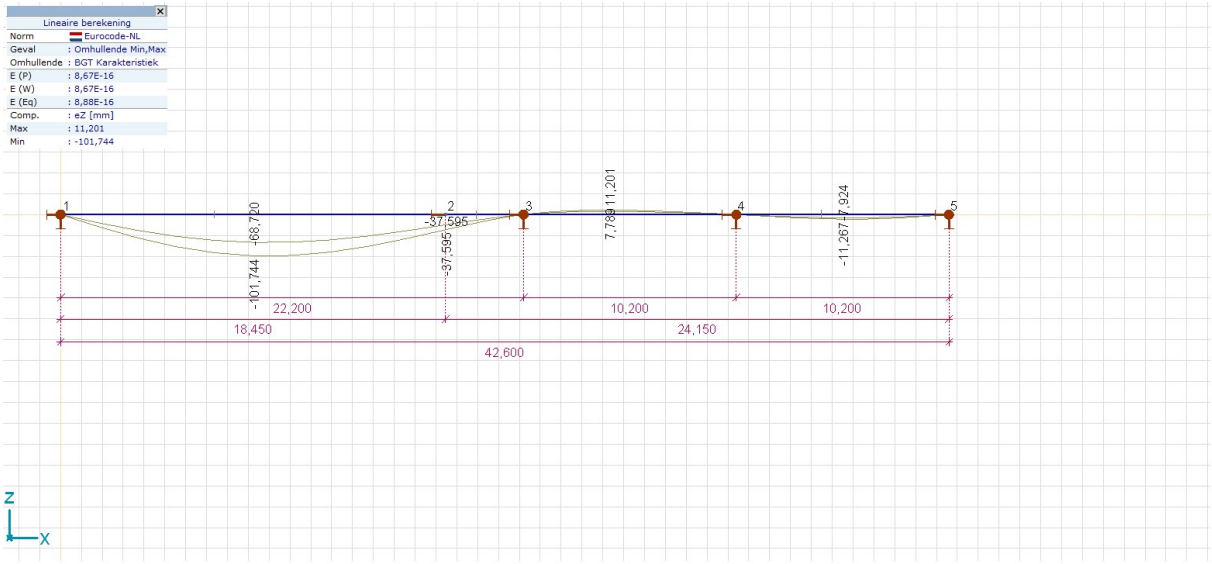
	Groep	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additive
1	PERM1	Permanent	1,350	0,900	0,889					1
2	VER1	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
3	VER2	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0
4	VER3	Veranderlijk				1,500	0	0,200	0	0

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	Permanent (PERM1)	Sneeuw (VER1)	Wind // cijferassen (VER2)
1	0,90*Permanent	UGT (a, b)	0,90	0	0
2	1,35*Permanent	UGT (a, b)	1,35	0	0
3	0,90*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	0,90	1,50	0
4	0,90*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	0,90	0	1,50
5	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	UGT (a, b)	0,90	0	0
6	1,20*Permanent	UGT (a, b)	1,20	0	0
7	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	UGT (a, b)	1,20	1,50	0
8	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	UGT (a, b)	1,20	0	1,50
9	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	UGT (a, b)	1,20	0	0
10	1,00*Permanent	BGT Karakteristiek	1,00	0	0
11	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0
12	1,00*Permanent + 1,00*Wind // cijferassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	1,00
13	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	BGT Karakteristiek	1,00	0	0

	Wind // letterassen (VER3)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	1,50
6	0
7	0
8	0
9	1,50
10	0
11	0
12	0
13	1,00

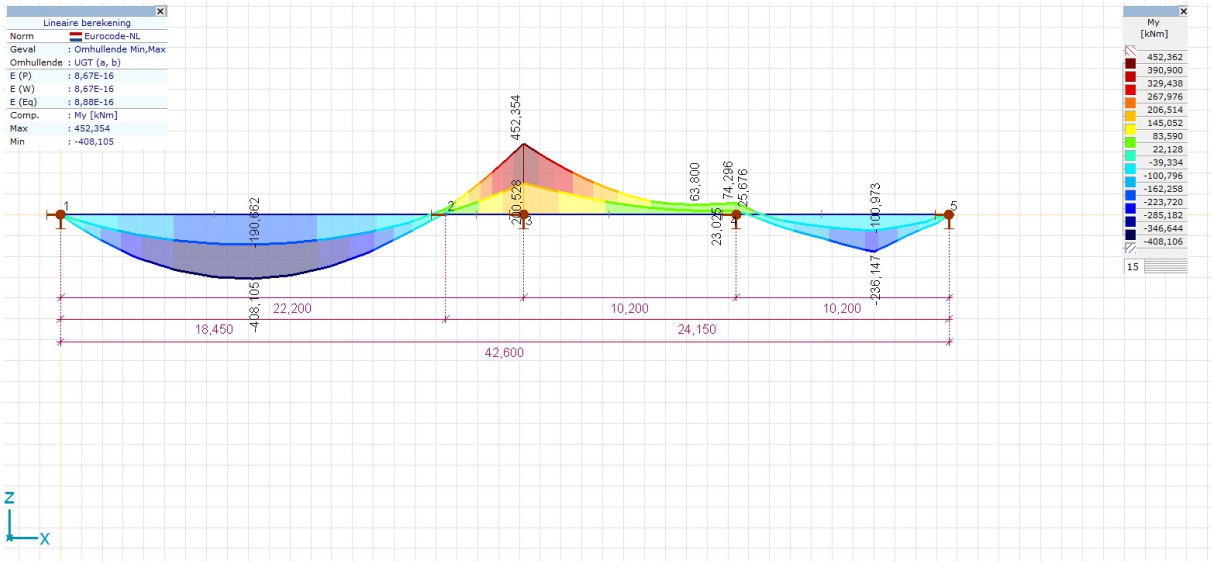
6.4.3 Resultaten



[I], Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek), eZ, Lijnen, Vooraanzicht

Staafverplaatsingen [Lineair, Omhullende (BGT Karakteristiek)]

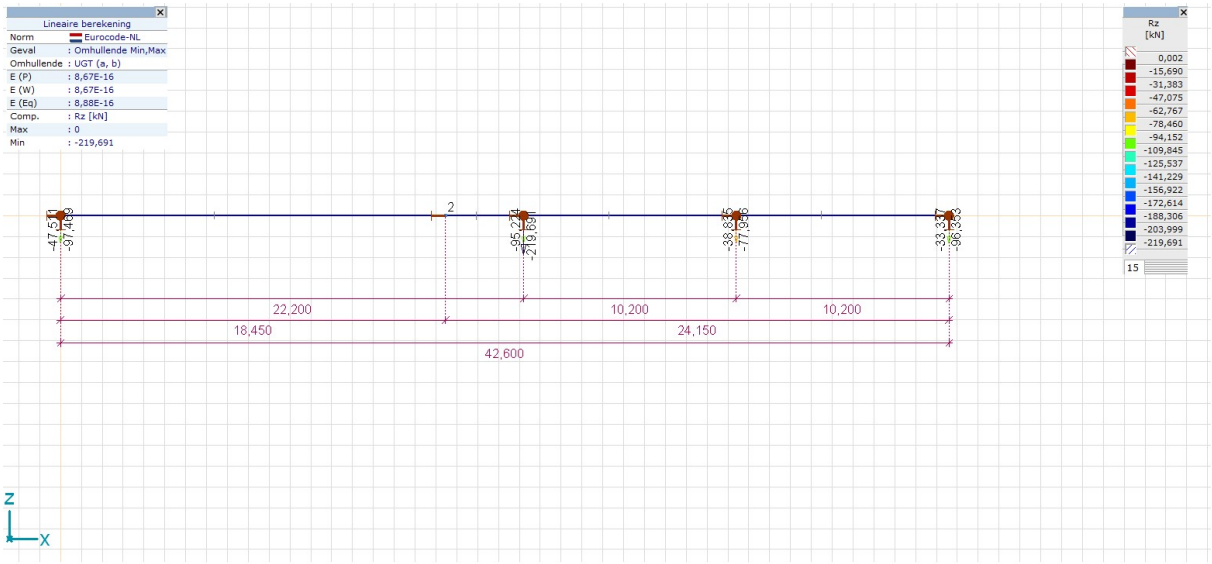
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	ez [mm]
1	1	HE 450 A				L=18,450		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	9,225		**-101,744**
				max	1,00*Permanent	0	(1)	**0**
2	1	HE 450 A				L=3,750		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(2)	**-37,595**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	3,750	(3)	**0**
3	1	HE 450 A				L=10,200		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	0	(3)	**0**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Sneeuw	4,080		**11,201**
4	1	HE 450 A				L=10,200		
			ez	min	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	5,100		**-11,267**
				max	1,00*Permanent + 1,00*Wind // letterassen	10,200	(5)	**0**



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), My, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Staafkrachten [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

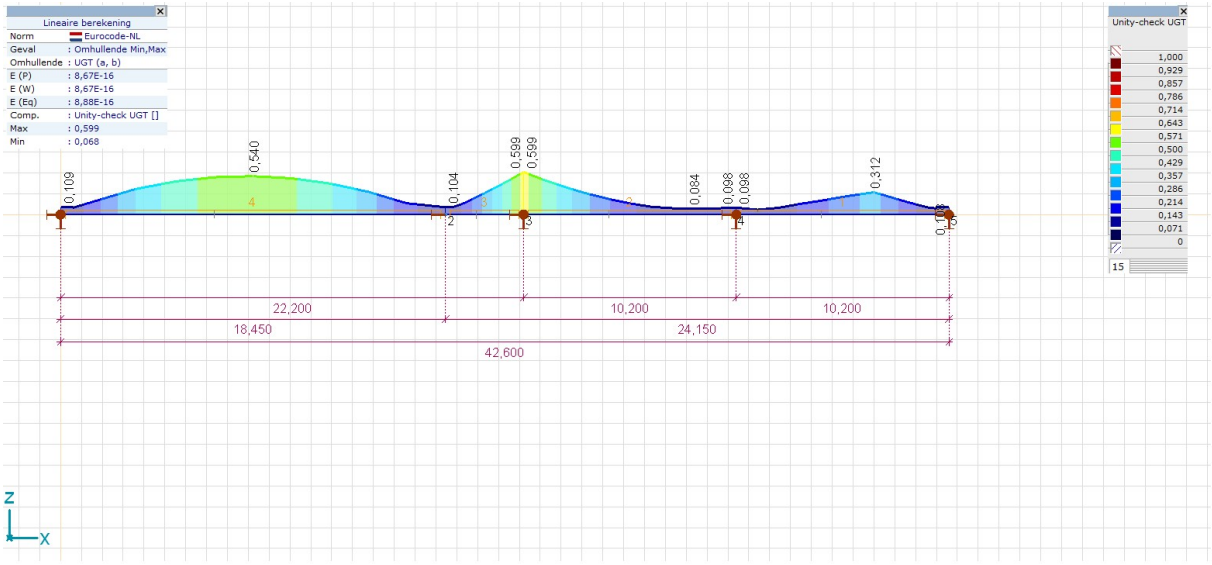
	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	HE 450 A				L=18,450			
			My	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	9,225		3,088	**-408,105**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	18,450	(2)	92,997	**35,088**
2	1	HE 450 A				L=3,750			
			My	min	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	0	(2)	42,413	**10,021**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	3,750	(3)	129,545	**452,354**
3	1	HE 450 A				L=10,200			
			My	min	0,90*Permanent	9,180		0,318	**23,025**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	0	(3)	-90,146	**452,354**
4	1	HE 450 A				L=10,200			
			My	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	6,600		-27,350	**-236,150**
				max	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	0	(4)	-66,726	**74,296**



[I], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Rz (knoopopl.), Lijnen, Vooraanzicht

Interne krachten knoopoplegging [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

	Knoop	X [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rz [kN]
2	1	0	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-97,469**
					max	0,90*Permanent	**-47,511**
3	3	22,200	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw	**-219,691**
					max	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	**-95,224**
4	4	32,400	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	**-77,956**
					max	0,90*Permanent	**-38,835**
5	5	42,600	Glob.	Rz	min	1,20*Permanent + 1,50*Wind // cijferassen	**-96,353**
					max	0,90*Permanent + 1,50*Wind // letterassen	**-33,337**



[Stl], Lineair, Omhullende (UGT (a, b)), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld), Vooraanzicht

Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Lineair, Omhullende (UGT (a, b))]

	Ontwerp-element	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.		Geval
	1(4–5)	S 235	HE 450 A	6,600	N-M-V	0,312		1,20*Permanent + 1,50*Wind // letterassen
	2(3–4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,599		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
	3(2–3)	S 235	HE 450 A	3,750	N-M-V	0,599		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
	4(1–2)	S 235	HE 450 A	9,225	N-M-V	0,540		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw
—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2(3–4)	S 235	HE 450 A	0	N-M-V	0,599		1,20*Permanent + 1,50*Sneeuw