



Bunker Saksen Weimar Kazerne

Draagkrachtanalyse

Opdrachtgever : **Gemeente Arnhem**

Referentie : **P61301-RAP-02**

Versie : **1.0**

Datum : **15 juli 2025**

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen

Postbus 106
4130 EC Vianen

E info@nebest.nl
W www.nebest.nl

T 085 489 01 00

ALGEMENE GEGEVENS

Opdrachtgever

Organisatie : **Gemeente Arnhem**
Contactpersoon : **Dhr. R. Kaper**

Project

Projectnummer : **P61301**
Projectnaam : **Bunker Saksen Weimar Kazerne**
Projectleider : **Ir. M van Dooren**

Document

Titel : **Bunker Saksen Weimar Kazerne**
Subtitel : **Draagkrachtanalyse**
Referentie : **P61301-RAP-02**
Versie : **1.0**
Auteur(s) : **Jeroen Vos**
Datum : **15 juli 2025**

Autorisatie

Controle : **Ir. J. van der Linde**
Datum : **2 juli 2025**
Vrijgave : **Ir. M. van Dooren**
Datum : **15 juli 2025**

VERSIEGESCHIEDENIS

Versie	Datum	Omschrijving
0.1	27 juni 2025	Interne controle
0.2	10 juli 2025	Opmerkingen interne controle verwerkt, alternatief (§5.9) toegevoegd
1.0	15 juli 2025	Eerste versie definitief

INHOUD

1	INLEIDING	4
2	OBJECTGEGEVENS	5
2.1	Hoofddraagconstructie	5
2.2	Beschikbare documenten	7
2.3	Huidige staat van onderhoud	7
3	UITGANGSPUNTEN	8
3.1	Betrouwbaarheid	8
3.2	Normen, richtlijnen en voorschriften	8
3.3	Materiaaleigenschappen	8
3.4	Fundatie	9
3.5	Overige aspecten	9
4	BELASTINGEN	10
4.1	Overzicht belastingen	10
4.2	Uitwerking belasting door grond	10
4.3	Temperatuurbelasting	13
4.4	Belastingcombinaties	16
5	CONSTRUCTIEVE BEOORDELING	17
5.1	Modelbeschrijving	17
5.2	Wapeningshoeveelheden	18
5.3	Krachtwerking	18
5.4	Constructieve beoordeling buitenwand	20
5.5	Constructieve beoordeling dakvloer	21
5.6	Constructieve beoordeling keldervloer	21
5.7	Constructieve beoordeling temperatuureffecten	22
5.8	Constructieve beoordeling kolommen	23
5.9	Alternatief	23
6	CONCLUSIE EN ADVIES	26
6.1	Samenvatting	26
6.2	Beantwoording onderzoeksvragen	26
6.3	Aandachtspunten vervolgfase	27

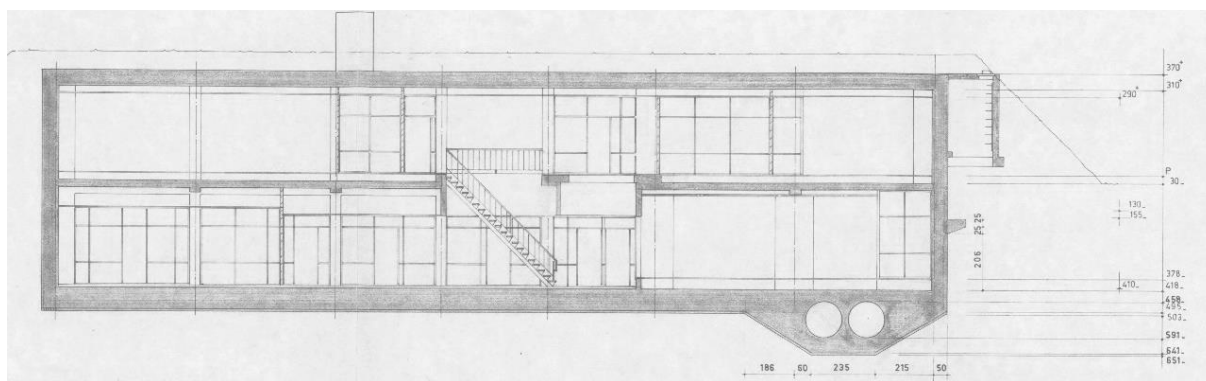
BIJLAGEN

Bijlage A	Ontwerptekening
Bijlage B	Uitvoer Dsheet
Bijlage C	Uitvoer Scia Engineer
Bijlage D	Berekening doorsnedecapaciteit beton
Bijlage E	Uitvoer MNKappa
Bijlage F	Uitvoer knikberekening

1 INLEIDING

In Arnhem Noord, op het terrein van de voormalige Saksen Weimar Kazerne, bevindt zich een betonnen bunker. Het voornemen van Gemeente Arnhem is om in deze bunker een grote stenen warmtebatterij te installeren. De warmtebatterij bestaat uit een blok steen/beton met een intern pijpenstelsel waarmee het steen wordt verwarmd voor opslag en afgekoeld voor ontlading. Dit blok kan tot maximaal 450 graden Celsius opgewarmd worden, maar zal zorgvuldig geïsoleerd worden.

Voor de installatie van de warmtebatterij is het wenselijk om de kolommen en tussenverdieping te verwijderen, de bunker vervolgens te vullen met steen/beton en te voorzien van een dikke isolatielaag rondom. Uiteindelijk zal, indien nodig, de dakvloer weer ondersteund worden door palen die zich bevinden tussen de steen/betonvulling en de dakvloer.



Figuur 1.1: Doorsnede bunker

De gemeente Arnhem heeft Nebest B.V. opdracht gegeven een constructiescan en draagkrachtanalyse van de betonnen bunker met verwijdering van de aanwezige kolommen en tussenvloer uit te voeren.

De constructiescan bestaat uit het uitvoeren van een visuele inspectie en materiaalonderzoek. Het verslag hiervan is opgenomen in rapportage "Arnhem bunker Weimar Kazerne, Inspectie- en onderzoeksrapport" met kenmerk P61301-RAP-01, hierna 'rapport 01' genoemd. De voorliggende rapportage bevat de draagkrachtanalyse en daarbij horende berekeningsresultaten.

De onderzoeksvragen voor de draagkrachtanalyse zijn door de gemeente Arnhem als volgt geformuleerd:

1) Kunnen de kolommen en de tussenvloer verwijderd worden?

- bij voorkeur permanent

- anders tijdelijk tijdens vullen van de ruimte

- indien nodig een ontwerp van de benodigde tijdelijke ondersteuning van het plafond tijdens het vullen van de ruimte

2) Kan de vloer het gewicht van ongeveer 5500 ton aan?

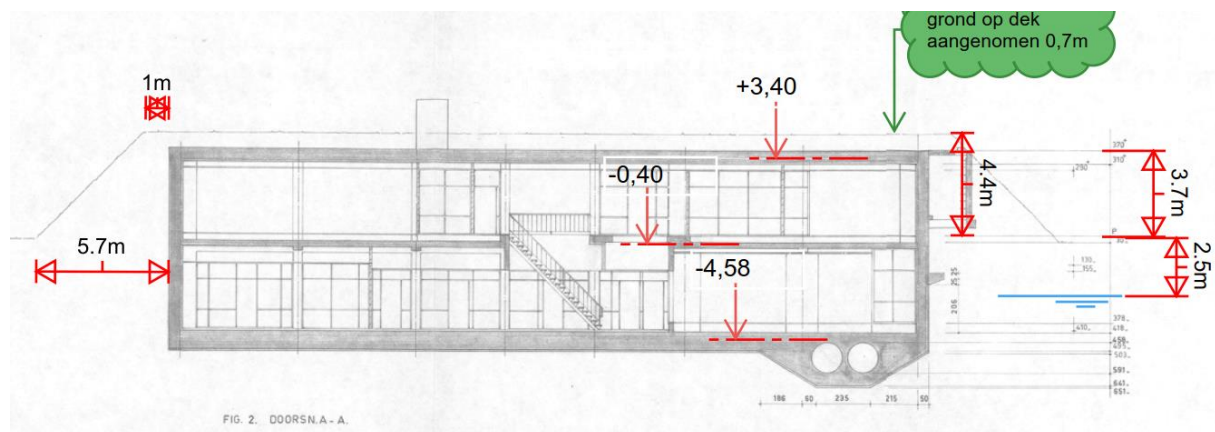
3) Wat gebeurt er mocht de bunkerwand, -vloer of -dak, onverhoopt wel warm worden en een temperatuur van 250 graden Celsius bereiken?

2 OBJECTGEGEVENS

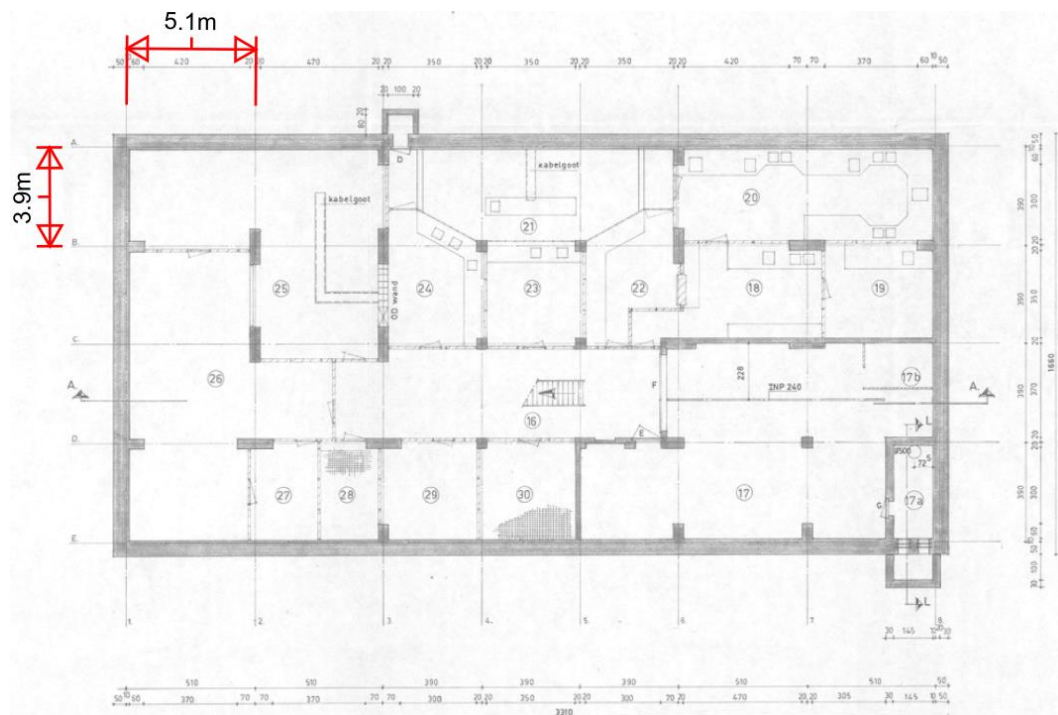
2.1 Hoofddraagconstructie

In de wijk Saksen Weimar te Arnhem ligt een leegstaande bunker die van 1975 tot en met 2000 als communicatiecentrum voor de Koninklijke Luchtmacht diende. Gezien de dreiging tijdens de koude oorlog werd de bunker gebouwd om een aanval op vliegbasis Soesterberg te weerstaan; de apparatuur moest beschermd worden en het personeel moest een week lang afgesloten van de buitenwereld kunnen overleven om de militaire communicatie in stand te houden. In 2001 werd de bunker uit dienst genomen en kwam in 2016 in het bezit van gemeente Arnhem.

De bunker is een betonnen doosconstructie met inwendig één verdiepingvloer en diverse kolommen op een stramen van 5,10 x 3,90 m. Figuur 2.1 en figuur 2.2 geven een beeld van de draagconstructie. Voor de leesbaarheid is maatvoering bijgeschreven. Alle hoogtematen zijn ten opzichte van peil/maaveld, niet NAP.



Figuur 2.1: Kernmerken doorsnede over lange zijde (grondwater indicatief)

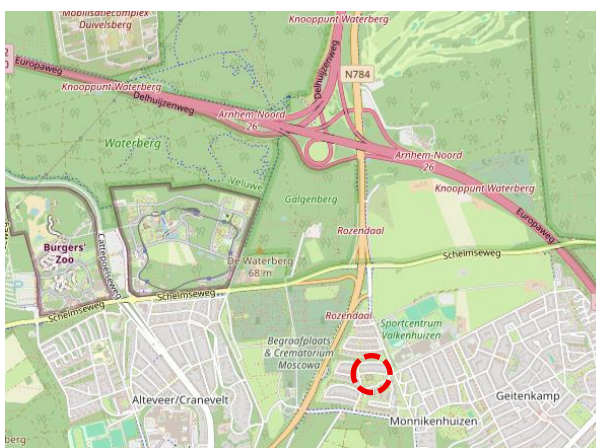


Figuur 2.2: Bovenaanzicht

Door elementdiktes zijn als volgt:

- Dakvloer 600 mm
- Buitenwand 600 mm
- Keldervloer 770 mm (excl. dekvloer)
- Kolommen 400x400 en 1400x400 mm
- Tussenvloer 200 mm aangenomen (maatvoering op tekening ontbreekt)

De betonnen doosconstructie ligt over de halve hoogte onder maaiveld en is over andere halve hoogte voorzien van een grondafdekking. De exacte dikte van het grondpakket op de dakvloer is niet aangegeven op tekening, meting op tekening geeft een pakketdikte van 0,7 m aan. Dit is een aannemelijke waarde aangezien begroeiing op de dakvloer aanwezig is. Bij een veel kleinere pakketdikte is een dergelijke opstand niet mogelijk en zou alleen gras(achtige) begroeiing aanwezig kunnen zijn. Onderstaande figuren geven een beeld van het kunstwerk.



Figuur 2.3: Locatie Bunker ©Openstreetmap



Figuur 2.4: Aanzicht bunker/terp vanaf zuidzijde ©Street Smart



Figuur 2.5: Foto binnenzijde vanaf tussenvloer



Figuur 2.6: Foto binnenzijde vanaf keldervloer

De huidige grondwaterstand ter plaatse van de bunker is niet bekend. Uit peilbuismetingen in de omgeving van Arnhem volgt een grondwaterstand globaal 2,5 m onder maaiveld (maar wel met veel variatie). Aangezien de ondezijde van de keldervloer ca. 5 m onder maaiveld ligt, is het aannemelijk dat de keldervloer en de onderzijde van de buitenwand in contact zijn met grondwater. Figuur 2.1 geeft de grondwaterstand 2,5 m onder maaiveld indicatief weer.

2.2 Beschikbare documenten

Van de bunker is slechts één ontwerp-tekening beschikbaar. Gemeente Arnhem heeft aangegeven dat er verder geen archiefstukken zijn. De ontwerp-tekening is aangeleverd als een scan in twee delen. Deze twee delen zijn digitaal samengevoegd, monochroom gemaakt, gecomprimeerd en vervolgens opgenomen in bijlage 1.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van alle relevante rapportages van onderzoeken zoals deze ter beschikking zijn gesteld door de opdrachtgever.

Referentie	Omschrijving en kenmerk
[01]	Ontwerp-tekening "Het maken van een betonwerk met bijkomende werken te Arnhem", Directie gebouwen, werken en terreinen, d.d. februari 1973
[02]	Situatie bunker Saksen Weimar (.pdf - bevat alleen locatie bunker)

Tabel 2.1: Documenten archief

2.3 Huidige staat van onderhoud

Voor een uitgebreide beschrijving van de conditie van de bunker wordt verwezen naar rapport 01. De conclusie van het rapport is hieronder herhaald.

Aan de wanden zijn aanzienlijke schades waargenomen met corroderende wapening. Naar schatting klinkt 70-80% van het betonoppervlak van de wanden in de kelder hol bij afkloppen. Voor hergebruik van de wanden en mogelijk overige onderdelen van de kelder, is ons advies de oorzaak en de omvang van de betonschades te onderzoeken, zodat een passend hersteladvies gemaakt kan worden.

Op basis van de bevindingen is een sterk vermoeden dat chloriden aanwezig zijn in de betonconstructie. Chloriden kunnen zorgen voor lokaal sterke (put)corrosie van de wapening. Dit kan constructieve gevolgen hebben. Ons advies is om ook hier onderzoek naar uit te voeren.

Voor de draagkrachtanalyse in de voorliggende rapportage wordt uitgegaan van een situatie na herstel van constructieve schades. Op moment van schrijven is er niet voldoende onderzoek uitgevoerd om een schatting te kunnen maken van het verlies aan betonstaal als gevolg van corrosie.

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Betrouwbaarheid

Voor de te hanteren belastingfactoren is het veiligheidsniveau 'gevolgklasse 2 op verbouwniveau' aangehouden uit NEN 8700 tabel A1.2(B & C). Voor de referentieperiode bij belastingbepaling is uitgegaan van 50 jaar.

3.2 Normen, richtlijnen en voorschriften

De volgende algemene normen zijn gebruikt:

NEN-EN 1990	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp, 2019. 1990+A1+A1/C2 en 1990+A1/C2/NB:2019
NEN-EN 1991-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen, 2019. 1991-1+C1 en 1991-1+C1/NB:2019
NEN-EN 1991-2	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, 2015 1991-2+C1:2015 en 1991-2+C1/NB:2019
NEN-EN 1992-1-1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, 2011. 1992-1-1+C2 en 1992-1-1+C2/NB:2016+A1:2020

De volgende specifieke normen voor bestaande bouw zijn gebruikt:

NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen, 2011+A1:2020.
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Belastingen, 2011+A1:2020.
NEN 8702	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Betonconstructies, 2023.

Verder is gebruikgemaakt van de richtlijnen en/of artikelen:

RTD 1006	Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken, RBK versie 1.2.1
CUR-Aanbev. 117	Inspectie en advies kunstwerken, 2020

3.3 Materiaaleigenschappen

De sterkteklasse van het beton is via onderzoek bepaald, zie rapport 01. Om aansluiting te vinden op de huidige rekenmethode zijn de oude aanduidingen omgezet naar de aanduidingen volgens Eurocode in onderstaande tabel.

Onderdeel	Sterkteklasse	$f_{ck}/f_{yk}/f_{pk}$
Beton buitenwand	C40/50	$f_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Beton dakvloer	C45/55	$f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Beton keldervloer	C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Betonstaal	QR22 of QR24 of FeB220	$f_{yk} = 220 \text{ N/mm}^2$, ductiliteitsklasse B

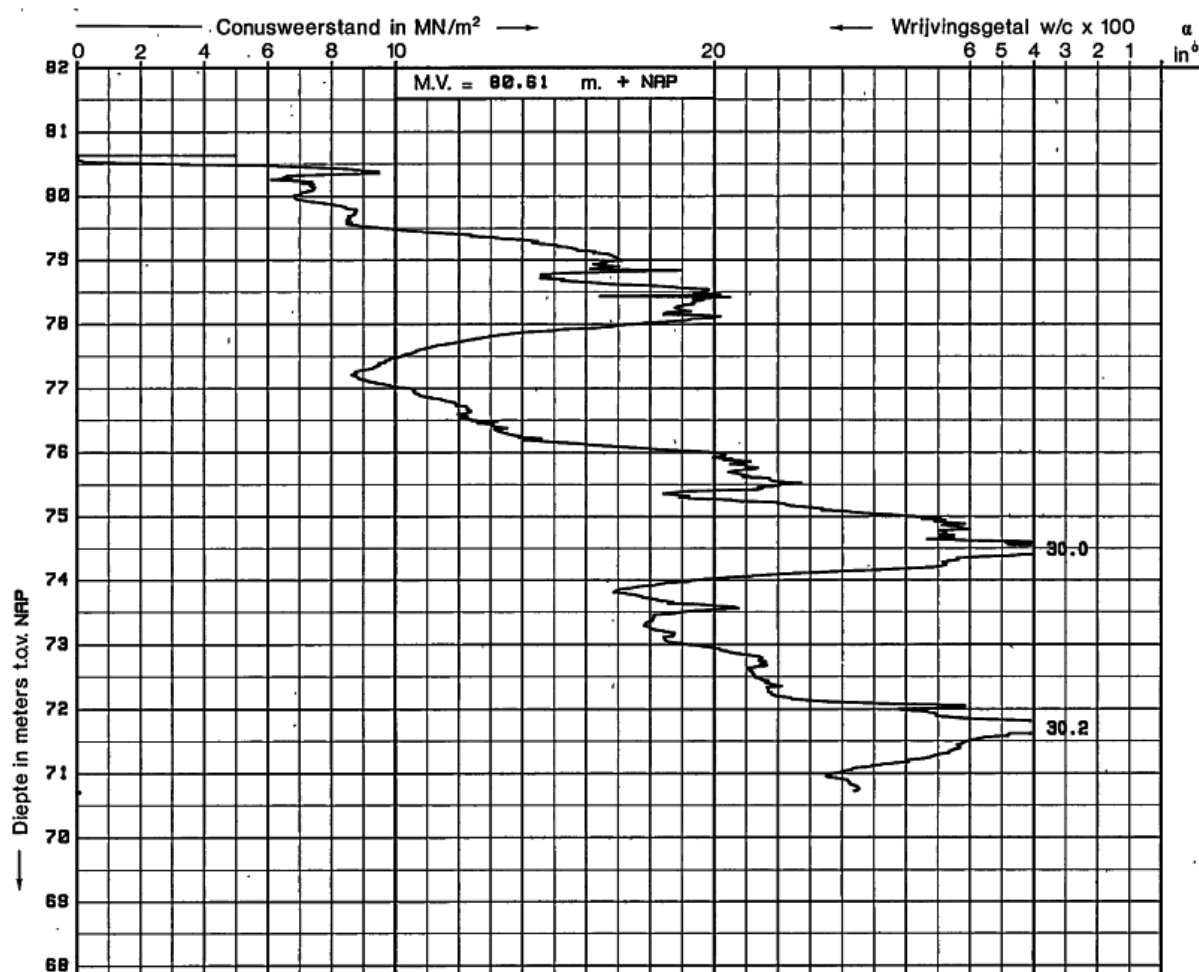
Tabel 3.1: Materiaaleigenschappen

Het betonstaal is niet beproefd op sterkte. Wel is ter controle van de scans de dekking verwijderd, hierdoor is met zekerheid te stellen dat het ongeprofileerd betonstaal betreft. Gezien de bouwperiode (1973) is het aannemelijk dat het hier QR24 betreft. Een andere mogelijkheid is QR22, maar dat werd al vanaf 1965 minder courant. Bij de

introducție van de VB74 norm (1974 dus) werd voor ongeprofileerd betonstaal alleen nog FeB220 gebruikt. Mogelijk is hier in de bouw in 1973 al op geanticiepeerd. Veiligheidshalve wordt uitgegaan van een vloeigrens van 220 N/mm², dit is passend voor QR22 en FeB220 en iets conservatief voor QR24.

3.4 Fundatie

Ook van de fundatie zijn geen ontwerpgegevens bekend. Gezien de locatie is te verwachten dat onder direct onder de bunker draagkrachtig zand aanwezig is en de bunker op staal is gefundeerd. De relatief dikke betonvloer is hier ook een aanwijzing voor. Vanuit het Dinoloket is een sondering gevonden op 175m afstand in zuidelijke richting vanaf de bunker, zie figuur 3.1. Deze sondering bevestigt de aanname van uitsluitend draagkrachtig zand.



Figuur 3.1: Sondering uit Dinoloket (S40B00346_00)

3.5 Overige aspecten

- Voor de te verifiëren situatie is uitgegaan van een controle van de uiterste grenstoestand (ULS), het bezwijken van het te beschouwen deel.
- Bijzondere belastingen en horizontale belastingen (aardbeving, wind horizontaal, explosies) zijn niet beschouwd, de invloed hiervan wordt verwaarloosd binnen de scope van dit onderzoek.
- Geotechnische beschouwingen (bijvoorbeeld zettingsberekeningen door toegenomen belasting op de kelder-vloer) vallen buiten de scope van dit onderzoek.

4 BELASTINGEN

4.1 Overzicht belastingen

Bij de draagkrachtanalyse wordt rekening gehouden met de volgende belastinggevallen:

	Toelichting belastingbepaling
BG1	Eigen gewicht draagconstructie, gewapend beton 25 kN/m ³
BG2	Grondbelasting, zand 18/20 kN/m ³
BG3	5 kN/m ² gelijkmatig verdeelde belasting als nuttige belasting op dakvloer Hiermee wordt het effect van installaties en de aanwezigheid van een mensenmenigte is afgedekt
BG4	Gewicht warmtebatterij op keldervloer Totaalgewicht opgegeven; 5500 ton. Dit wordt voorgesteld als een gelijkmatig verdeelde belasting over de gehele keldervloer, wat neerkomt op 110 kN/m ² vloerbelasting. Volgens opgave komt de warmtebatterij verhoogd op poten te staan. De poten staan in een honingraat-patroon met een onderlinge afstand van de poten van 0,8 m.
BG5	Temperatuursbelasting (zie par. 4.4)

Tabel 4.1: Overzicht belastingen

De uitwerking van de belastingen is opgenomen in figuur 4.1. Hierbij is uitgegaan van de dakvloer en de versterkte stroken die hierin aanwezig zijn (later toegelicht in par. 5.2). De minimale meewerkende breedte is 1,4 m bij de kolommen. Aangezien de versterkte stroken doorlopen over de hele lengte van de dakvloer is ook bij de kleinere kolommen een meewerkende breedte van 1,4 m aangehouden. Met een envelope-figuur is de belasting op de doorgaande versterkte strook bepaald.

Voor de belasting op de keldervloer en de kolommen is een dergelijke omrekening niet nodig en zijn de belastingen per vierkante meter (keldervloer) en per gedragen oppervlak (per kolom) gesommeerd tot een totaal.

4.2 Uitwerking belasting door grond

Zoals aangegeven in figuur 2.1 is de bunker tot het niveau van de dakvloer aangevuld met grond. Traditioneel worden de horizontale gronddrukken berekend door de verticale grondspanning te vermenigvuldigen met de neutrale gronddrukfactor ($\gamma_n = 0,5$ bij zand). Het effect van de taludhelling wordt dan niet meegenomen, waardoor de gronddrukken worden overschat. Een dergelijke berekening is opgenomen in figuur 4.2.

Om toch tot een realistische beoordeling van de buitenwand te komen is met behulp van geotechnische software de horizontale gronddruk bepaald met een taludhelling. De uitvoer van deze berekening is opgenomen in bijlage B en samengevat in figuur 4.3. Om tot een voorstelling van neutrale gronddruk te komen is de grondkerende wand zeer stijf ingevoerd; de horizontale verplaatsing naar binnen toe is maximaal 0,6 mm.

Het effect van de optimalisatie (het meenemen van de taludhelling) is aanzienlijk; ter hoogte van de tussenvloer neemt de berekende gronddruk af van 40 kN/m² tot 18 kN/m².

Berekening verticale druk op dakvloer

Alle belastingen op een werkende breedte van 3,90 m
Alles in m en kN

Belasting op kelderdak omgerekend naar lijnlast
m.b.v. envelope-figuur, zie schets hiernaast.

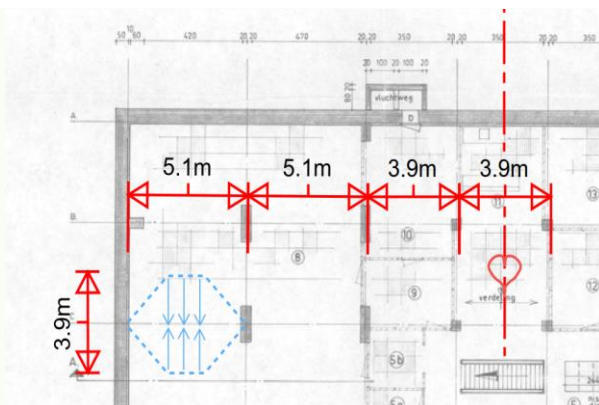
Stramienmaten

B = 3,90

L = 5,10

q1 = laagste waarde lijnlast bij aanzet envelope

q2 = hoogste waarde lijnlast in midden veld



		g kN/m³	h m	p kN/m²	B1 m	L1 m	B (tot) m	L2 m	L (tot) m	q1 p*B1	q2 p*B2
beton dak	veld1/2	25,00	0,60	15,00	1,40	1,25	3,90	2,60	5,10	21,00	58,50
	veld3/4	25,00	0,60	15,00	1,40	1,25	3,90	1,40	3,90	21,00	58,50
grond	veld1/2	18,00	0,70	12,60	1,40	1,25	3,90	2,60	5,10	17,64	49,14
	veld3/4	18,00	0,70	12,60	1,40	1,25	3,90	1,40	3,90	17,64	49,14
nuttig	veld1/2			5,00	1,40	1,25	3,90	2,60	5,10	7,00	19,50
	veld3/4			5,00	1,40	1,25	3,90	1,40	3,90	7,00	19,50

Overig

Totaalgewicht accu Q= 55000,00 kN (5500 ton) L= 32,10 B= 15,60 p=Q/L/B= 109,83 kN/m2

	g kN/m³	h m	p kN/m²	
beton tus.v veld1/2	25,00	0,20	5,00	nb. vloerdikte tussenvloer aanname
veld3/4	25,00	0,20	5,00	
beton vloer veld1/2	25,00	0,77	19,25	
veld3/4	25,00	0,77	19,25	
vulling accu veld1/2			109,83	
veld3/4			109,83	
totale vloerbelasting			166,68	met vulling accu
			56,85	zonder vulling accu

Kolombelasting

Opp. per kolom 5,10 bij 3,90 A= 19,89 m2

p beton *A = 298,35 kN

p grond *A = 250,61 kN

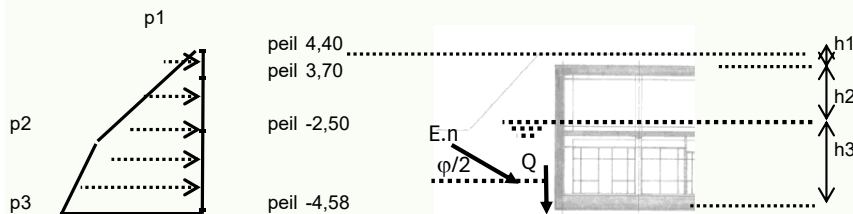
p nuttig *A = 99,45 kN

som = 648,41 kN

Figuur 4.1: Uitwerking belastingen

Horizontale gronddruk buitenwand

		γ kN/m ³	ϕ °	ϕ rad	K.n	bedding kN/m ³
grond.droog	g.g;dr	18	30,00	0,52	0,50	n.v.t.
grond.nat	g.g;nat	20				
water	g.w	10				



nb. h1 is gronddekking op bovenzijde dek of dikte verharding
nb. GWS -2,5 onder peil aangehouden

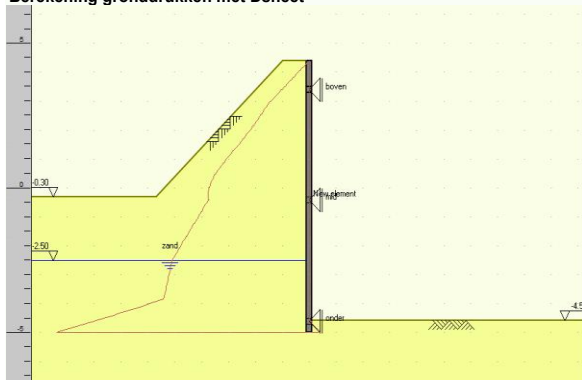
hoogtes

h1= 0,70 h2= 6,20 h3= 2,08

	vert kN/m ²		hor (=vert*K.n) kN/m ²	gem	E.n kN/m	E.n*sin(j/2) kN/m
p1= h1/2*g.g;dr=	6,30	→	3,15	1,58	1,10	0,29
p2= p1+h2*g.g;dr=	117,90	→	58,95	32,63	202,28	52,35
p3= p2+h3*(g.g;nat-g.w)=	138,7	→	69,35	93,63	194,74	50,40
thv tus.vloe op peil -0,4	80,10	→	40,05			
					Q= 103,04	

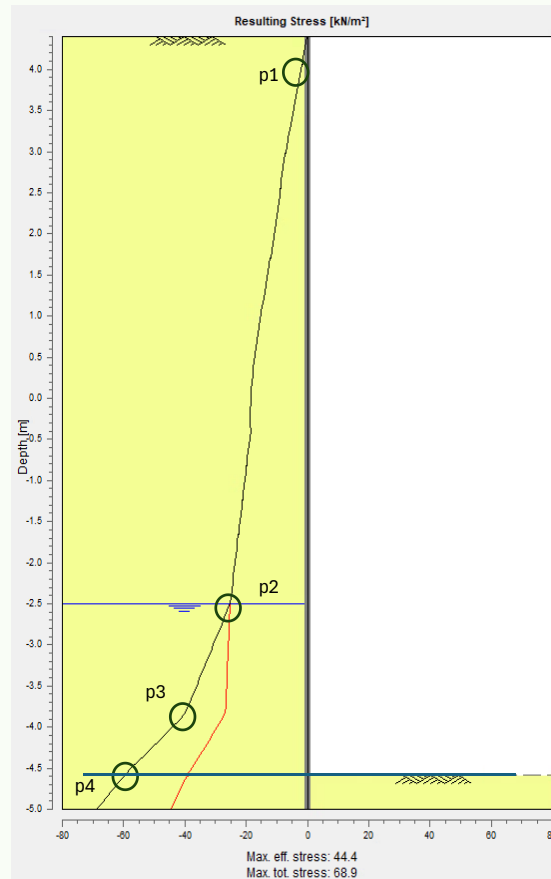
Figuur 4.2: Berekening horizontale gronddruk zonder effect talud

Berekening gronddrukken met Dsheet



afgeleid uit Dsheet rapport par 4.9.4, som effective+water

	kN/m ²	kN/m (op B2)	delta [m]	
p1=	3,7	14	op peil	3,73
tpv vloer	18,40	72	op peil	-0,40
p2=	25,30	99	op peil	-2,50
p3=	44,10	172	op peil	-4,00
p4=	59,70	233	op peil	-4,58
				-0,58



Figuur 4.3: Berekening horizontale gronddruk met effect talud

4.3 Temperatuurbelasting

Eén van de onderzoeksvragen betreft een grote temperatuurstijging door lekkage van de warmtebatterij. De opgegeven temperatuur is 250 graden Celsius.

Hierbij worden twee situaties voorgesteld:

1. De lekkage betreft een kleine hoeveelheid vloeistof. Doordat het een kleine hoeveelheid betreft, zal de temperatuur van de vloeistof snel dalen. De betonhuid heeft kortstondig een hoge temperatuur, maar door de korte duur zal de temperatuurverhoging niet diep het beton indringen.
2. De lekkage betreft een grote hoeveelheid vloeistof en blijft lang tijd gevoed worden omdat de lekkage niet wordt opgemerkt. Redelijkerwijs is te verwachten dat dit alleen bij de vloer en de onderste meter van de wanden kan optreden, aangezien de grote hoeveelheid vloeistof zich daar zal verzamelen.

Voor het beoordelen of deze twee situaties schadelijk zijn, is het volgende van belang.

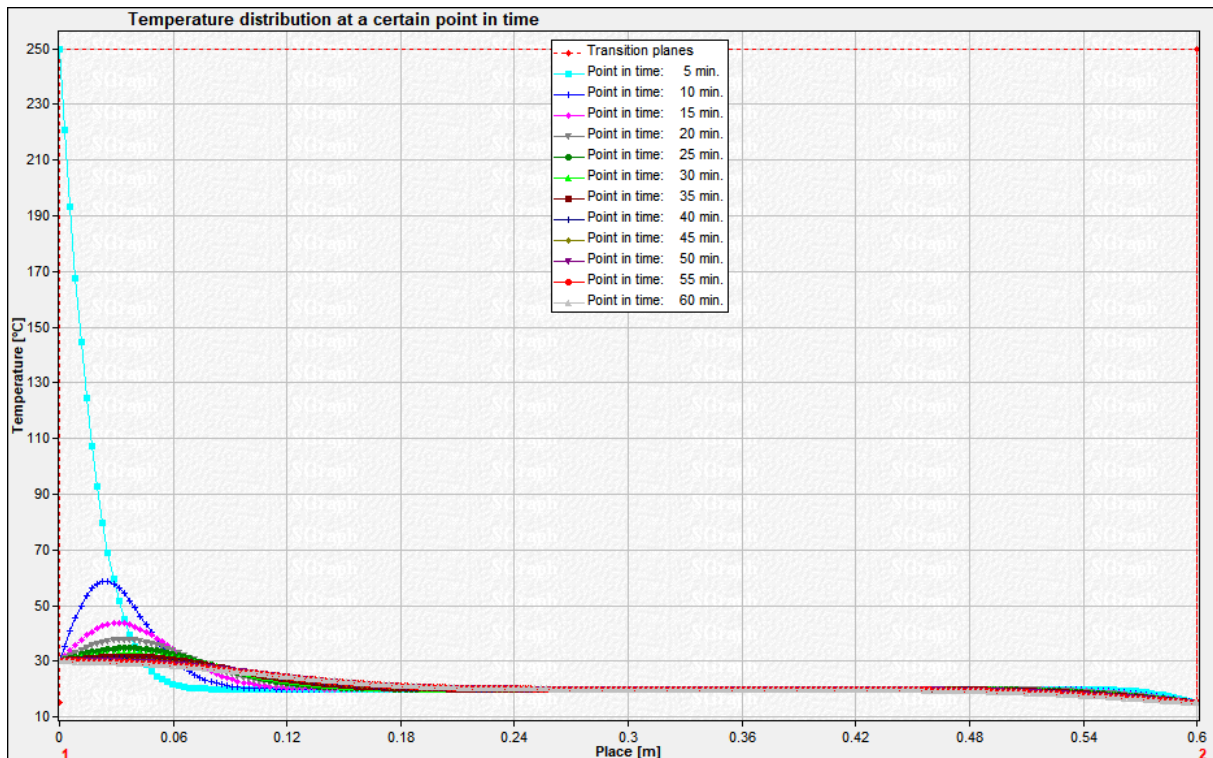
- Volgens literatuur verliest beton boven 380° zijn sterkte. Deze temperatuur wordt niet gehaald, dus desintegratie van het beton hoeft niet te worden beschouwd.
- Volgens literatuur verliest betonstaal boven 250° zijn sterkte. Deze temperatuur wordt wel gehaald, maar de betondekking heeft een isolerend effect dus zal de temperatuur ter hoogte van het betonstaal lager zijn.
- Door de temperatuur kan ingesloten vocht in het beton een grote drukstijging ondergaan betonspatten veroorzaken. Het dan loskomende beton is geen constructief risico, maar kan gevaar zijn voor hulpdiensten. Betonspatten moet voorkomen worden. Behalve een temperatuur (ver) boven 100°, is voor het betonspatten ook een drukspanning van minstens 10 N/mm² benodigd (literatuurwaarde). Onderzocht moet daarom worden of de drukspanning in de calamiteits situatie deze waarde overstijgt of benadert.

Om tot een beoordeling te komen van de temperatuurindringing is het programma 'PcTempFlow' gebruikt. Deze software is voornamelijk bedoeld voor het beschouwen van brandcurven bij het ontwerp van tunnels, maar kan in vereenvoudigde vorm ook voor de bunker worden gebruikt.

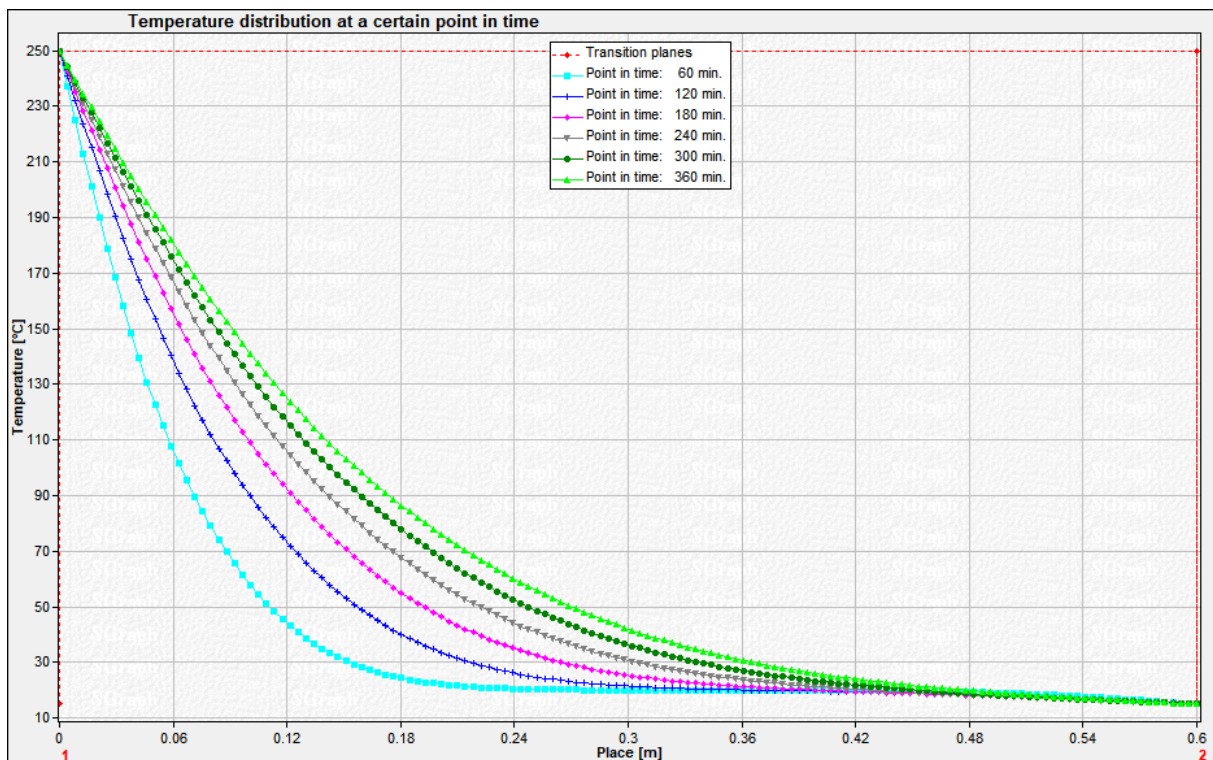
Bij de invoer van PcTempFlow zijn de volgende parameters gehanteerd:

- Voor het beton; warmtegeleidingscoëfficiënt en soortelijke warmte volgens Eurocode, vocht 1,5%, starttemperatuur 30°C, wanden dik 600mm, soortelijk gewicht 2400kg/m³ (exclusief wapening)
- Korte duur belasting temperatuur betonhuid 250° voor 5 minuten, daarna terug naar 30 graden luchttemperatuur
- Lange duur belasting temperatuur betonhuid 250° voor 5 uur
- Temperatuur grondzijde 15° constant
- Alle overige inputparameters volgens standaardwaarde PcTempFlow

Het verloop van temperatuur over de doorsnede van de wand is geplot in figuur 4.4 voor de kortdurende temperatuursprong en figuur 4.5 voor de langdurende. Hierbij is links de verwarmde zijde en rechts de grondzijde.



Figuur 4.4: Temperatuurverloop kortdurend



Figuur 4.5: Temperatuurverloop langdurend

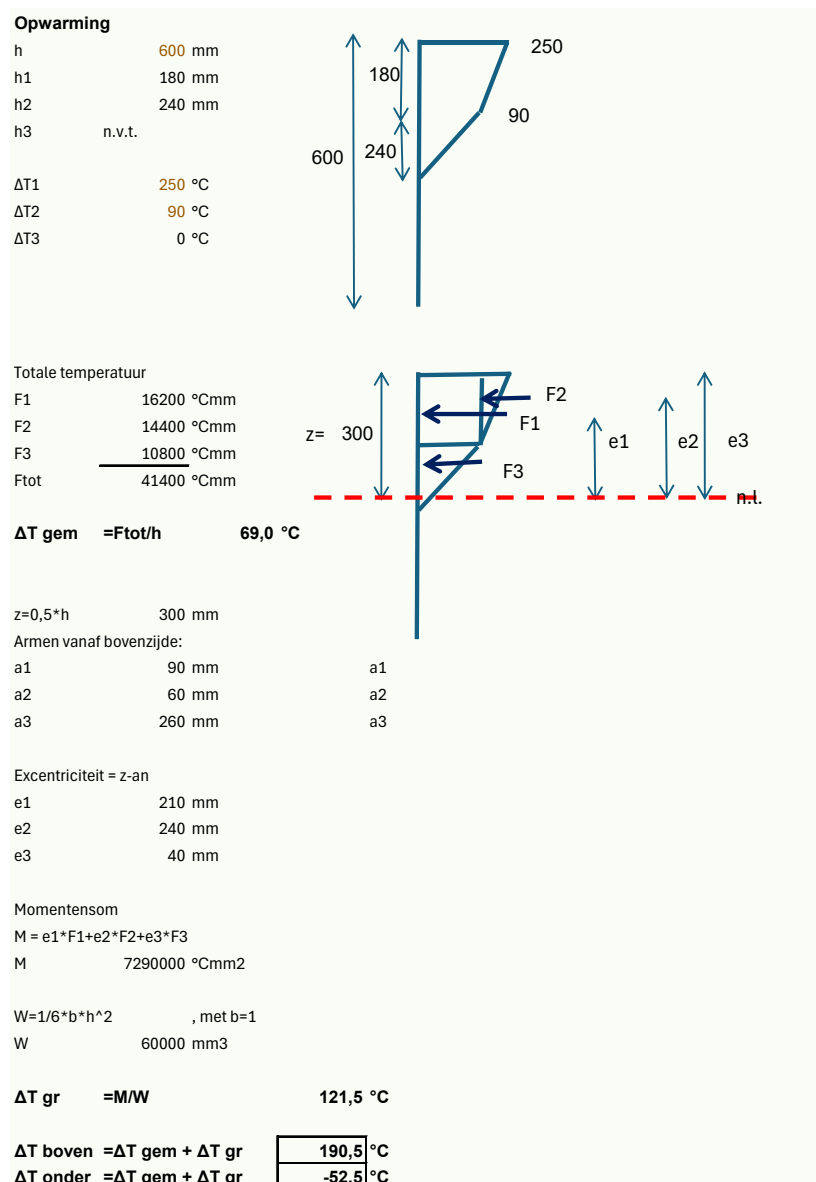
De betondekking in de wand is ca. 20 mm, zie rapport 01 tabel 4.2.

Uit de grafieken worden de volgende conclusies getrokken:

- Kortdurend geeft een temperatuur van ca. 110° ter hoogte van de wapening (0,02m vanaf links) en daalt na 15 minuten (= 10 minuten na beëindigen temperatuurverhoging) naar ca. 40° graden. Dit geeft geen schade aan beton of wapening.
- Langdurend geeft een veel grotere temperatuurstijging; van ca. 240° ter hoogte van de wapening naar ca. 90° op 0,18m en na 0,42m vanaf links is het temperatureffect verwaarloosbaar.
- De temperatuur van 240° ter hoogte van de wapening geeft niet direct schade, maar gezien de grote indringingsdiepte zal dit een aanzienlijke, opgelegde vervorming van de wand geven. Het krommen van de wand kan grote krachten geven in aansluitende constructies en moet daarom als een oplegde vervorming worden meegenomen bij de draagkrachtanalyse.

Voor invoer in Scia Engineer moet het temperatuurverloop omgezet worden tot een lineair verloop over de hele hoogte van de wand, dit is gedaan in figuur 4.6.

De beschouwing van het temperatureffect is vooral gericht op de wand. Op de keldervloer is tijdens de inspecties een 90 a 100 mm dikke dekvloer aangetroffen. De isolerende werking hiervan is aanzienlijk, uit figuur 4.5 is af te leiden dat op 100 mm vanaf de betonhuid de temperatuur ca. 100° lager is. Om deze reden wordt de wand als maatgevend gezien ten opzichte van de keldervloer inzake temperatureffecten.



Figuur 4.6: Omzetting temperatuurbelasting voor invoer in Scia

4.4 Belastingcombinaties

Op basis van de NEN-EN 1990 worden voor de UGT de volgende fundamentele belastingcombinaties aangehouden.

$$6.10 \text{ a} \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10 \text{ b} \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Hierin is:

- G_k : karakteristieke waarde van een blijvende belasting
- P : representatieve waarde van een voorspankracht
- $Q_{k,1}$: karakteristieke waarde van de overheersende variabele belasting
- $Q_{k,i}$: karakteristieke waarde van de gelijktijdig optredende veranderlijke belasting
- γ_G : partiële factor voor blijvende belastingen
- γ_Q : partiële factor voor veranderlijke belastingen
- γ_P : partiële factor voor voorspankrachten
- ξ : reductiefactor voor ongunstige, blijvende belastingen
- Ψ_0 : momentaanfactor in verband met combinatiewaarde van een veranderlijke belasting

Voor het bepalen van de factoren is uitgegaan van gevolgklasse 2 op verbouwniveau. De hierbij horende factoren zijn weergegeven in tabel 4.2.

Belasting	γ_{verbouw}
Permanent 6.10 b	1,20
Permanent 6.10 b	1,15
Warmtebatterij (wordt gezien als quasi-permanent)	1,20
5 kN/m ² veranderlijk dakvloer	1,30

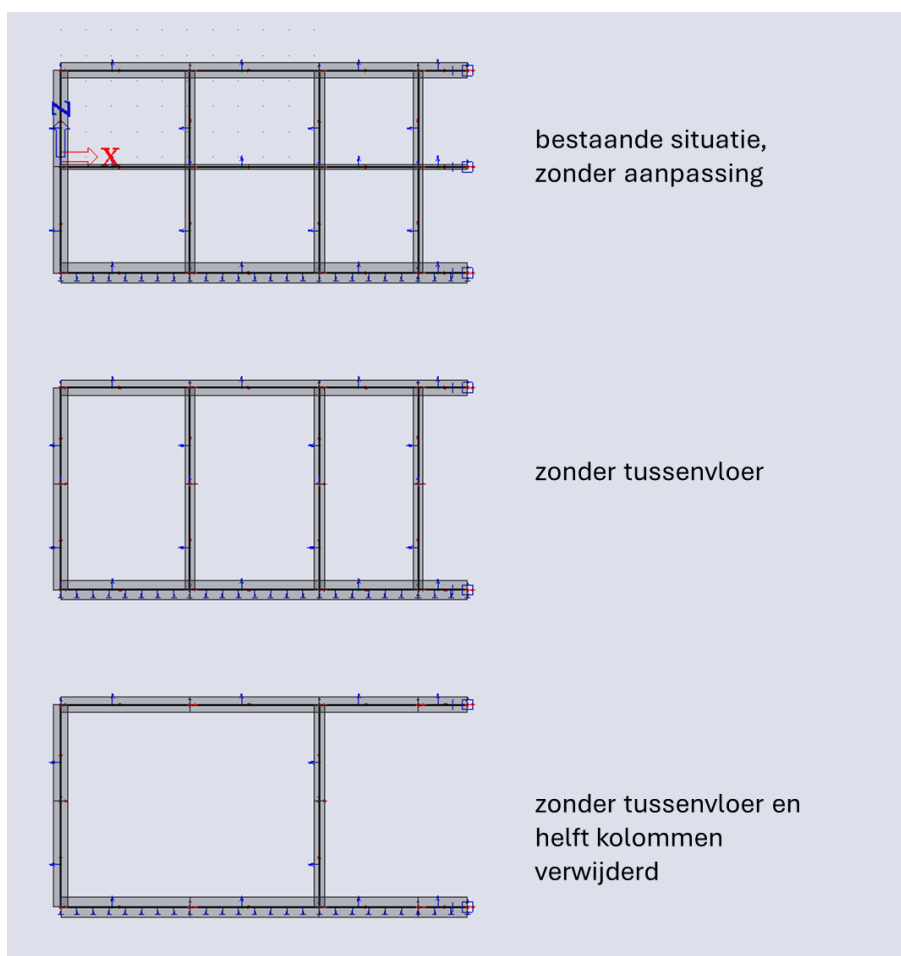
Tabel 4.2: Aangehouden partiële belastingfactoren

Voor BGT (beoordelen betonspatten) en buitengewone belastcombinaties (lekkage warmtebatterij) zijn alle partiële belastingfactoren 1,00.

5 CONSTRUCTIEVE BEOORDELING

5.1 Modelbeschrijving

Om de krachtwerking te beoordelen van verschillende varianten van (eventueel tijdelijke) aanpassing van de draagconstructie is gebruik gemaakt van een raamwerkberekening in Scia Engineer. Hierbij is over een stramien een mechanica berekening gemaakt over een werkende breedte van 3,9 m van de kelder. De uitvoer van dit rekenmodel is opgenomen in bijlage B. In het rekenmodel zijn drie situatie's onder elkaar gezet en met dezelfde belastingen doorgerekend. Het rekenmodel beschouwd alleen de helft van de bunker, aangezien tussen as 4 en 5 een symmetrie as is gelegen.



Figuur 5.1: Overzicht varianten in rekenmodel

Door deze varianten onder elkaar te zetten en in één rekenmodel door te rekenen zijn de verschillen in krachtwerking in één oogopslag zichtbaar omdat (bijvoorbeeld) de momentenlijn dan ook direct onder elkaar staan.

De invoerparameters van het rekenmodel zijn samengevat in tabel 5.1.

Aspect	Omschrijving
Maatvoering	Zie figuur 2.1 en figuur 2.2
Constructiehoogte	Dakvloer 600 mm Buitenwand 600 mm Keldervloer 770 mm Kolommen 400x400 mm (grotere kolommen heeft geen effect in rekenmodel) Tussenvloer 200 mm
Elementen	Staafelementen, alle onderlinge verbindingen momentvast Werkende breedte 3,90 m, behalve kolommen
E-modulus / stijfheid	Ongereduceerde stijfheid (ca. 30 000 N/mm ²)
Steunpunten	Verticale bedding onder vloer, 100 MN/m ² /m aangenomen T.p.v. symmetrie-as rotatiestijf en translatiestijf in horizontale richting oplegging alle vloeren
Krachtswerking	Door aflezen momentenlijn en dwarskrachtenlijn Merk op dat de afgelezen waarden voor 'een moot' van 3,9 m breed zijn, niet per meter.

Tabel 5.1: Overzicht invoer rekenmodel beton

5.2 Wapeningshoeveelheden

Omdat er geen wapeningstekeningen zijn, is met behulp van scans en onderzoek ter plaatse vastgesteld wat de wapeningshoeveelheden zijn. Dit kon alleen aan de binnenzijde worden gedaan aangezien de buitenzijde op moment van schrijven niet bereikbaar is. Dit betekent dat alleen een beoordeling kan worden gedaan van krachtwerking waarbij aan de binnenzijde trek optreedt. Voor de vastlegging van wapening wordt verwezen naar rapport 01, in tabel 5.2 zijn de relevante wapeningshoeveelheden samengevat.

Locatie	Omschrijving
Wand, verticaal, binnen	Ø16-150, 1 ^e laag, ca 20 mm dekking, C40/50 <i>nb. aanzienlijke corrosie te verwachten gezien – 70-80% van wandoppervlak klinkt hol</i> $M_{Rd} = 556 \text{ kNm}$ op 3,9 m wand <i>zonder effect corrosie</i> $V_{Rdc} = 1035 \text{ kN}$ op 3,9 m wand
Dakvloer, langs Evenwijdig aan as C	10 Ø25, 1 ^e laag, ca 20 mm dekking, C45/55 alleen in versterkte kolomstrook $M_{Rd} = 512 \text{ kNm}$ op versterkte strook $V_{Rdc} = 456 \text{ kN}$ op versterkte strook
Dakvloer, langs Evenwijdig aan as 2	? Ø22, 2 ^e laag aantal staven niet meetbaar
Keldervloer, langs Evenwijdig aan as C	? Ø36, 1 ^e laag aantal staven niet meetbaar
Kolommen	400x400 mm: 8Ø16, beugels Ø10-200 1400x400 mm: 18Ø14, beugels Ø10-200

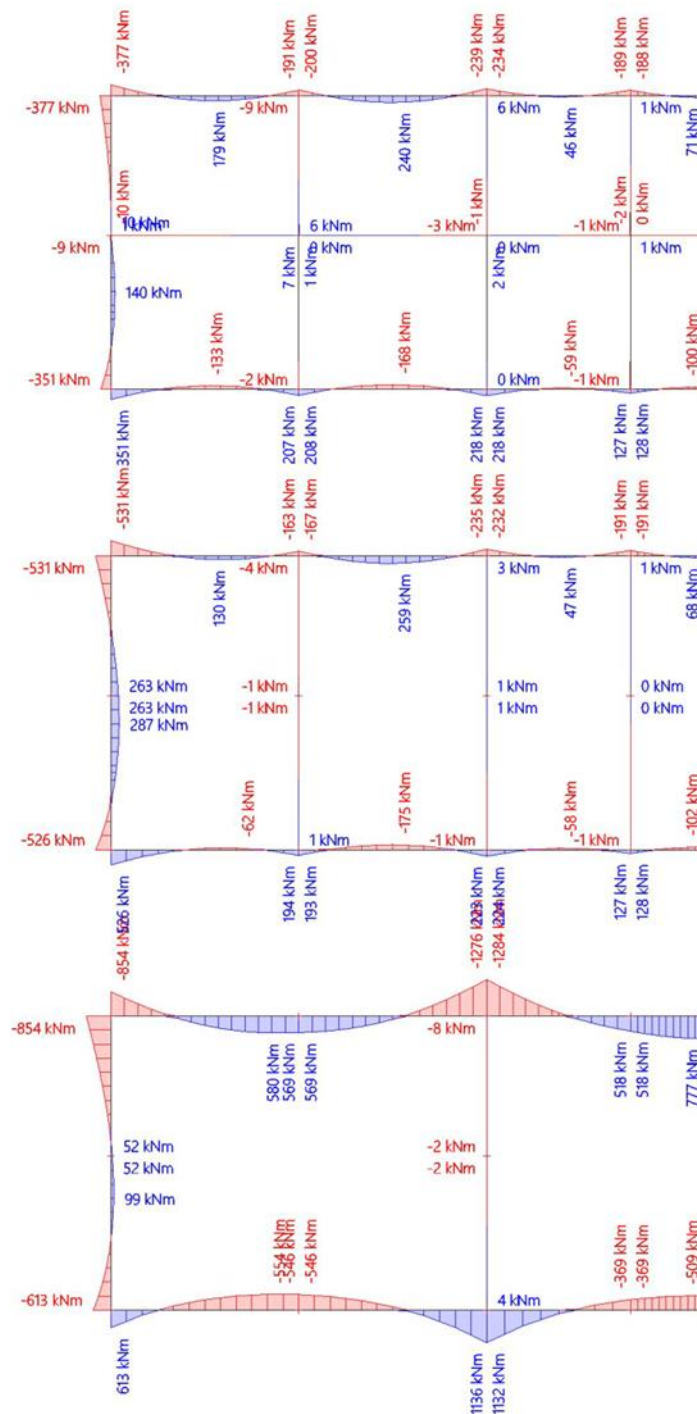
Tabel 5.2: Overzicht invoer rekenmodel beton

De doorsnedecapaciteit van de wand en dakvloer (in richting as C = y-as in rekenmodel) is berekend in bijlage D. Het toelaatbare moment en dwarskracht is in de tabel bijgeschreven.

5.3 Krachtwerking

De voor de beoordeling meest relevante momentenlijn is opgenomen in figuur 5.2.

Waarden: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10b
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



bestaande
situatie,
zonder
aanpassing

zonder
tussenvloer

zonder
tussenvloer en
helft
kolommen
verwijderd

Figuur 5.2: Momentenlijnen UGT 6.10b (maatgevend)

Duidelijk is dat het verwijderen van vloer en/of kolommen grote effecten heeft op de krachtwerking.

5.4 Constructieve beoordeling buitenwand

De beoordeling is in onderstaande tabel samengevat.

Kracht [kNm of kN]	UC = optredend / opneembaar	Toelichting
Binnenzijde (opneembaar)		
Md(1) = 140 (556)	$0,25 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	in bestaande situatie
Md(2) = 287 (556)	$0,52 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder tussenvloer
Md(3) = 99 (556)	$0,18 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder kolom, afname komt door groot negatief moment bij overgang vloeren
Vd(1) = 452 (1035)	$0,44 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	in bestaande situatie
Vd(2) = 559 (1035)	$0,54 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder tussenvloer
Vd(3) = 529 (1035)	$0,51 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder kolom
Buitenzijde		
Md(1) = -377	Capaciteit onbekend	in bestaande situatie
Md(2) = -531	relatieve toename t.o.v. bestaand = 1,58 (58%)	zonder tussenvloer
Md(3) = -854	relatieve toename t.o.v. bestaand = 2,27 (127%)	zonder kolom
Md(3) = -750	relatieve toename t.o.v. bestaand = 1,99 (99%)	zonder kolom in tijdelijke situatie met afsluiting dakvloer

Tabel 5.3: Beoordeling buitenwand

Voor de buitenwand worden twee risico's gezien;

1. Bij verwijderen interne kolommen en vloer voldoet de wapening aan binnenzijde, maar vanuit het onderzoek ter plaatse is te verwachten dat een deel van deze wapening aanzienlijk is aangetast door corrosie.
2. De momenten met trek in wapening aan buitenzijde nemen relatief meer toe dan de momenten die trek geven aan binnenzijde na verwijderen vloer en kolom. Met name in de situatie zonder kolom wordt het moment meer dan twee keer zo groot. Hoewel de wapening hier onbekend is, valt te verwachten dat de momentcapaciteit hier overschreden wordt.
Het tijdelijk afsluiten van de dakvloer om de belasting te beperken geeft enige verbetering (daling moment aan buitenzijde van -854 naar -750). Het effect is echter niet zo groot dat verwacht kan worden dat de wand dan wel zou voldoen.

5.5 Constructieve beoordeling dakvloer

De beoordeling is in onderstaande tabel samengevat.

Kracht [kNm of kN]	UC = optredend / opneembaar	Toelichting
Binnenzijde (opneembaar)		
Md(1) = 240 (512)	$0,47 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	in bestaande situatie
Md(2) = 259 (512)	$0,51 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder tussenvloer
Md(3) = 777 (512)	$1,52 > 1,00 \rightarrow$ voldoet niet	zonder kolom
Vd(1) = 357 (456)	$0,78 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	in bestaande situatie
Vd(2) = 393 (456)	$0,86 < 1,00 \rightarrow$ voldoet	zonder tussenvloer
Vd(3) = 693 (456)	$1,52 > 1,00 \rightarrow$ voldoet niet	zonder kolom
Buitenzijde		
Md(1) = -377	Capaciteit onbekend	in bestaande situatie
Md(2) = -531	relatieve toename t.o.v. bestaand = 1,58 (58%)	zonder tussenvloer
Md(3) = -1276 (!)	relatieve toename t.o.v. bestaand = 3,38 (238%)	zonder kolom
Md(3) = -1110 (!)	relatieve toename t.o.v. bestaand = 2,94 (194%)	zonder kolom in tijdelijke situatie met afsluiting dakvloer

Tabel 5.4: Beoordeling dakvloer

Uit de berekening komt duidelijk naar voren dat het verwijderen van de tussenvloer maar een heel beperkte invloed heeft op de krachtwerking in de dakvloer. Het verwijderen van kolommen geeft echter wel grote overschrijdingen op de locaties waar de wapening bekend is (binnen/onderzijde). Het steunpuntsmoment boven de achterblijvende kolommen wordt meer dan driemaal zo groot. Hoewel de wapening aan bovenzijde niet bekend is, is te verwachten dat een dergelijke toename in krachtwerking niet opneembaar is. Het tijdelijk afsluiten van de dakvloer geeft maar een beperkte verbetering en is ruimschoots ontoereikend om de dakvloer te laten voldoen.

Het verwijderen van *een deel* van de kolommen is voor de dakvloer niet haalbaar. Om die reden is verwijderen van *alle* kolommen niet verder onderzocht.

5.6 Constructieve beoordeling keldervloer

Van de keldervloer kon in rapport 01 de wapening niet worden vastgesteld, een toetsing kan daarom niet worden uitgevoerd.

Uit de belastingbepaling volgt wel dat de belasting op de keldervloer aanzienlijk toeneemt; van 57 kN/m² zonder warmtebatterij naar 167 kN/m² met warmtebatterij. Aangezien de keldervloer vermoedelijk direct op zand ligt, is te verwachten dat deze belasting direct wordt doorgegeven aan de ondergrond. De zakking van de vloer zal echter wel een kromming (en dus een moment) in de vloer geven aangezien de zakking in het midden van de vloer groter zal zijn dan langs de randen. Om dit te kunnen beoordelen is een geotechnische analyse nodig. Dit gaat verder dan de scope van deze rapportage. Vooralsnog is het aannemelijk dat de keldervloer niet het maatgevende deel van de bunker zal zijn aangezien de belasting van de warmtebatterij gelijkmatig over het vloeroppervlak gespreid kan worden en de resulterende kromming van de vloer beperkt zal zijn.

Volgens opgave komt de warmtebatterij verhoogd op poten te staan. De poten staan in een honingraatpatroon met een onderlinge afstand van de poten van 0,8 m. Iedere poot draagt dan circa 0,6 m² vloer, de belasting per poot is dan $110 \cdot 0,6 = 66$ kN. Vanwege de aanwezigheid van de 90 mm dikke dekvloer wordt de toelaatbare spanning begrenst op rekenwaarde 10 N/mm² (C15), oftewel een benodigd oppervlak van $66 \cdot 1000 / 10 = 6600$ mm².

De minimale voetafmeting is dan ca. $\varnothing 100$ mm ($A=7850$ mm²). Bij een spreiding onder 45 graden over de hoogte van de vloer (775mm) kan dan een ponscirkel ontwikkelen van $775 \cdot 2 + 100 = \varnothing 1650$ mm. Bij een onderlinge pootafstand van 0,8 m overlappen de ponscirkels dan ruimschoots; pons is daardoor niet maatgevend ten opzichte van regulier bezwijken op dwarskracht.

Geconcludeerd wordt dat de krachtleiding of doorponsen van de poten op de vloer niet kritisch is, mits de voeten $\varnothing 100$ mm groot zijn.

5.7 Constructieve beoordeling temperatuureffecten

Uit paragraaf 4.3 is af te leiden:

1. Betonspatten (drukspanning >10 N/mm²) moet worden gecontroleerd bij element waar hoge drukspanningen zijn te verwachten; de wand en de kolommen.
2. Kortdurende temperatuursverhoging heeft verwaarloosbare effecten.
3. Bij langdurende temperatuursverhoging is de buitenwand is maatgevend ten opzichte van de keldervloer. De opgelegde vervorming als gevolg van kromming van de wand moet gecontroleerd worden.

Betonspatten

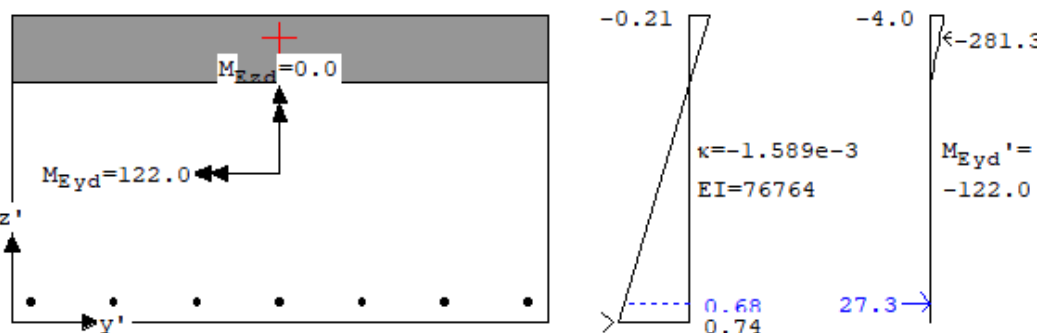
Uit figuur 4.1 is af te leiden dat de drukkracht per kolom 650 kN is zonder belastingfactoren. Bij een kolom van 400x400 mm komt dit overeen met 4,1 N/mm². In de bestaande situatie (zonder verwijderen kolommen) is de marge tot de kritieke waarde ruim voldoende. Bij het vergroten van de stramienmaat met een factor 2 (deel kolommen verwijderen) neemt de drukspanning met een factor 2² toe; $4 \times 4,1 = 16,4$ N/mm². Dit is ruimschoots meer dan de kritieke waarde en is een tweede reden om de kolommen niet te verwijderen.

Het vaststellen van de drukspanning in de buitenwand is minder eenvoudig omdat deze drukspanning een gevolg is van buiging en normaaldrukkracht. Uit paragraaf 4.1.4 in bijlage C is af te leiden;

Mrep = -454 kNm op 3,9 m breedte met druk aan binnenzijde en alleen verwijderen tussenvloer
Nrep = -335 kN op 3,9 m breedte

Om de evenwichtstoestand in de doorsnede van de wand te bepalen is met MNKappa een berekening gemaakt van de wand, zie figuur 5.3. Hierbij is aangenomen dat aan de buitenzijde van de wand dezelfde wapening aanwezig is ($\varnothing 16-150$ QR22) en is de belasting omgezet naar een werkende breedte van 1050 mm (7x hoh afstand).

M=	-454,00	kNm op	B=	3,90	→	-122,23	kNm op 1,05 m
N=	-335,00	kN op	B=	3,90	→	-90,19	kNm op 1,05 m



Figuur 5.3: Evenwichtstoestand wand bij Ned=-90 kN (negatief is druk)

Aan drukzijde (grijs gearceerd, bovenzijde grafieken) is de drukspanning -4,0 N/mm² (en -0,21‰ rek). De volledige berekeningsuitvoer is opgenomen in bijlage E. De drukspanning is vergelijkbaar met die in de kolommen (-4,0 vs -4,1 N/mm²) en in de situatie zonder verwijderen kolommen is de marge tot de kritieke waarde ruim voldoende.

Geconcludeerd wordt dat betonspatten geen aanmerkelijk risico is, onder voorwaarde dat de kolommen niet verwijderd worden.

Opgelegde vervorming

Door de opgelegde kromming aan de binnenzijde van de aansluiting tussen wand en keldervloer wordt de wand naar buiten gedrukt, tegen de richting van de gronddruk in. Dit geeft een zeer groot moment aan de onderzijde van de wand, zie bijlage C, paragraaf 4.1.5. Het moment ter plaatse van de knoop wand-keldervloer is ca 2360 kNm in de situatie zonder tussenvloer. De wand zal dit zeker niet op kunnen nemen, waardoor de wand zal scheuren en de krachtwerving door de opgelegde vervorming als gevolg van de sterk afnemende stijfheid (door de scheur) weer zal afnemen. De te verwachten scheur zit onder de grondwaterstand en kan daardoor watervoe- rend worden. Daarnaast zal de dwarskrachtcapaciteit aanzienlijk laten afnemen.

Uit de berekeningen volgt dat een langdurige blootstelling van de buitenwand aan 250° moet worden voorkomen. Dit geldt voor alle situaties met of zonder tussenvloer of kolommen.

5.8 Constructieve beoordeling kolommen

De belasting op de kolommen neemt niet toe door de aanwezigheid van de warmtebatterij. De primaire onderzoeksvragen waren daarom gericht op het kunnen verwijderen van de kolommen, niet of de kolommen sterk genoeg zijn. Bij verwijdering van de tussenvloer neemt ook de belasting op de kolommen niet toe, eerder af. Maar de kniklengte neemt dan wel toe. Om die reden is onderzocht of de kolommen gevoelig zijn voor knik.

In bijlage F is de uitvoer van Technosoft Kolomwapening opgenomen. Dit is een ontwerpsoftware die de beno- digde wapening in een betonnen kolom uitrekent; dit blijkt 4 staven $\varnothing 16$ FeB220 te zijn. Aangezien 8 staven $\varnothing 16$ aanwezig zijn, is geconcludeerd dat de kolom niet gevoelig is voor knik. Het verwijderen van de tussenvloer heeft geen nadelige consequenties.

Bij de invoer is uitgegaan van het volgende;

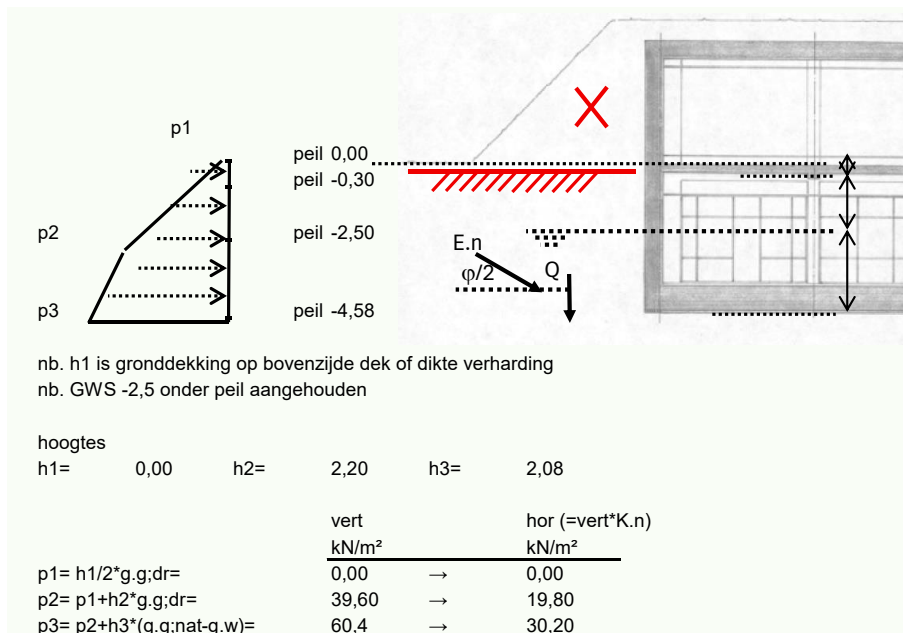
- Kolom 400x400 mm maatgevend ten opzichte van kolommen 1400 mm breed
- Normaalkracht 650 kN druk (zie figuur 4.1)
- Momenten zijn vrijwel nul, ondergrens 20mm excentriciteit; $M=650 \cdot 0,02 = 13$ kNm
- Belastingfactor 1,5 conservatief aangehouden
- Kolomlengte 8m met kniklengtefactor 1,0 (conservatief want kolommen zijn ingeklemd in dakvloer en kelder- vloer)
- De warmtebatterij geeft geen laterale (zijwaartse) belasting op de kolommen

5.9 Alternatief

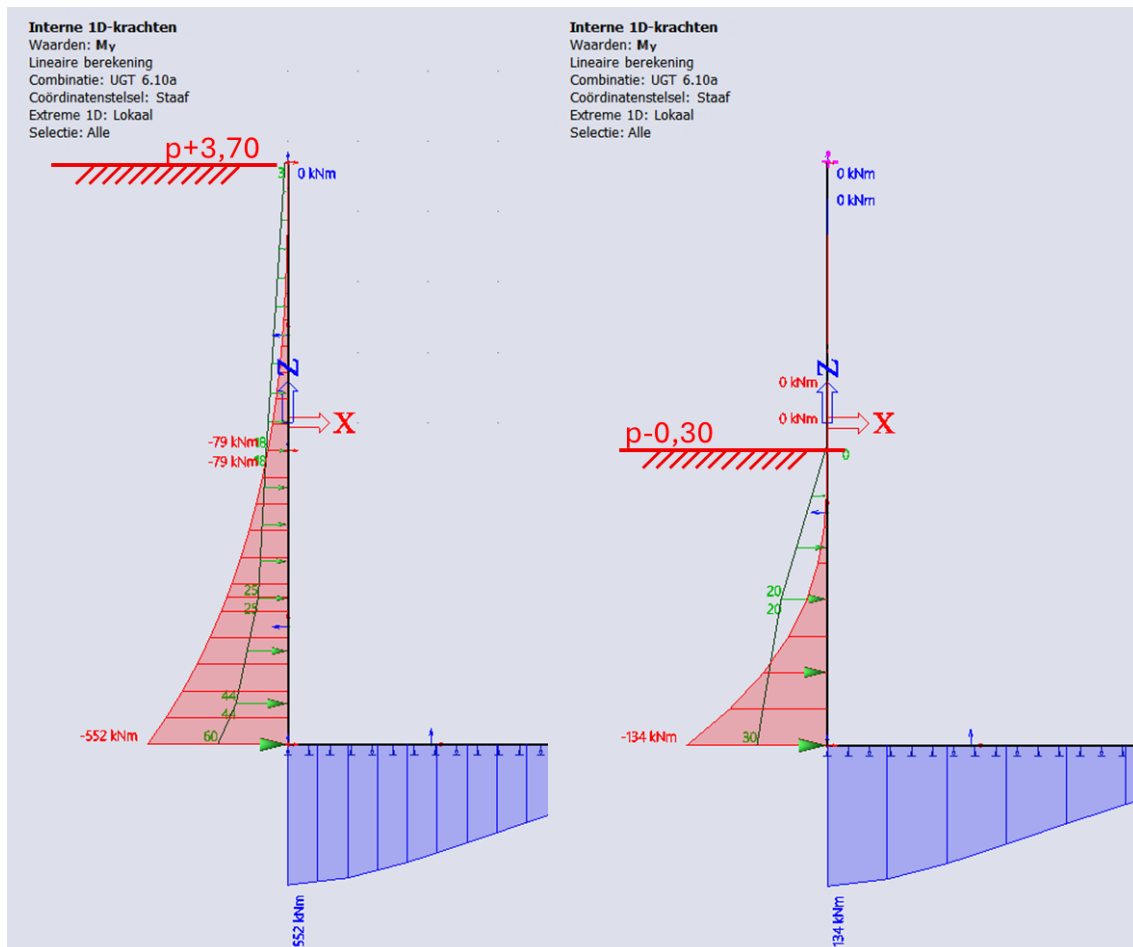
Uit de constructieve beoordeling in de voorgaande hoofdstukken volgt dat het verwijderen van de kolommen zeer grote nadelige gevolgen heeft voor met name de dakvloer. Een alternatieve aanpak is om samen met de kolom- men ook de dakvloer te verwijderen. Het uitnemen van de dakvloer vereenvoudigd daarnaast het aanbrengen van de warmtebatterij. Door het uitnemen van de dakvloer wordt de buitenwand niet meer gesteund aan de boven- zijde. Om te beoordelen of deze wijziging haalbaar is voor de buitenwand zijn aanvullende berekeningen ge- maakt. Hierbij is van het volgende uitgegaan:

- Aanname; verticale wapening aan buitenzijde wand gelijk aan binnenzijde ($\varnothing 16$ -150 QR22). Het breukmo- ment is dan 556 kNm per sectie van 3,9m wand dus 143 kNm/m. Aangezien binnen dit alternatief alle kolom- men ook zijn verwijderd heeft het geen zin meer om te rekenen met werkende breedte gelijk aan de stra- mienmaat. Om die reden is voor het alternatief alles berekend per strekkende meter wand.
- Ontgraven tot bovenzijde wand (p+3,70), gronddruk vrijwel gelijk aan figuur 4.3
- Ook mogelijk; ontgraven tot maaiveld (p-0,30), gronddruk berekend in figuur 5.4

De resulterende momentlijnen (rekenwaarde met belastingfactor 1,20 op gronddruk) zijn gepresenteerd in figuur 5.5.



Figuur 5.4: Berekening gronddruk ontgraven tot peil -0,30m



Figuur 5.5: Momentenlijn alternatief met en zonder ontgraving, rekenwaarde $\gamma_g=1,20$

Het is evident dat het ontgraven van ca. 4 meter grond een groot effect heeft op de momenten in de buitenwand. Zonder deze ontgraving is het maximale moment in de buitenwand 552 kNm/m, wat een UC van $552 / 143 = 3,9$ geeft. Het verwijderen van de dakvloer zonder ontgraving langs de buitenwand is niet haalbaar.

Bij het wegnemen van het talud en ontgraven tot het niveau van het omliggende maaiveld (peil -0,30m) is de krachtwerking in de wand wel opneembaar; $UC = 134 / 143 = 0,94 < 1,0$. Wanneer gekozen wordt voor het alternatief met ontgraving van grond voorlangs de buitenwand is het van belang om meer informatie in te winnen over de daadwerkelijk grondgesteldheid, waterstand, wapening in wand en mogelijke bovenbelasting op maaiveld als gevolg van de herinrichting van het omliggende terrein. Afhankelijk hiervan kan dan het definitief benodigde ontgravingsniveau worden vastgesteld.

6 CONCLUSIE EN ADVIES

6.1 Samenvatting

Midden in de wijk Saksen Weimar te Arnhem, aan de rand van de oude militaire kazerne, ligt een leegstaande bunker die van 1975 tot en met 2000 als communicatiecentrum voor de Koninklijke Luchtmacht diende. In 2001 werd de bunker uit dienst genomen en kwam in 2016 in het bezit van gemeente Arnhem. De bunker is een betonnen doosconstructie met inwendig één verdiepingsvloer en diverse kolommen op een stramien van 5,10 x 3,90 m. Figuur 2.1 en figuur 2.2 geven een beeld van de draagconstructie.

Het voornemen van Gemeente Arnhem is om in deze bunker een grote stenen warmtebatterij te installeren. De warmtebatterij bestaat uit een blok steen/beton met een intern pijpenstelsel waarmee het steen wordt verwarmd voor opslag en afgekoeld voor ontlading. Dit blok kan tot maximaal 450 graden Celsius opgewarmd worden, maar zal zorgvuldig geïsoleerd worden. Voor de installatie van de warmtebatterij is het wenselijk om de kolommen en tussenverdieping te verwijderen, de bunker vervolgens te vullen met steen/beton en te voorzien van een dikke isolatielaag rondom. Uiteindelijk zal de dakvloer weer ondersteund worden door kolommen die zich bevinden tussen de steen/betonvulling en de dakvloer.

Vanuit de diverse berekeningen en toetsingen in hoofdstuk 4 en 5 komt naar voren dat de bunker in ongewijzigde situatie veilig te gebruiken is. Van de voorgenomen aanpassingen lijkt het wegnemen van de tussenvloer mogelijk en het wegnemen van kolommen niet. Als het voor de installatie van de warmtebatterij noodzakelijk is om de kolommen tijdelijk te verwijderen, dan moet een tijdelijke stempeling worden ontworpen. De stempels moeten worden geplaatst worden op de stramienlijnen, omdat tijdens het onderzoek ter plaatse is gebleken dat de dakvloer is gewapend met versterkte stroken die zijn geconcentreerd op de stramienlijnen.

Uit de beoordeling van temperatuureffecten volgt dat explosief afspatten van de betonhuid niet aannemelijk is in de bunker. Bij langdurige blootstelling aan hoge temperatuur door lekkage van de warmtebatterij (250 graden Celsius opgegeven) heeft de opgelegde vervorming een groot effect op de krachtwerking in de bunker. Als het optreden en langdurig (enkele uren) optreden van lekkage met hoge temperaturen in het bedrijf van de warmtebatterij niet kan worden uitgesloten, dat wordt geadviseerd om een lekbak (of vergelijkbare voorziening) aan te brengen om de betonnen draagconstructie te beschermen.

Een alternatieve aanpak is om samen met de kolommen ook de dakvloer te verwijderen. Het uitnemen van de dakvloer vereenvoudigt daarnaast het aanbrengen van de warmtebatterij. Door het uitnemen van de dakvloer wordt de buitenwand niet meer gesteund aan de bovenzijde waardoor de krachtwerking in de buitenwand toeneemt. Uit verkennende berekeningen volgt dat het binnen dit alternatief noodzakelijk is een deel van de omliggende grond te ontgraven om de belasting op de buitenwand te beperken. Bij ontgraving van het talud tot globaal het niveau van het omliggende maaiveld zijn de optredende momenten in de wand opneembaar (bij aangenomen wapening – de wandwapening aan grondzijde is nu niet bereikbaar en daarom niet onderzocht).

→ Wanneer gekozen wordt voor dit alternatief met ontgraving van grond voorlangs de buitenwand is het van belang om meer informatie in te winnen over de daadwerkelijk grondgesteldheid, waterstand, wapening in buitenwand en mogelijke bovenbelasting op maaiveld als gevolg van de herinrichting van het omliggende terrein. Afhankelijk hiervan kan dan het definitief benodigde ontgravingsniveau worden vastgesteld.

6.2 Beantwoording onderzoeksvragen

1) Kunnen de kolommen en de tussenvloer verwijderd worden?

- bij voorkeur permanent

- anders tijdelijk tijdens vullen van de ruimte

- indien nodig een ontwerp van de benodigde tijdelijke ondersteuning van het plafond tijdens het vullen van de ruimte

De tussenvloer kan permanent verwijderd worden onder voorbehoud van onderzoek naar wapening in de buitenwand. De kolommen kunnen niet permanent verwijderd worden, onafhankelijk van hun conditie. Ook in een

tijdelijke situatie moet de belasting op de kolommen worden overgenomen door een onderstempeling. De onderstempeling moet op de stramienlijnen worden geplaatst.

Een alternatief is om de dakvloer te verwijderen, dan kunnen de kolommen wel worden verwijderd. Het verwijderen van de dakvloer is echter alleen mogelijk in combinatie met het verlagen van de grondbelasting op de buitenwand, zie de vorige paragraaf.

2) Kan de vloer het gewicht van ongeveer 5500 ton aan?

Vermoedelijk wel, maar om dit te beoordelen is een geotechnische analyse aangezien de vloer direct op zand is gefundeerd. Een verhoogde montage van de warmtebatterij op poten is niet bezwaarlijk, zolang voetplaten van minimaal $\varnothing 100$ mm worden toegepast.

3) Wat gebeurt er mocht de bunkerwand, -vloer of -dak, onverhoopt wel warm worden en een temperatuur van 250 graden Celsius bereiken?

Dat is afhankelijk van de duur van verwarming. Kortdurend (ordegrootte 5 minuten) is niet problematisch, langdurend (enkele uren) wel. Zie advies in vorige paragraaf.

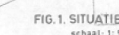
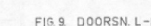
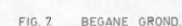
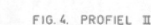
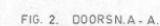
6.3 Aandachtspunten vervolgfase

Het zal de lezer zijn opgevallen dat in de rapportage veel aannamen zijn gedaan. Om deze aannamen te controleren zijn voor een eventuele vervolgfase de volgende onderzoeken aan te bevelen;

- Kwalitatief onderzoek wapening aan buitenzijde wand, bovenzijde dakvloer en bovenzijde keldervloer (welke diameters en hart-op-hart afstanden).
- Geotechnisch onderzoek ter plaatse (sonderingen, meting grondwaterstand).
- Geotechnische analyse keldervloer.
- Nader onderzoek zoals aanbevolen in rapport 01.
- Nader overleg met leverancier warmtebatterij om te bepalen wat wel en niet mogelijk is ten aanzien van het behouden van de kolommen en voorziening te voorkomen langdurige blootstelling hoge temperatuur. Daarnaast is het van belang dat bij de opbouw van de warmtebatterij geen laterale (zijwaartse) belasting op de kolommen wordt uitgeoefend.

Bijlage A Ontwerptekening

(samengevoegd uit twee afzonderlijke scans)



BESTEK NR.		DIENST 1973		IN 4 BLADEN		BLAD 1	
AOLDS VASTGESTELD TE DEVENTER.				OPK.			
DOOR HET HOOFD VAN HET AERONDISSE- MENT OOFST VAN HET B.A.B.O.V. DE HOOFDINGENIEUR.				SITUATIE, PROFIELEN, PLATTEGRONDEN, DOORSN. Behoort bij bruin van Burgemeester en Wethouders F.G. 1 t. m. 9 d.d. 11 April 1973, no. 88541			
IR. J.H. ZWART				Mg bekend Per Secretaris van Aankom.			
SCHAKEL: 1-100		DATUM:					
GET. 1 HAFKAMP		FEB. 73					
GEZ. <i>[Handwritten Signature]</i>		<i>[Handwritten Signature]</i>					
HET MAKEN VAN EEN BETONWERK MET BUKOMENDE WERKEN TE ARNHEM							
DIR. GEBOUWEN, WERKEN EN TERREINEN						FORMAAT	
BUREAU AANLEG, BEHEER EN ONDERHOUD VAN VRIJGEVELDEN						59 x 126	
AERONDISSEMENT OOST						RANGNO	

Bijlage B Uitvoer Dsheet

17 pagina's

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 6/18/2025
Time of report: 9:49:09 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 6/18/2025
Time of calculation: 9:34:53 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: 61301

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Maxima per Stage	3
2.2 Supports	3
3 Input Data for all Stages	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Sheet Piling Properties	4
3.2.1 General Properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum Allowable Moments	4
3.3 Calculation Options	4
4 Construction Stage 1: New Stage	5
4.1 Outline	5
4.2 General Input Data	5
4.2.1 Rigid Supports	5
4.3 Input Data Left	5
4.3.1 Calculation Method	5
4.3.2 Water Level	6
4.3.3 Surface	6
4.3.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	6
4.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	6
4.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	6
4.5 Calculated Force from a Layer - Left Side	9
4.6 Input Data Right	9
4.6.1 Calculation Method	9
4.6.2 Water Level	9
4.6.3 Surface	9
4.6.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	9
4.6.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
4.7 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	10
4.8 Calculated Force from a Layer - Right Side	10
4.9 Calculation Results	10
4.9.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
4.9.2 Moments, Forces and Displacements	11
4.9.3 Charts of Stresses	14
4.9.4 Stresses	14
4.9.5 Percentage Mobilized Resistance	17
4.9.6 Rigid and Spring Supports	17

2 Summary

2.1 Maxima per Stage

Stage nr.	Stage name	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	New Stage	0.6	42.38	-67.47	0.0	11.9	
Max		0.6	42.38	-67.47	0.0	11.9	

2.2 Supports

Stage name	Support boven			Support mid		
	Force [kN]	Moment [kNm]	Status	Force [kN]	Moment [kNm]	Status
New Stage	-11.52	0.00		-100.19	0.00	
Max	-11.52	0.00		-100.19	0.00	

Stage name	Support onder		
	Force [kN]	Moment [kNm]	Status
New Stage	-93.27	0.00	
Max	-93.27	0.00	

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9.81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	9.40 m
Level top side	4.40 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
New element	-5.00	4.40	Concrete	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
New element	1.0000E+05	1.00	1.0000E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
New element	0.00	1.00	1.10	1.00	0.00

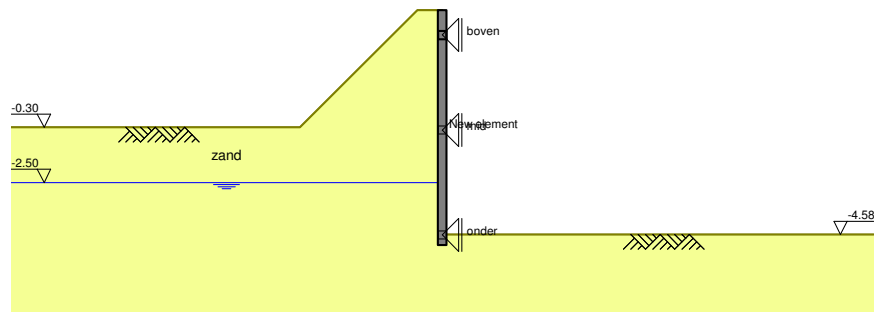
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Lambda recalculation	Automatic
Reduce delta(s) according to CUR	Yes

4 Construction Stage 1: New Stage

4.1 Outline

Outline - Stage 1: New Stage



4.2 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
 Passive side: Right side (not relevant)

4.2.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
boven	3.40	No	Yes
onder	-4.60	No	Yes
mid	-0.40	No	Yes

4.3 Input Data Left

4.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.3.2 Water Level

Water level: -2.50 [m]

4.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	4.40
1.00	4.40
5.70	-0.30

4.3.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand	5.00	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand	5.00	0.00	30.00	20.00	20.00

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand	5.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand	5.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

4.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand	5.00	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand	5.00	5000.00	5000.00

4.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	4.33	0.3	-0.1	0.28	0.28	0.28
2	4.27	0.7	-0.1	0.28	0.28	0.28
3	4.20	1.0	-0.1	0.28	0.28	0.28
4	4.13	1.3	-0.1	0.28	0.28	0.28
5	4.07	1.6	-0.1	0.28	0.28	0.28
6	4.07	1.8	-0.1	0.28	0.28	0.28
7	4.00	2.0	-0.1	0.28	0.28	0.28
8	3.93	2.3	-0.1	0.29	0.29	0.29

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	3.87	2.7	-0.1	0.29	0.29	0.29
10	3.80	3.0	-0.1	0.29	0.29	0.29
11	3.73	3.3	-0.1	0.29	0.29	0.29
12	3.73	3.4	-0.1	0.29	0.29	0.29
13	3.67	3.7	-0.1	0.29	0.29	0.29
14	3.60	4.0	0.0	0.29	0.29	0.29
15	3.53	4.4	0.0	0.30	0.30	0.30
16	3.47	4.7	0.0	0.30	0.30	0.30
17	3.40	4.9	0.0	0.30	0.30	0.30
18	3.40	5.1	0.0	0.30	0.30	0.30
19	3.32	5.5	0.0	0.30	0.30	0.30
20	3.23	5.9	0.0	0.30	0.30	0.30
21	3.15	6.3	3.2	0.31	0.31	0.31
22	3.06	6.7	14.1	0.31	0.31	0.65
23	2.98	7.0	15.2	0.31	0.31	0.67
24	2.98	7.3	15.9	0.31	0.31	0.68
25	2.89	7.5	17.1	0.31	0.31	0.70
26	2.81	7.9	18.6	0.31	0.31	0.73
27	2.72	8.2	20.2	0.31	0.31	0.76
28	2.64	8.5	21.9	0.30	0.30	0.79
29	2.56	8.7	23.2	0.30	0.30	0.80
30	2.56	8.8	24.1	0.30	0.30	0.82
31	2.47	9.1	25.4	0.30	0.30	0.84
32	2.39	9.4	27.3	0.30	0.30	0.87
33	2.30	9.7	29.2	0.30	0.30	0.89
34	2.22	9.9	31.1	0.29	0.29	0.92
35	2.13	10.2	32.7	0.29	0.29	0.94
36	2.13	10.3	33.7	0.29	0.29	0.95
37	2.05	10.5	35.3	0.29	0.29	0.97
38	1.96	10.8	37.5	0.29	0.29	1.00
39	1.88	11.1	39.8	0.29	0.29	1.03
40	1.80	11.4	42.2	0.29	0.29	1.06
41	1.71	11.6	44.0	0.28	0.28	1.08
42	1.71	11.7	45.3	0.28	0.28	1.10
43	1.63	11.9	47.1	0.28	0.28	1.12
44	1.54	12.2	49.8	0.28	0.28	1.15
45	1.46	12.5	52.6	0.28	0.28	1.18
46	1.37	12.8	55.5	0.28	0.28	1.21
47	1.29	13.0	57.7	0.28	0.28	1.24
48	1.29	13.1	59.1	0.28	0.28	1.25
49	1.20	13.3	61.5	0.28	0.28	1.28
50	1.12	13.6	64.8	0.28	0.28	1.31
51	1.04	13.9	68.1	0.27	0.27	1.35
52	0.95	14.1	71.6	0.27	0.27	1.39
53	0.87	14.3	74.4	0.27	0.27	1.41
54	0.87	14.5	76.3	0.27	0.27	1.43
55	0.78	14.7	79.1	0.27	0.27	1.46
56	0.70	15.0	83.2	0.27	0.27	1.50
57	0.61	15.2	87.3	0.27	0.27	1.54
58	0.53	15.5	91.8	0.27	0.27	1.59
59	0.44	15.7	95.2	0.27	0.27	1.62
60	0.44	15.8	97.5	0.27	0.27	1.64
61	0.36	16.1	101.2	0.27	0.27	1.68
62	0.28	16.3	106.2	0.27	0.27	1.73
63	0.19	16.6	111.6	0.26	0.26	1.78
64	0.11	16.9	117.1	0.26	0.26	1.83
65	0.02	17.1	121.5	0.26	0.26	1.87
66	0.02	17.2	124.4	0.26	0.26	1.90

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
67	-0.06	17.4	129.2	0.26	0.26	1.95
68	-0.15	17.7	135.6	0.26	0.26	2.01
69	-0.23	18.0	142.4	0.26	0.26	2.07
70	-0.32	18.2	99.8	0.26	0.26	1.42
71	-0.40	18.4	78.6	0.26	0.26	1.11
72	-0.40	18.6	96.0	0.26	0.26	1.34
73	-0.48	18.8	132.7	0.26	0.26	1.83
74	-0.57	19.0	141.3	0.26	0.26	1.91
75	-0.65	19.3	146.2	0.26	0.26	1.95
76	-0.74	19.6	151.2	0.26	0.26	1.98
77	-0.82	19.8	155.0	0.26	0.26	2.00
78	-0.82	19.9	157.6	0.26	0.26	2.02
79	-0.90	20.1	161.6	0.25	0.25	2.05
80	-0.99	20.4	166.9	0.25	0.25	2.08
81	-1.07	20.7	172.3	0.25	0.25	2.11
82	-1.16	20.9	177.8	0.25	0.25	2.15
83	-1.24	21.1	182.0	0.25	0.25	2.17
84	-1.24	21.3	184.8	0.25	0.25	2.19
85	-1.32	21.5	189.1	0.25	0.25	2.22
86	-1.41	21.7	194.9	0.25	0.25	2.25
87	-1.49	22.0	200.8	0.25	0.25	2.28
88	-1.58	22.3	206.7	0.25	0.25	2.32
89	-1.66	22.5	211.3	0.25	0.25	2.34
90	-1.66	22.6	214.3	0.25	0.25	2.36
91	-1.74	22.8	218.9	0.25	0.25	2.38
92	-1.83	23.1	225.1	0.25	0.25	2.42
93	-1.91	23.4	231.4	0.25	0.25	2.45
94	-2.00	23.6	237.8	0.25	0.25	2.48
95	-2.08	23.8	242.7	0.25	0.25	2.51
96	-2.08	24.0	245.9	0.25	0.25	2.52
97	-2.16	24.2	250.8	0.25	0.25	2.55
98	-2.25	24.4	257.4	0.24	0.24	2.58
99	-2.33	24.7	264.1	0.24	0.24	2.61
100	-2.42	25.0	270.9	0.24	0.25	2.65
101	-2.50	25.2	276.0	0.24	0.25	2.67
102	-2.50	25.3	278.3	0.24	0.25	2.68
103	-2.58	25.3	280.1	0.24	0.26	2.68
104	-2.67	25.4	282.6	0.24	0.26	2.69
105	-2.75	25.5	285.4	0.24	0.26	2.70
106	-2.83	25.6	288.3	0.24	0.27	2.71
107	-2.92	25.7	290.6	0.24	0.27	2.72
108	-2.92	25.7	292.1	0.24	0.27	2.72
109	-3.00	25.8	294.5	0.24	0.27	2.73
110	-3.08	25.9	297.8	0.24	0.28	2.75
111	-3.17	26.0	301.2	0.24	0.28	2.76
112	-3.25	26.1	304.7	0.24	0.28	2.78
113	-3.33	26.1	307.4	0.24	0.29	2.79
114	-3.33	26.2	309.2	0.24	0.29	2.79
115	-3.42	26.3	311.9	0.24	0.29	2.81
116	-3.50	26.4	315.6	0.24	0.29	2.82
117	-3.58	26.5	319.4	0.24	0.29	2.84
118	-3.66	26.6	323.2	0.23	0.30	2.85
119	-3.75	26.6	326.2	0.23	0.30	2.87
120	-3.75	26.7	328.1	0.23	0.30	2.88
121	-3.83	26.7	331.1	0.23	0.30	2.89
122	-3.91	26.8	335.0	0.23	0.31	2.90
123	-4.00	26.9	339.1	0.23	0.31	2.92
124	-4.08	27.0	343.1	0.23	0.31	2.94

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
125	-4.16	27.1	346.2	0.23	0.31	2.95
126	-4.16	27.1	348.3	0.23	0.31	2.96
127	-4.25	27.2	351.4	0.23	0.32	2.97
128	-4.33	27.3	355.5	0.23	0.32	2.99
129	-4.41	27.4	359.7	0.23	0.32	3.01
130	-4.50	27.5	364.0	0.23	0.32	3.02
131	-4.58	27.6	367.1	0.23	0.33	3.04
132	-4.58	27.6	368.3	0.23	0.33	3.04
133	-4.58	27.6	368.4	0.23	0.33	3.04
134	-4.59	27.6	368.6	0.23	0.33	3.04
135	-4.59	27.6	368.8	0.23	0.33	3.04
136	-4.60	27.6	369.0	0.23	0.33	3.05
137	-4.60	27.6	369.2	0.23	0.33	3.05
138	-4.60	27.6	370.3	0.23	0.33	3.05
139	-4.68	27.7	373.3	0.23	0.33	3.06
140	-4.76	27.8	377.5	0.23	0.33	3.08
141	-4.84	27.9	381.6	0.23	0.33	3.10
142	-4.92	28.0	385.8	0.23	0.34	3.11
143	-5.00	28.1	389.0	0.23	0.34	3.12

4.5 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
zand	174.54

4.6 Input Data Right

4.6.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.6.2 Water Level

Water level: -5.00 [m]

4.6.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-4.58

4.6.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
zand	5.00	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand	5.00	0.00	30.00	20.00	20.00

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand	5.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
zand	5.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

4.6.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
zand	5.00	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
zand	5.00	5000.00	5000.00

4.7 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4.58	0.0	0.2	0.00	0.50	2.98
2	-4.59	0.0	0.8	0.00	0.50	5.74
3	-4.59	0.0	1.2	0.00	0.50	5.74
4	-4.60	0.0	1.7	0.00	0.50	5.74
5	-4.60	0.5	2.0	1.47	1.47	5.74
6	-4.60	0.2	4.1	0.28	0.50	5.74
7	-4.68	0.5	10.3	0.28	0.50	5.74
8	-4.76	0.9	18.6	0.28	0.50	5.74
9	-4.84	1.3	26.8	0.28	0.50	5.74
10	-4.92	1.7	35.1	0.28	0.50	5.74
11	-5.00	2.0	41.3	0.28	0.50	5.74

4.8 Calculated Force from a Layer - Right Side

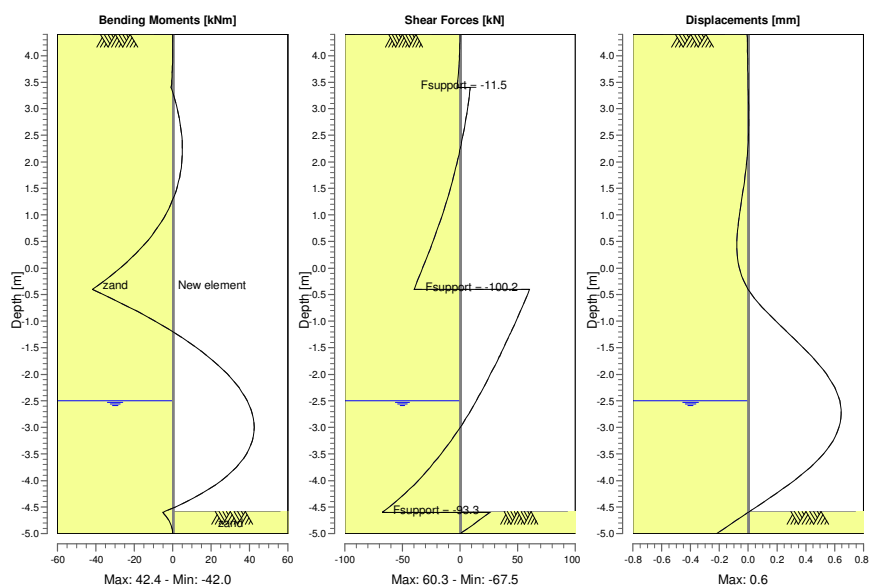
Layer name	Force [kN/m']
zand	0.45

4.9 Calculation Results

Number of iterations: 4

4.9.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage



4.9.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	4.40	0.00	0.00	0.0
	4.33	0.00	-0.01	0.0
	4.27	0.00	-0.04	0.0
	4.20	-0.01	-0.10	0.0
	4.13	-0.02	-0.18	0.0
2	4.07	-0.03	-0.28	0.0
2	4.07	-0.03	-0.28	0.0
	4.00	-0.05	-0.40	0.0
	3.93	-0.09	-0.55	0.0
	3.87	-0.13	-0.72	0.0
	3.80	-0.18	-0.91	0.0
3	3.73	-0.25	-1.11	0.0
3	3.73	-0.25	-1.11	0.0
	3.67	-0.33	-1.35	0.0
	3.60	-0.43	-1.61	0.0
	3.53	-0.55	-1.89	0.0
	3.47	-0.68	-2.19	0.0
4	3.40	-0.84	-2.51	0.0
4	3.40	-0.84	9.01	0.0
	3.32	-0.10	8.56	0.0
	3.23	0.61	8.08	0.0
	3.15	1.27	7.57	0.0
	3.06	1.88	7.02	0.0

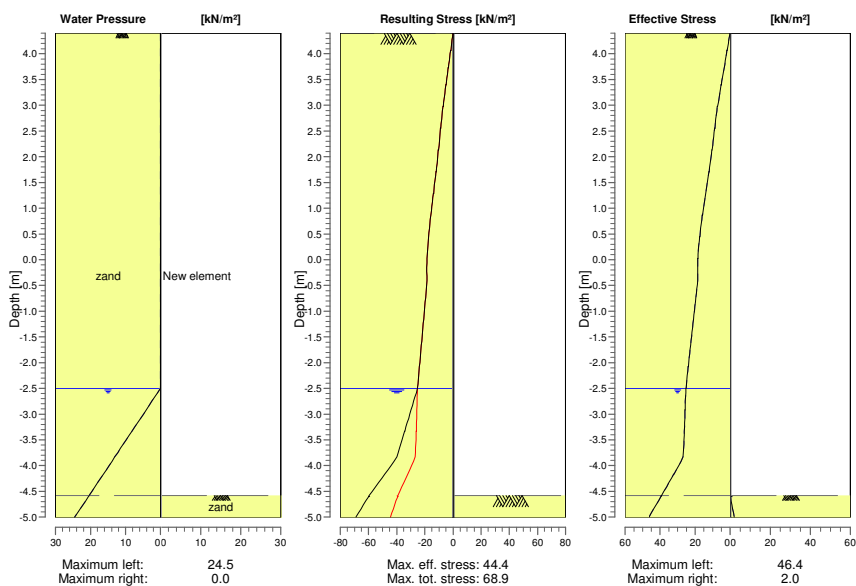
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
5	2.98	2.45	6.43	0.0
5	2.98	2.45	6.43	0.0
	2.89	2.97	5.81	0.0
	2.81	3.43	5.16	0.0
	2.72	3.84	4.48	0.0
	2.64	4.19	3.78	0.0
6	2.56	4.48	3.05	0.0
6	2.56	4.48	3.05	0.0
	2.47	4.70	2.30	0.0
	2.39	4.86	1.52	0.0
	2.30	4.96	0.72	0.0
	2.22	4.98	-0.12	0.0
7	2.13	4.94	-0.97	0.0
7	2.13	4.94	-0.97	0.0
	2.05	4.82	-1.86	0.0
	1.96	4.62	-2.78	0.0
	1.88	4.35	-3.72	0.0
	1.80	3.99	-4.70	0.0
8	1.71	3.56	-5.70	0.0
8	1.71	3.56	-5.70	0.0
	1.63	3.03	-6.74	0.0
	1.54	2.42	-7.81	0.0
	1.46	1.71	-8.91	0.0
	1.37	0.91	-10.04	0.0
9	1.29	0.01	-11.19	0.0
9	1.29	0.01	-11.19	0.0
	1.20	-0.98	-12.39	-0.1
	1.12	-2.08	-13.61	-0.1
	1.04	-3.28	-14.87	-0.1
	0.95	-4.59	-16.16	-0.1
10	0.87	-6.01	-17.47	-0.1
10	0.87	-6.01	-17.47	-0.1
	0.78	-7.54	-18.82	-0.1
	0.70	-9.19	-20.19	-0.1
	0.61	-10.95	-21.60	-0.1
	0.53	-12.84	-23.03	-0.1
11	0.44	-14.84	-24.48	-0.1
11	0.44	-14.84	-24.48	-0.1
	0.36	-16.97	-25.96	-0.1
	0.28	-19.23	-27.46	-0.1
	0.19	-21.61	-28.97	-0.1
	0.11	-24.12	-30.51	-0.1
12	0.02	-26.76	-32.05	-0.1
12	0.02	-26.76	-32.06	-0.1
	-0.06	-29.54	-33.62	-0.1
	-0.15	-32.44	-35.19	0.0
	-0.23	-35.48	-36.76	0.0
	-0.32	-38.65	-38.33	0.0
13	-0.40	-41.95	-39.89	0.0
13	-0.40	-41.95	60.28	0.0
	-0.48	-36.95	58.72	0.0
	-0.57	-32.09	57.13	0.0
	-0.65	-27.36	55.52	0.1
	-0.74	-22.76	53.88	0.1
14	-0.82	-18.30	52.23	0.1
14	-0.82	-18.30	52.19	0.1
	-0.90	-13.99	50.51	0.2
	-0.99	-9.82	48.80	0.2
	-1.07	-5.79	47.08	0.2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
	-1.16	-1.91	45.33	0.3
15	-1.24	1.82	43.57	0.3
15	-1.24	1.82	43.52	0.3
	-1.32	5.40	41.73	0.3
	-1.41	8.83	39.91	0.3
	-1.49	12.11	38.07	0.4
	-1.58	15.23	36.21	0.4
16	-1.66	18.19	34.34	0.4
16	-1.66	18.19	34.28	0.4
	-1.74	20.99	32.38	0.5
	-1.83	23.63	30.45	0.5
	-1.91	26.11	28.50	0.5
	-2.00	28.42	26.53	0.5
17	-2.08	30.56	24.53	0.6
17	-2.08	30.56	24.48	0.6
	-2.16	32.53	22.46	0.6
	-2.25	34.34	20.42	0.6
	-2.33	35.96	18.36	0.6
	-2.42	37.42	16.27	0.6
18	-2.50	38.70	14.17	0.6
18	-2.50	38.70	14.14	0.6
	-2.58	39.78	12.00	0.6
	-2.67	40.69	9.79	0.6
	-2.75	41.41	7.50	0.6
	-2.83	41.94	5.13	0.6
19	-2.92	42.26	2.69	0.6
19	-2.92	42.26	2.69	0.6
	-3.00	42.38	0.18	0.6
	-3.08	42.29	-2.41	0.6
	-3.17	41.98	-5.08	0.6
	-3.25	41.44	-7.82	0.6
20	-3.33	40.68	-10.64	0.6
20	-3.33	40.68	-10.64	0.6
	-3.42	39.67	-13.54	0.5
	-3.50	38.42	-16.51	0.5
	-3.58	36.92	-19.55	0.5
	-3.66	35.17	-22.68	0.5
21	-3.75	33.15	-25.87	0.4
21	-3.75	33.15	-25.86	0.4
	-3.83	30.86	-29.14	0.4
	-3.91	28.29	-32.54	0.4
	-4.00	25.44	-36.12	0.3
	-4.08	22.28	-39.88	0.3
22	-4.16	18.80	-43.81	0.2
22	-4.16	18.80	-43.81	0.2
	-4.25	14.98	-47.93	0.2
	-4.33	10.82	-52.24	0.1
	-4.41	6.28	-56.73	0.1
	-4.50	1.37	-61.41	0.1
23	-4.58	-3.94	-66.28	0.0
23	-4.58	-3.94	-66.28	0.0
	-4.58	-4.20	-66.52	0.0
	-4.59	-4.47	-66.75	0.0
	-4.59	-4.74	-66.99	0.0
	-4.60	-5.01	-67.23	0.0
24	-4.60	-5.28	-67.47	0.0
24	-4.60	-5.28	25.79	0.0
	-4.68	-3.41	20.92	0.0
	-4.76	-1.93	15.90	-0.1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
	-4.84	-0.87	10.74	-0.1
	-4.92	-0.22	5.44	-0.2
25	-5.00	0.00	0.00	-0.2
Max		42.38	-67.47	0.6

4.9.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage



4.9.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	4.40	0.00	0.00	P		0.00	0.00	-	
	4.33	0.34	0.00	P		0.00	0.00	-	
	4.27	0.67	0.00	P		0.00	0.00	-	
	4.20	1.01	0.00	P		0.00	0.00	-	
	4.13	1.34	0.00	P		0.00	0.00	-	
2	4.07	1.59	0.00	P		0.00	0.00	-	
2	4.07	1.76	0.00	P		0.00	0.00	-	
	4.00	2.01	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.93	2.35	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.87	2.68	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.80	3.02	0.00	P		0.00	0.00	-	
3	3.73	3.27	0.00	P		0.00	0.00	-	
3	3.73	3.44	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.67	3.69	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.60	4.02	0.00	P		0.00	0.00	-	
	3.53	4.36	0.00	P		0.00	0.00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
	3.47	4.69	0.00	P		0.00	0.00	-	
4	3.40	4.95	0.00	A		0.00	0.00	-	
4	3.40	5.14	0.00	A		0.00	0.00	-	
	3.32	5.45	0.00	A		0.00	0.00	-	
	3.23	5.88	0.00	A		0.00	0.00	-	
	3.15	6.30	0.00	A		0.00	0.00	-	
	3.06	6.73	0.00	A	48	0.00	0.00	-	
5	2.98	7.05	0.00	A	46	0.00	0.00	-	
5	2.98	7.26	0.00	A	46	0.00	0.00	-	
	2.89	7.54	0.00	A	44	0.00	0.00	-	
	2.81	7.86	0.00	A	42	0.00	0.00	-	
	2.72	8.17	0.00	A	40	0.00	0.00	-	
	2.64	8.47	0.00	A	39	0.00	0.00	-	
6	2.56	8.70	0.00	A	38	0.00	0.00	-	
6	2.56	8.85	0.00	A	37	0.00	0.00	-	
	2.47	9.07	0.00	A	36	0.00	0.00	-	
	2.39	9.36	0.00	A	34	0.00	0.00	-	
	2.30	9.68	0.00	1	33	0.00	0.00	-	
	2.22	10.01	0.00	1	32	0.00	0.00	-	
7	2.13	10.27	0.00	1	31	0.00	0.00	-	
7	2.13	10.41	0.00	1	31	0.00	0.00	-	
	2.05	10.68	0.00	1	30	0.00	0.00	-	
	1.96	11.02	0.00	1	29	0.00	0.00	-	
	1.88	11.38	0.00	1	29	0.00	0.00	-	
	1.80	11.73	0.00	1	28	0.00	0.00	-	
8	1.71	12.02	0.00	1	27	0.00	0.00	-	
8	1.71	12.16	0.00	1	27	0.00	0.00	-	
	1.63	12.46	0.00	1	26	0.00	0.00	-	
	1.54	12.82	0.00	1	26	0.00	0.00	-	
	1.46	13.19	0.00	1	25	0.00	0.00	-	
	1.37	13.57	0.00	1	24	0.00	0.00	-	
9	1.29	13.87	0.00	1	24	0.00	0.00	-	
9	1.29	14.01	0.00	1	24	0.00	0.00	-	
	1.20	14.31	0.00	1	23	0.00	0.00	-	
	1.12	14.68	0.00	1	23	0.00	0.00	-	
	1.04	15.05	0.00	1	22	0.00	0.00	-	
	0.95	15.41	0.00	1	22	0.00	0.00	-	
10	0.87	15.70	0.00	1	21	0.00	0.00	-	
10	0.87	15.83	0.00	1	21	0.00	0.00	-	
	0.78	16.11	0.00	1	20	0.00	0.00	-	
	0.70	16.45	0.00	1	20	0.00	0.00	-	
	0.61	16.77	0.00	1	19	0.00	0.00	-	
	0.53	17.07	0.00	1	19	0.00	0.00	-	
11	0.44	17.29	0.00	1	18	0.00	0.00	-	
11	0.44	17.43	0.00	1	18	0.00	0.00	-	
	0.36	17.63	0.00	1	17	0.00	0.00	-	
	0.28	17.87	0.00	1	17	0.00	0.00	-	
	0.19	18.08	0.00	1	16	0.00	0.00	-	
	0.11	18.27	0.00	1	16	0.00	0.00	-	
12	0.02	18.35	0.00	1	15	0.00	0.00	-	
12	0.02	18.48	0.00	1	15	0.00	0.00	-	
	-0.06	18.52	0.00	1	14	0.00	0.00	-	
	-0.15	18.59	0.00	1	14	0.00	0.00	-	
	-0.23	18.61	0.00	1	13	0.00	0.00	-	
	-0.32	18.58	0.00	1	19	0.00	0.00	-	
13	-0.40	18.43	0.00	A	23	0.00	0.00	-	
13	-0.40	18.57	0.00	A	19	0.00	0.00	-	
	-0.48	18.77	0.00	A	14	0.00	0.00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
	-0.57	19.04	0.00	A	13	0.00	0.00	-	
	-0.65	19.31	0.00	A	13	0.00	0.00	-	
	-0.74	19.58	0.00	A	13	0.00	0.00	-	
14	-0.82	19.78	0.00	A	13	0.00	0.00	-	
14	-0.82	19.92	0.00	A	13	0.00	0.00	-	
	-0.90	20.12	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
	-0.99	20.39	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
	-1.07	20.66	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
	-1.16	20.93	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
15	-1.24	21.13	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
15	-1.24	21.26	0.00	A	12	0.00	0.00	-	
	-1.32	21.47	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
	-1.41	21.74	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
	-1.49	22.00	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
	-1.58	22.27	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
16	-1.66	22.48	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
16	-1.66	22.61	0.00	A	11	0.00	0.00	-	
	-1.74	22.81	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
	-1.83	23.08	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
	-1.91	23.35	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
	-2.00	23.62	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
17	-2.08	23.82	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
17	-2.08	23.96	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
	-2.16	24.16	0.00	A	10	0.00	0.00	-	
	-2.25	24.43	0.00	A	9	0.00	0.00	-	
	-2.33	24.70	0.00	A	9	0.00	0.00	-	
	-2.42	24.96	0.00	A		0.00	0.00	-	
18	-2.50	25.17	0.00	A		0.00	0.00	-	
18	-2.50	25.26	0.00	A		0.00	0.00	-	
	-2.58	25.33	0.82	A		0.00	0.00	-	
	-2.67	25.42	1.63	A		0.00	0.00	-	
	-2.75	25.51	2.45	A		0.00	0.00	-	
	-2.83	25.61	3.26	A		0.00	0.00	-	
19	-2.92	25.68	4.08	A		0.00	0.00	-	
19	-2.92	25.73	4.08	A		0.00	0.00	-	
	-3.00	25.80	4.90	A		0.00	0.00	-	
	-3.08	25.89	5.71	A		0.00	0.00	-	
	-3.17	25.98	6.53	A		0.00	0.00	-	
	-3.25	26.08	7.35	A		0.00	0.00	-	
20	-3.33	26.15	8.16	A		0.00	0.00	-	
20	-3.33	26.20	8.16	A		0.00	0.00	-	
	-3.42	26.27	8.98	A		0.00	0.00	-	
	-3.50	26.36	9.79	A		0.00	0.00	-	
	-3.58	26.46	10.61	A		0.00	0.00	-	
	-3.66	26.55	11.43	A		0.00	0.00	-	
21	-3.75	26.62	12.24	A		0.00	0.00	-	
21	-3.75	26.67	12.24	A		0.00	0.00	-	
	-3.83	26.81	13.06	1		0.00	0.00	-	
	-3.91	28.08	13.88	1		0.00	0.00	-	
	-4.00	29.38	14.69	1		0.00	0.00	-	
	-4.08	30.72	15.51	1		0.00	0.00	-	
22	-4.16	32.04	16.32	1		0.00	0.00	-	
22	-4.16	32.15	16.32	1		0.00	0.00	-	
	-4.25	33.49	17.14	1		0.00	0.00	-	
	-4.33	34.91	17.96	1		0.00	0.00	-	
	-4.41	36.35	18.77	1		0.00	0.00	-	
	-4.50	37.79	19.59	1		0.00	0.00	-	
23	-4.58	39.17	20.40	1		0.00	0.00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
23	-4.58	39.24	20.40	1		0.00	0.00	P	
	-4.58	39.30	20.44	1		0.14	0.00	2	63
	-4.59	39.37	20.48	1		0.20	0.00	1	25
	-4.59	39.44	20.52	1		0.20	0.00	1	16
	-4.60	39.51	20.56	1		0.19	0.00	1	11
24	-4.60	39.58	20.60	1	11	0.50	0.00	A	26
24	-4.60	39.64	20.60	1	11	0.36	0.00	1	9
	-4.68	40.96	21.39	1	11	0.50	0.00	A	
	-4.76	42.34	22.17	1	11	0.91	0.00	A	
	-4.84	43.72	22.96	1	11	1.31	0.00	A	
	-4.92	45.09	23.74	1	12	1.71	0.00	A	
25	-5.00	46.41	24.52	1	12	2.01	0.00	A	

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

4.9.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	174.5	0.5
Water	30.7	0.0
Total	205.2	0.5

Maximum effective resistance at left side 1467.44 kN
 Mobilized effective resistance at left side 174.54 kN
 Percentage mobilized resistance at left side 11.9 %

Maximum effective resistance at right side 9.11 kN
 Mobilized effective resistance at right side 0.45 kN
 Percentage mobilized resistance at right side 5.0 %

4.9.6 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
4	3.40	-11.52	0.00
13	-0.40	-100.19	0.00
24	-4.60	-93.27	0.00

End of Report

Bijlage C Uitvoer Scia Engineer

31 pagina's

1. Inhoudsopgave

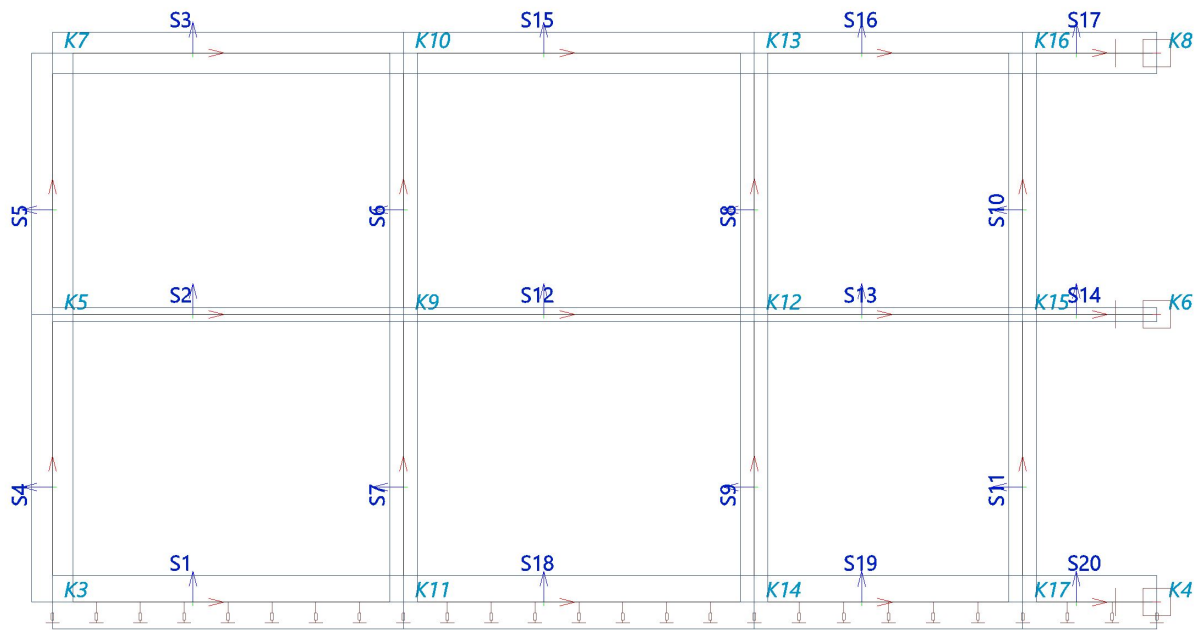
1. Inhoudsopgave	1
2. Geometrie	2
2.1. Project	2
2.2. Rekenmodel, bestaande situatie, met knooppnr's	2
2.3. Rekenmodel, bestaande situatie, 3D	3
2.4. Rekenmodel, totaal	4
2.5. Knopen	5
2.6. Staven	5
2.7. Lijnsteunpunten op staven	6
2.8. Knoopsteunpunten	6
3. Belastingen	7
3.1. Tabel belastingsgevallen	7
3.2. Belastingsgevallen	8
3.2.1. Belastingsgevallen - BG1	8
3.2.2. Belastingsgevallen - BG2	10
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3	13
3.2.4. Belastingsgevallen - BG5	15
3.3. Combinaties	16
4. Resultaten	17
4.1. Combinaties	17
4.1.1. Combinaties - UGT 6.10a	17
4.1.2. Combinaties - UGT 6.10b	20
4.1.3. Combinaties - UGT 6.10a tijdelijk	23
4.1.4. Combinaties - BGT	26
4.1.5. Combinaties - CAL	29

2. Geometrie

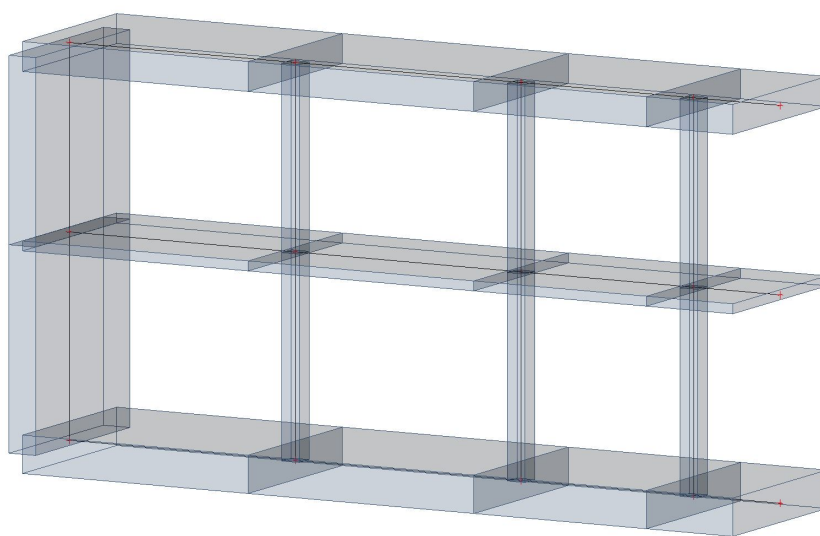
2.1. Project

Gebruiker van licentie	jeroen.vos@nebest.nl
Project	61301
Onderdeel	Beoordeling draagconstr.
Omschrijving	-
Auteur	Nebest
Datum	juni 2025
Constructie	Raamwerk XZ
Aantal knopen :	41
Aantal staven :	48
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	4
Aantal belastingsgevallen :	4
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

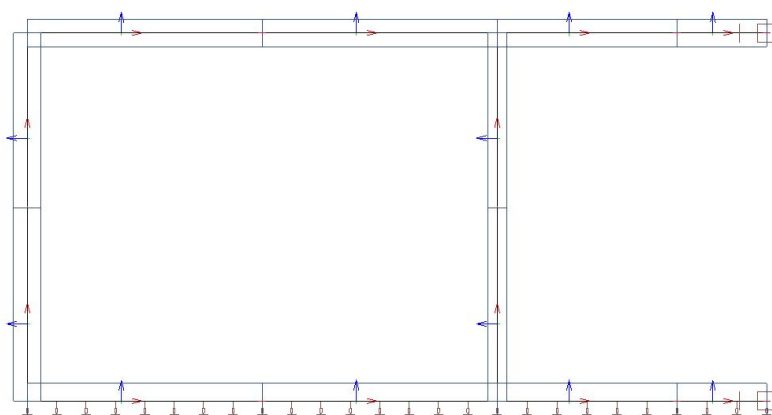
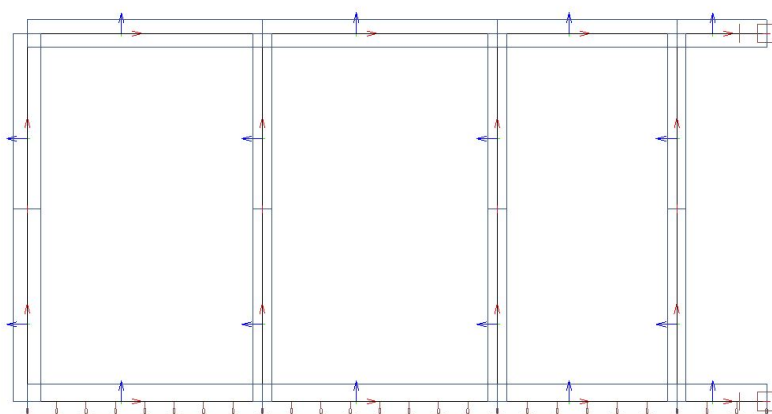
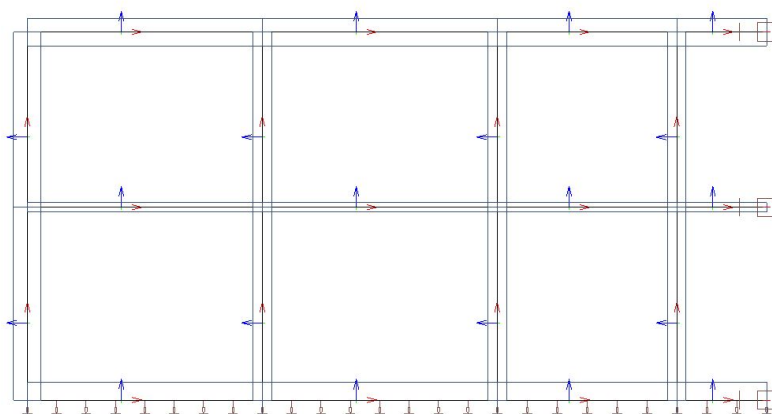
2.2. Rekenmodel, bestaande situatie, met knooppnr's



2.3. Rekenmodel, bestaande situatie, 3D



2.4. Rekenmodel, totaal



2.5. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K3	0,000	-4,580
K4	16,050	-4,580
K5	0,000	-0,400
K6	16,050	-0,400
K7	0,000	3,400
K8	16,050	3,400
K9	5,100	-0,400
K10	5,100	3,400
K11	5,100	-4,580
K12	10,200	-0,400
K13	10,200	3,400
K14	10,200	-4,580
K15	14,100	-0,400
K16	14,100	3,400

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K17	14,100	-4,580
K18	0,000	-17,080
K19	16,050	-17,080
K20	0,000	-12,900
K22	0,000	-9,100
K23	16,050	-9,100
K24	5,100	-12,900
K25	5,100	-9,100
K26	5,100	-17,080
K27	10,200	-12,900
K28	10,200	-9,100
K29	10,200	-17,080
K30	14,100	-12,900
K31	14,100	-9,100

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Z [m]
K32	14,100	-17,080
K33	0,000	-29,580
K34	16,050	-29,580
K35	0,000	-25,400
K37	0,000	-21,600
K38	16,050	-21,600
K40	5,100	-21,600
K41	5,100	-29,580
K43	10,200	-21,600
K44	10,200	-29,580
K46	14,100	-21,600
K47	14,100	-29,580
K48	10,200	-25,400

2.6. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K3	K11	Balk (80)
S2	tussenvloer - Rechthoek (200,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K5	K9	Balk (80)
S3	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K7	K10	Balk (80)
S4	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	4,180	K3	K5	Balk (80)
S5	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,800	K5	K7	Balk (80)
S6	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K9	K10	Balk (80)
S7	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K11	K9	Balk (80)
S8	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K12	K13	Balk (80)
S9	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K14	K12	Balk (80)
S10	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K15	K16	Balk (80)
S11	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K17	K15	Balk (80)
S12	tussenvloer - Rechthoek (200,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K9	K12	Balk (80)
S13	tussenvloer - Rechthoek (200,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K12	K15	Balk (80)
S14	tussenvloer - Rechthoek (200,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K15	K6	Balk (80)
S15	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K10	K13	Balk (80)
S16	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K13	K16	Balk (80)
S17	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K16	K8	Balk (80)
S18	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K11	K14	Balk (80)
S19	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K14	K17	Balk (80)
S20	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K17	K4	Balk (80)
S21	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K18	K26	Balk (80)
S23	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K22	K25	Balk (80)
S24	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	4,180	K18	K20	Balk (80)
S25	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,800	K20	K22	Balk (80)
S26	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K24	K25	Balk (80)
S27	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K26	K24	Balk (80)
S28	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K27	K28	Balk (80)
S29	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K29	K27	Balk (80)
S30	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K30	K31	Balk (80)
S31	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K32	K30	Balk (80)
S35	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K25	K28	Balk (80)
S36	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K28	K31	Balk (80)
S37	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K31	K23	Balk (80)
S38	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K26	K29	Balk (80)
S39	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K29	K32	Balk (80)
S40	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K32	K19	Balk (80)
S41	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K33	K41	Balk (80)
S43	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K37	K40	Balk (80)
S44	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	4,180	K33	K35	Balk (80)
S45	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,800	K35	K37	Balk (80)
S55	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K40	K43	Balk (80)
S56	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K43	K46	Balk (80)
S57	wand en dak - Rechthoek (600,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K46	K38	Balk (80)
S58	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	5,100	K41	K44	Balk (80)
S59	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	3,900	K44	K47	Balk (80)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S60	vloer - Rechthoek (770,00; 3900,00)	C30/37	1,950	K47	K34	Balk (80)
S61	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	3,800	K48	K43	Balk (80)
S62	kolom - Rechthoek (400,00; 400,00)	C30/37	4,180	K44	K48	Balk (80)

2.7. Lijnsteunpunten op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x ₁	Coör	X	Z	Ry	Stijfheid Z [MN/m ²]
		Systeem	Pos x ₂	Oors				
Slb1	Lijn	S1	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb2	Lijn	S18	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb3	Lijn	S19	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb4	Lijn	S20	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb5	Lijn	S21	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb6	Lijn	S38	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb7	Lijn	S39	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb8	Lijn	S40	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb9	Lijn	S41	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb10	Lijn	S58	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb11	Lijn	S59	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				
Slb12	Lijn	S60	0.000	Rela	Vrij	Verend	Vrij	1,0000e+02
		LCS	1.000	Vanaf begin				

2.8. Knoopsteunpunten

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Z	Ry
Sn1	K6	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn2	K8	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn3	K4	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn4	K19	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn6	K23	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn7	K34	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast
Sn9	K38	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast

3. Belastingen

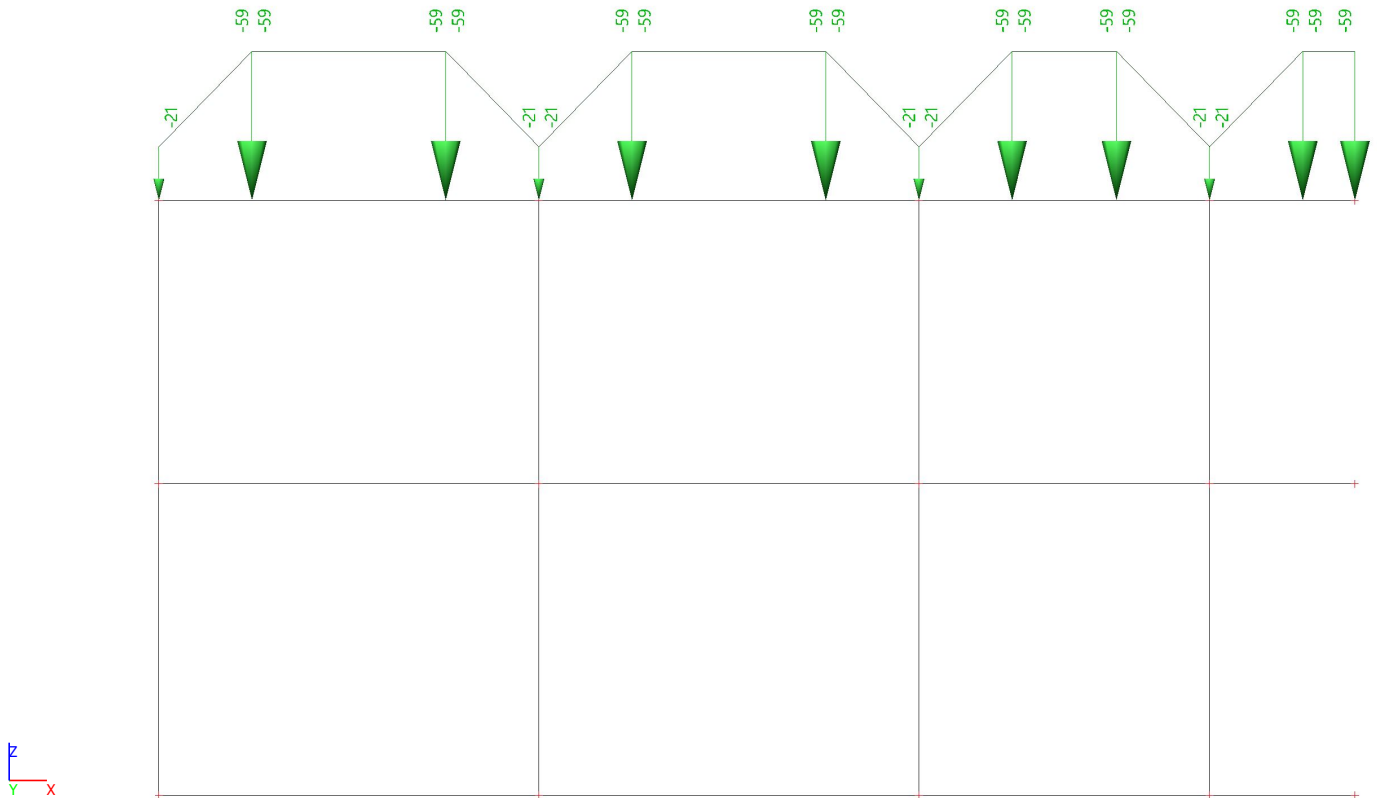
3.1. Tabel belastingsgevallen

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG1	Eigen gewicht dek	Permanent Standaard	LG1
BG2	Grond	Permanent Standaard	LG1
BG3	Nuttig op dek	Permanent Standaard	LG1
BG5	Temp/CAL	Permanent Standaard	LG1

3.2. Belastingsgevallen

3.2.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG1	Eigen gewicht dek	Permanent Standaard	LG1

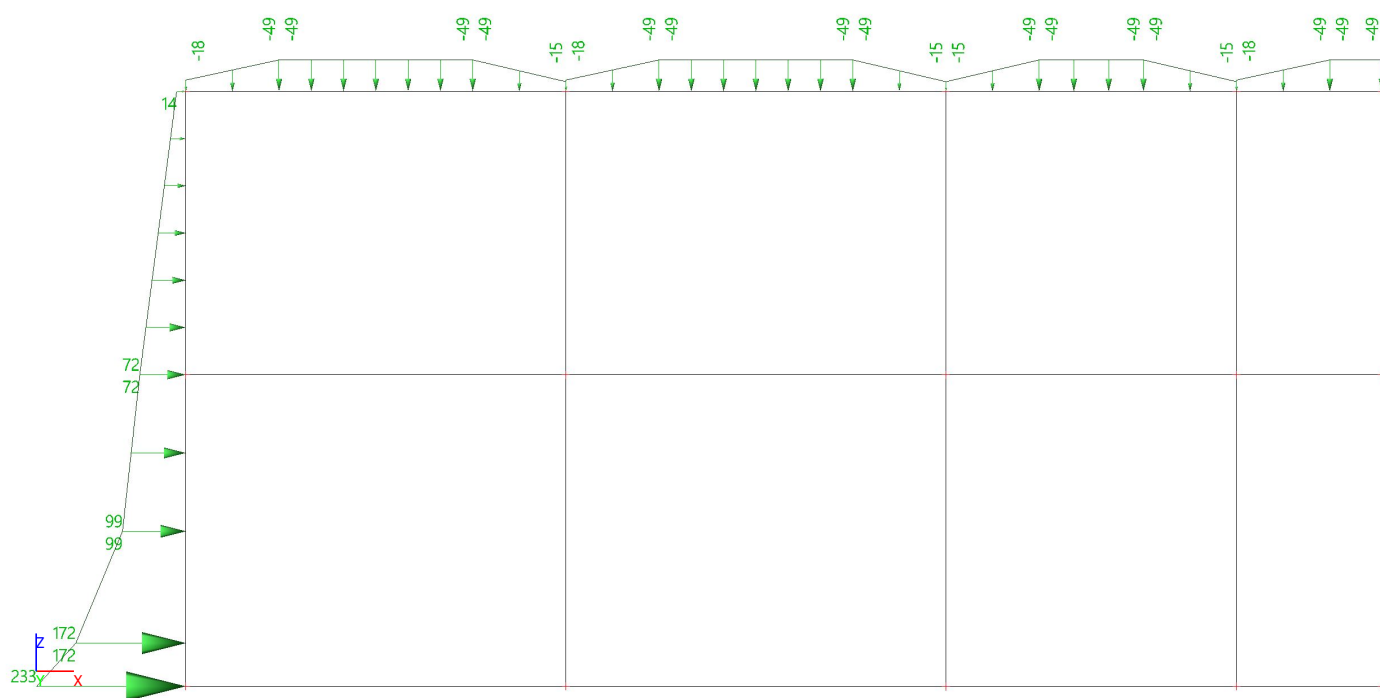


Naam	Staat	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁ [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂ [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast1	S3	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast2	S3	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast3	S3	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast4	S15	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast5	S15	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast6	S15	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast7	S16	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast8	S16	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast9	S16	Kracht	Z	-59	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast10	S17	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁ [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂ [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast11	S17	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000
Lijnlast40	S23	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast41	S23	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast42	S23	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast55	S35	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast56	S35	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast57	S35	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast64	S36	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast65	S36	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast66	S36	Kracht	Z	-59	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast73	S37	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast74	S37	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000
Lijnlast79	S43	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast80	S43	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast81	S43	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast94	S55	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast95	S55	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast96	S55	Kracht	Z	-59	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast103	S56	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast104	S56	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast105	S56	Kracht	Z	-59	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-21	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast112	S57	Kracht	Z	-21	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Trapez	-59	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast113	S57	Kracht	Z	-59	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG1 - Eigen gewicht dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000

3.2.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	Grond	Permanent Standaard	LG1



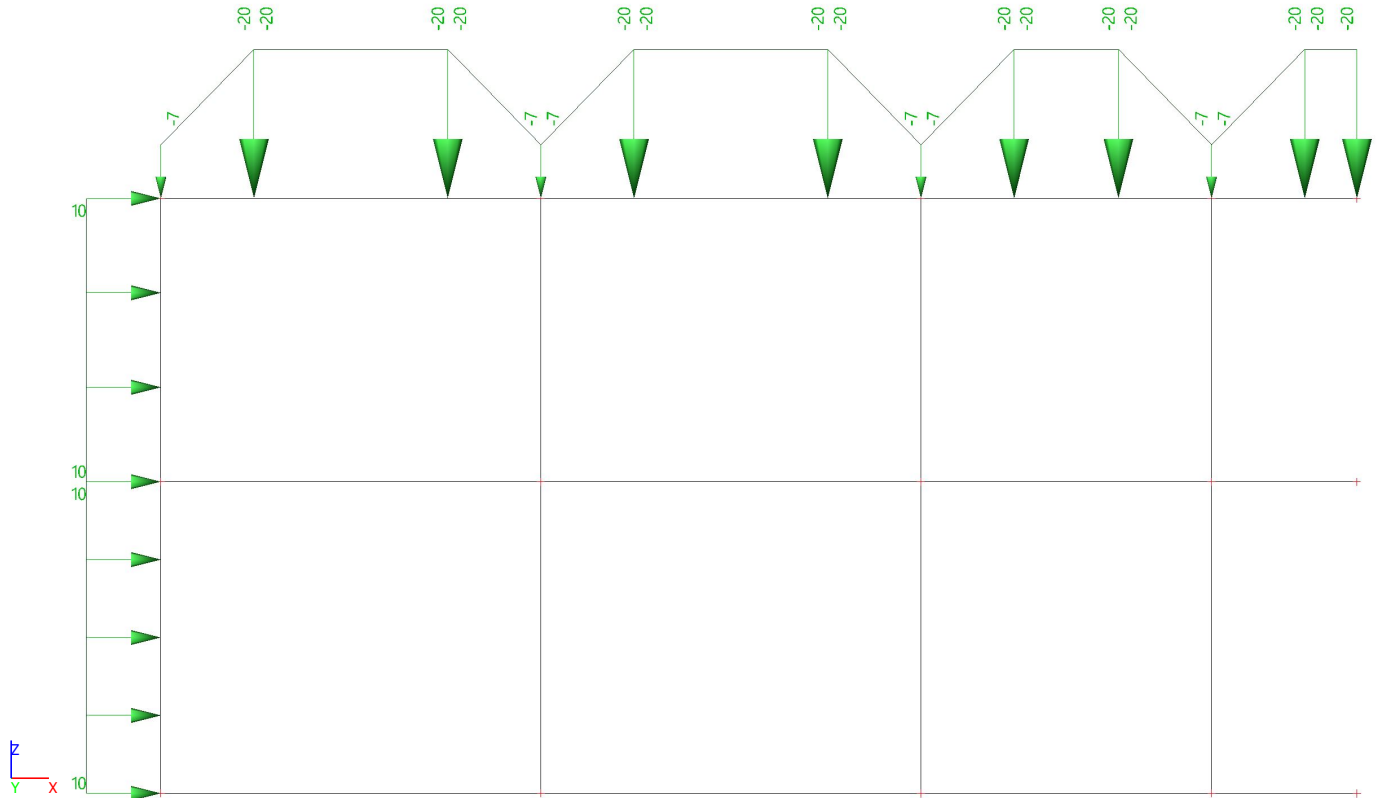
Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast12	S5	Kracht	X	14	0.000	Rela	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	72	1.000	Lengte		0,000
Lijnlast13	S4	Kracht	X	72	0.000	Abso	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.100	Lengte		0,000
Lijnlast14	S4	Kracht	X	172	0.580	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.080	Lengte		0,000
Lijnlast15	S3	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast16	S3	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast17	S3	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-15	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast18	S15	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast19	S15	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast20	S15	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-15	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast21	S16	Kracht	Z	-15	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast22	S16	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		2.650	Lengte		0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast23	S16	Kracht	Z	-49	2.650	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-15	3.900	Lengte		0,000
Lijnlast24	S17	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast25	S17	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		1.950	Lengte		0,000
Lijnlast39	S4	Kracht	X	233	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	172	0.580	Lengte		0,000
Lijnlast43	S23	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast44	S23	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast45	S23	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast49	S24	Kracht	X	72	0.000	Abso	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.100	Lengte		0,000
Lijnlast50	S24	Kracht	X	172	0.580	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.080	Lengte		0,000
Lijnlast52	S24	Kracht	X	233	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	172	0.580	Lengte		0,000
Lijnlast53	S25	Kracht	X	14	0.000	Rela	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	72	1.000	Lengte		0,000
Lijnlast58	S35	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast59	S35	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast60	S35	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast67	S36	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast68	S36	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		2.650	Lengte		0,000
Lijnlast69	S36	Kracht	Z	-49	2.650	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	3.900	Lengte		0,000
Lijnlast75	S37	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast76	S37	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		1.950	Lengte		0,000
Lijnlast82	S43	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast83	S43	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast84	S43	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast88	S44	Kracht	X	72	0.000	Abso	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.100	Lengte		0,000
Lijnlast89	S44	Kracht	X	172	0.580	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	99	2.080	Lengte		0,000
Lijnlast91	S44	Kracht	X	233	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	172	0.580	Lengte		0,000
Lijnlast92	S45	Kracht	X	14	0.000	Rela	Vanaf einde	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	72	1.000	Lengte		0,000
Lijnlast97	S55	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast98	S55	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		3.850	Lengte		0,000
Lijnlast99	S55	Kracht	Z	-49	3.850	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	5.100	Lengte		0,000
Lijnlast106	S56	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast107	S56	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		2.650	Lengte		0,000
Lijnlast108	S56	Kracht	Z	-49	2.650	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-18	3.900	Lengte		0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast114	S57	Kracht	Z	-18	0.000	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Trapez	-49	1.250	Lengte		0,000
Lijnlast115	S57	Kracht	Z	-49	1.250	Abso	Vanaf begin	
	BG2 - Grond	GCS	Gelijkmatig		1.950	Lengte		0,000

3.2.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	Nuttig op dek	Permanent Standaard	LG1

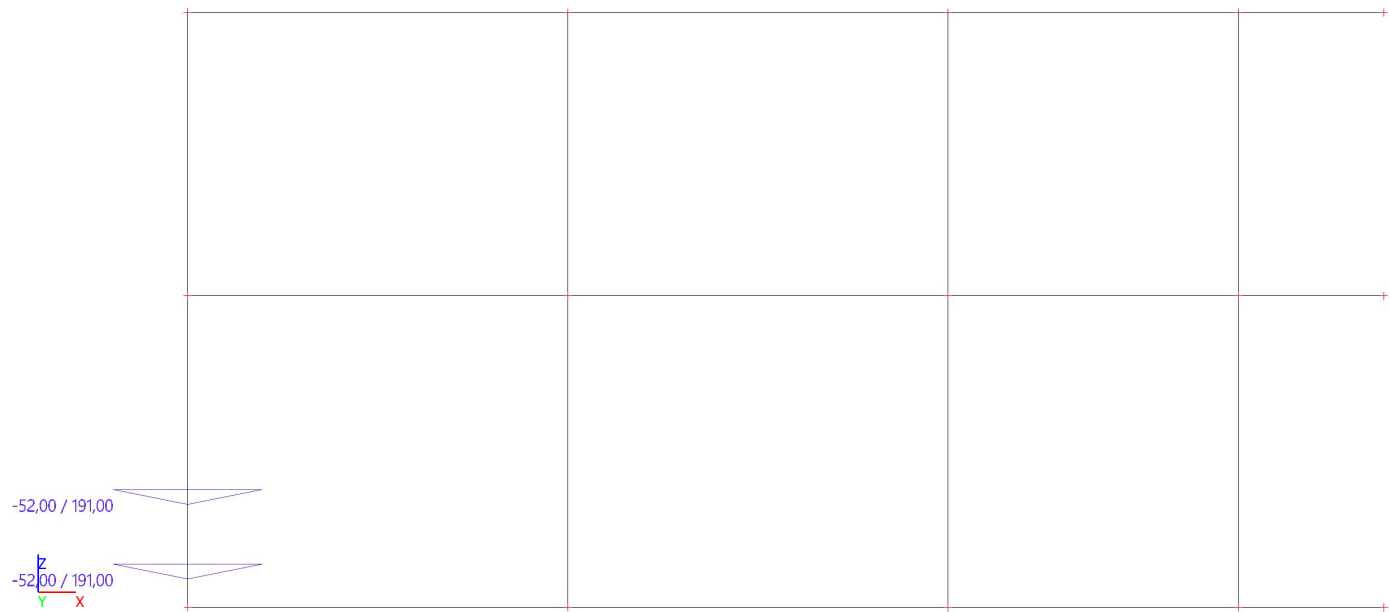


Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁ [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂ [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast26	S3	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast27	S3	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast28	S3	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast29	S15	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast30	S15	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast31	S15	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast32	S16	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast33	S16	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast34	S16	Kracht	Z	-20	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast35	S17	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast36	S17	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁ [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂ [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast37	S4	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast38	S5	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast46	S23	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast47	S23	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast48	S23	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast51	S24	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast54	S25	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast61	S35	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast62	S35	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast63	S35	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast70	S36	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast71	S36	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast72	S36	Kracht	Z	-20	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast77	S37	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast78	S37	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000
Lijnlast85	S43	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast86	S43	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast87	S43	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast90	S44	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast93	S45	Kracht	X	10	0.000	Rela	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast100	S55	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast101	S55	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		3,850	Lengte		0,000
Lijnlast102	S55	Kracht	Z	-20	3,850	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	5,100	Lengte		0,000
Lijnlast109	S56	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast110	S56	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		2,650	Lengte		0,000
Lijnlast111	S56	Kracht	Z	-20	2,650	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-7	3,900	Lengte		0,000
Lijnlast116	S57	Kracht	Z	-7	0,000	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Trapez	-20	1,250	Lengte		0,000
Lijnlast117	S57	Kracht	Z	-20	1,250	Abso	Vanaf begin	
	BG3 - Nuttig op dek	GCS	Gelijkmatig		1,950	Lengte		0,000

3.2.4. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG5	Temp/CAL	Permanent	LG1
		Standaard	



Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x1 [m]	Coör	Oors	Verdeling	+z - Boven delta [K]
			Pos x2 [m]				-z - Onder delta [K]
Temp1	S4	BG5 - Temp/CAL	2,800	Abso	Vanaf einde	Lineair	-52,00
			3,800				191,00
Temp2	S24	BG5 - Temp/CAL	2,800	Abso	Vanaf einde	Lineair	-52,00
			3,800				191,00
Temp3	S44	BG5 - Temp/CAL	2,800	Abso	Vanaf einde	Lineair	-52,00
			3,800				191,00

3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10a		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,200
			BG2 - Grond	1,200
			BG3 - Nuttig op dek	0,650
UGT 6.10b		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,150
			BG2 - Grond	1,150
			BG3 - Nuttig op dek	1,300
UGT 6.10a tijdelijk		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,200
			BG2 - Grond	1,200
			BG3 - Nuttig op dek	0,000
BGT		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,000
			BG2 - Grond	1,000
			BG3 - Nuttig op dek	1,000
CAL		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,000
			BG2 - Grond	1,000
			BG3 - Nuttig op dek	1,000
			BG5 - Temp/CAL	1,000

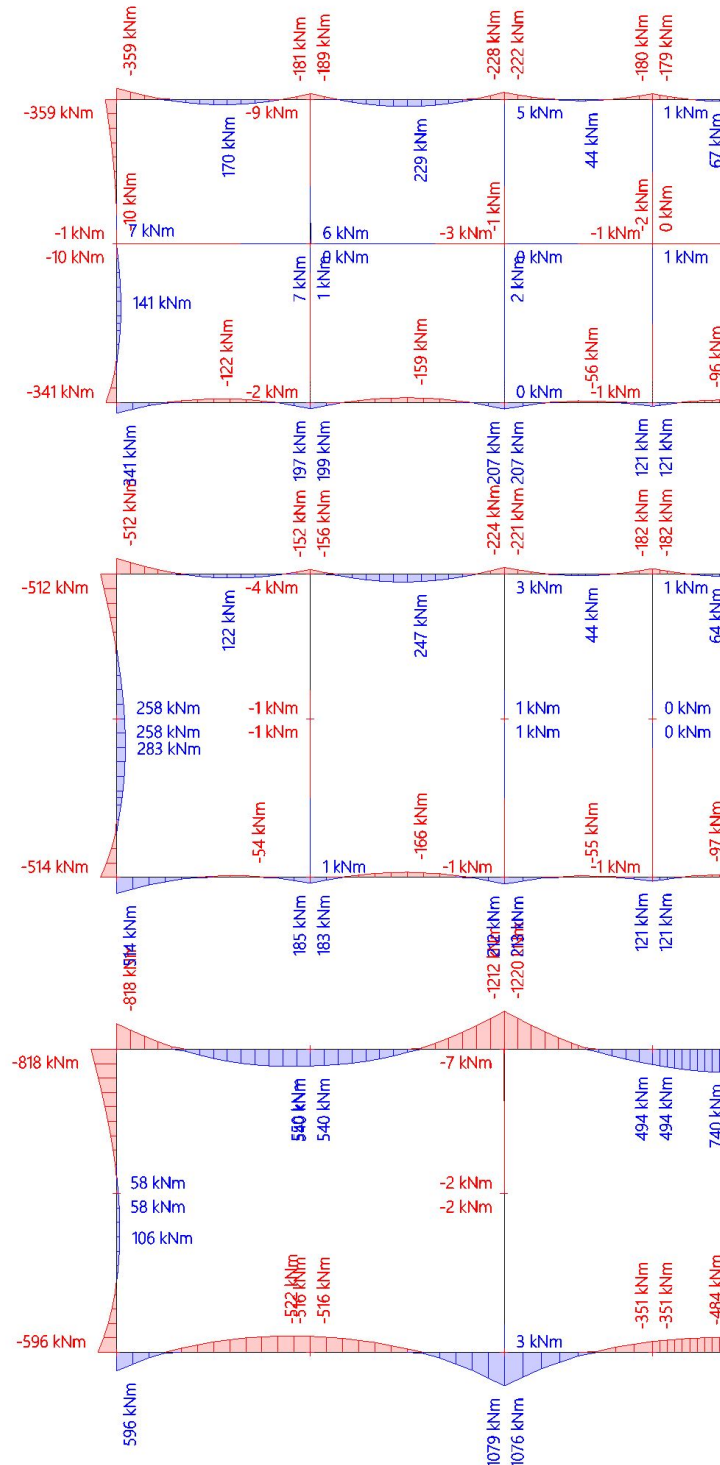
4. Resultaten

4.1. Combinaties

4.1.1. Combinaties - UGT 6.10a

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10a		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,200
			BG2 - Grond	1,200
			BG3 - Nuttig op dek	0,650

Waarden: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10a
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



Waarden: V_z

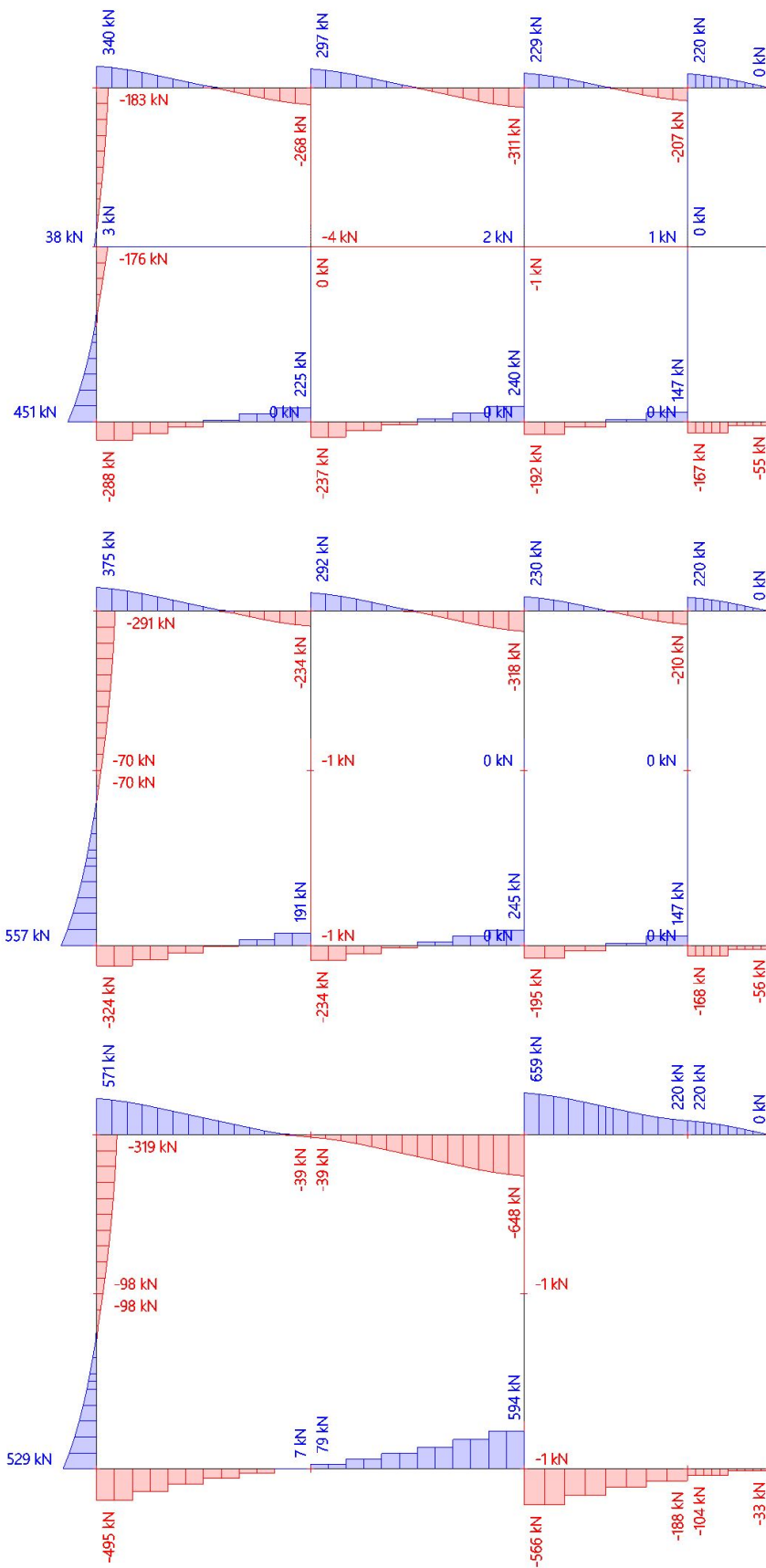
Lineaire berekening

Combinatie: UGT 6.10a

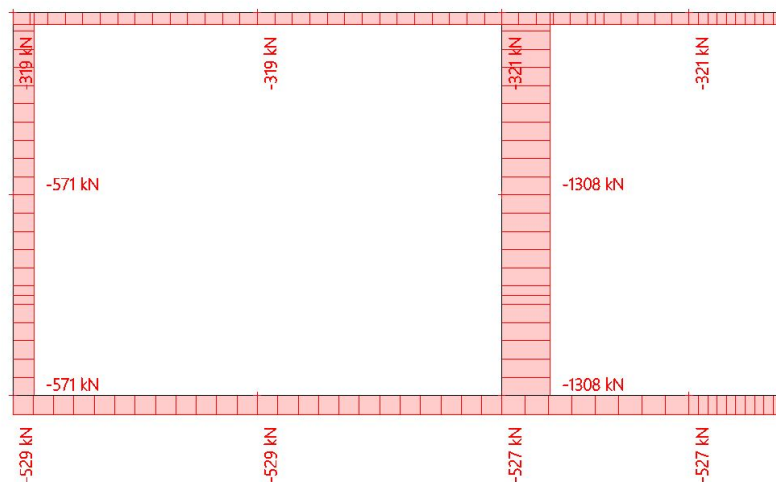
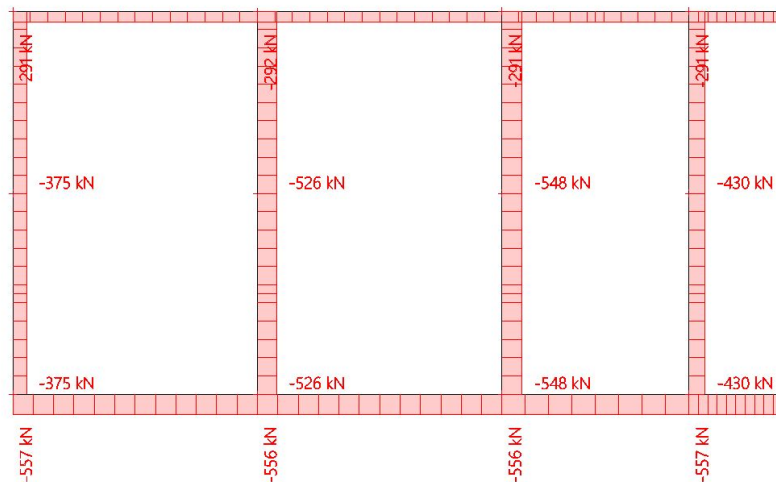
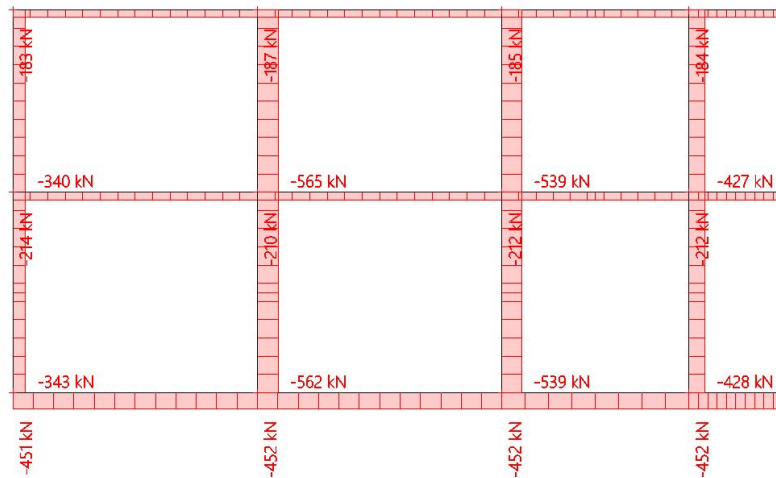
Coördinatenstelsel: Staaf

Extreme 1D: Lokaal

Selectie: Alle



Waarden: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10a
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



4.1.2. Combinaties - UGT 6.10b

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10b		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,150
			BG2 - Grond	1,150
			BG3 - Nuttig op dek	1.300

Waarden: **M_y**

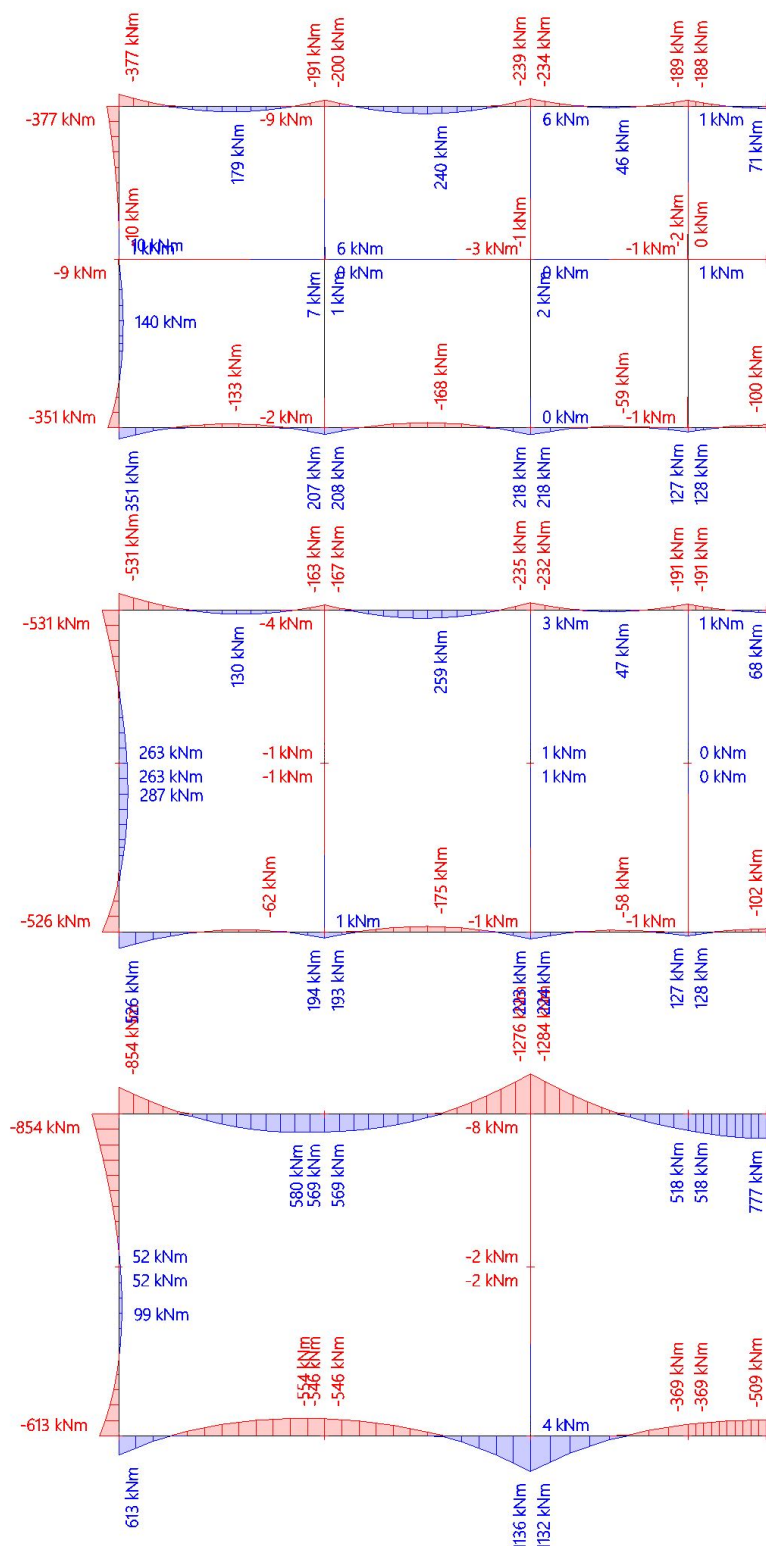
Lineaire berekening

Combinatie: UGT 6.10b

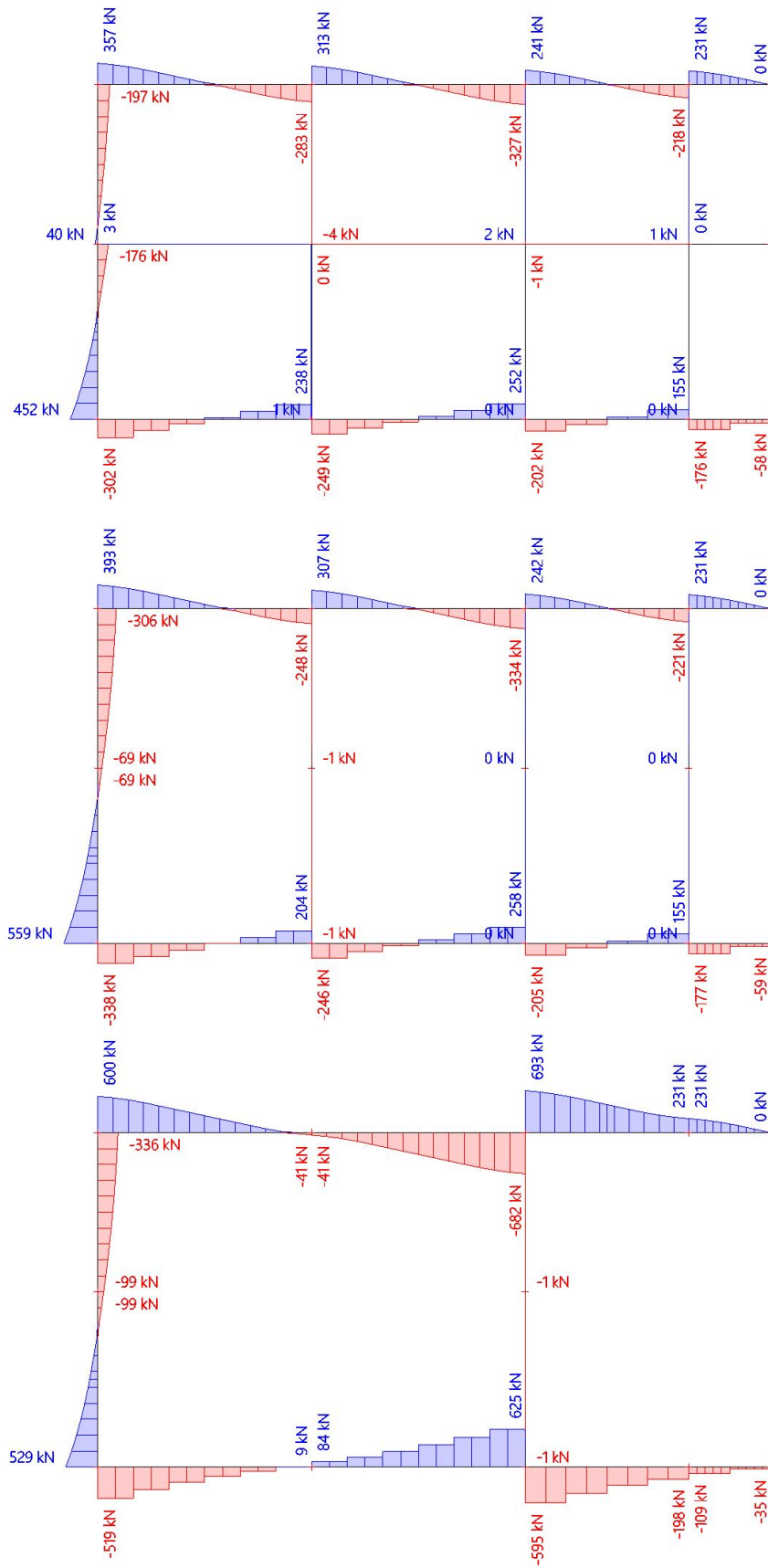
Coördinatenstelsel: Staaf

Extreme 1D: Lokaal

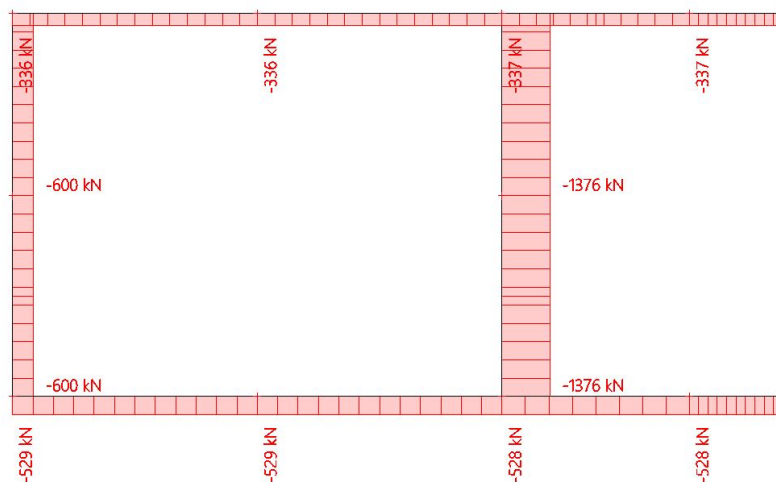
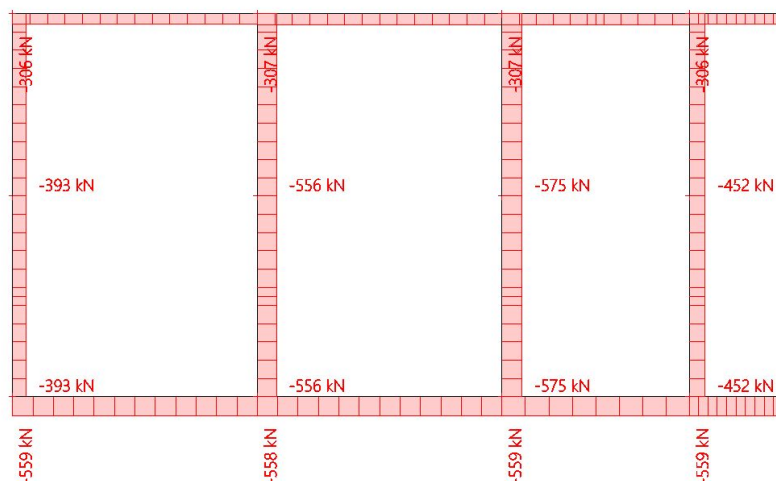
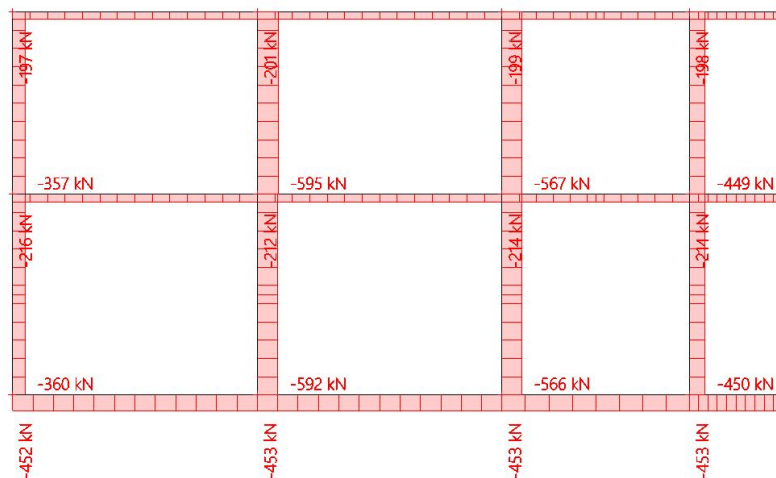
Selectie: Alle



Waarden: V_z
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10b
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



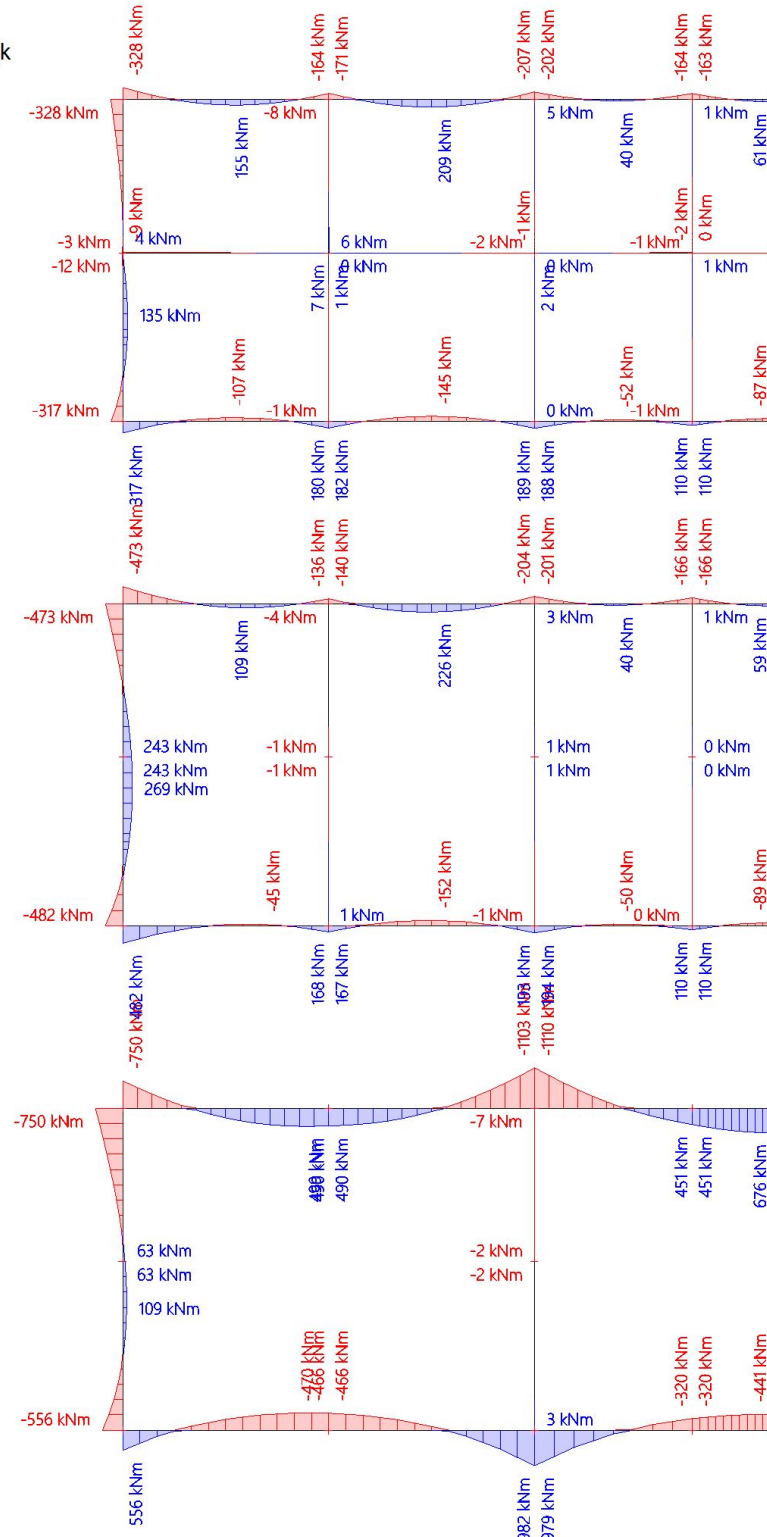
Waarden: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10b
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



4.1.3. Combinaties - UGT 6.10a tijdelijk

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10a tijdelijk		Lineair - UGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,200
			BG2 - Grond	1,200
			BG3 - Nuttig op dek	0,000

Waarden: **M_y**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10a tijdelijk
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



Waarden: V_z

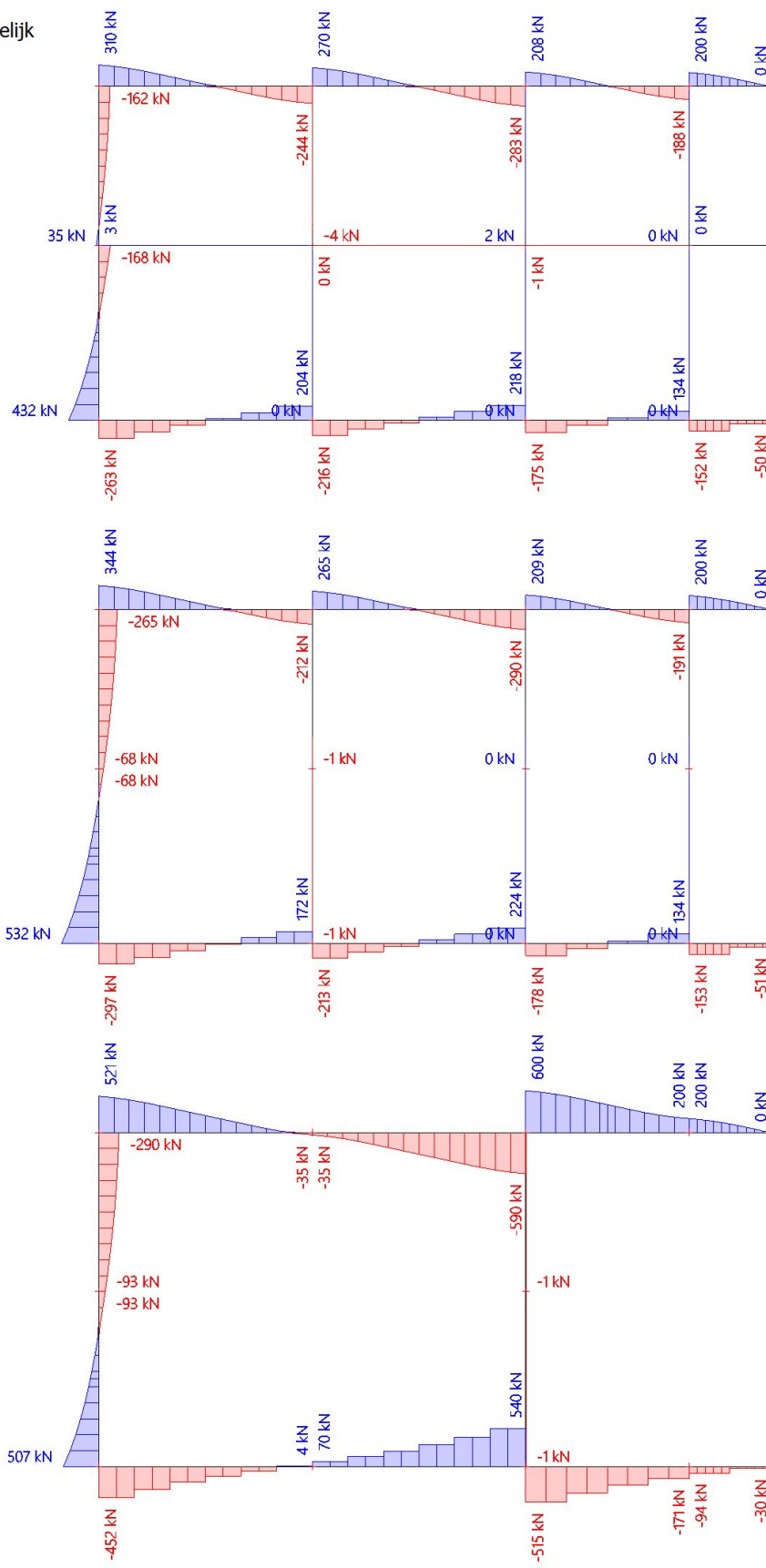
Lineaire berekening

Combinatie: UGT 6.10a tijdelijk

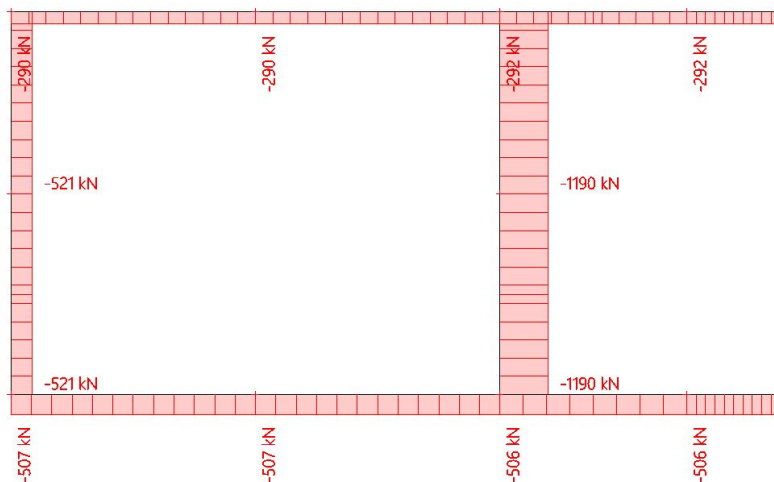
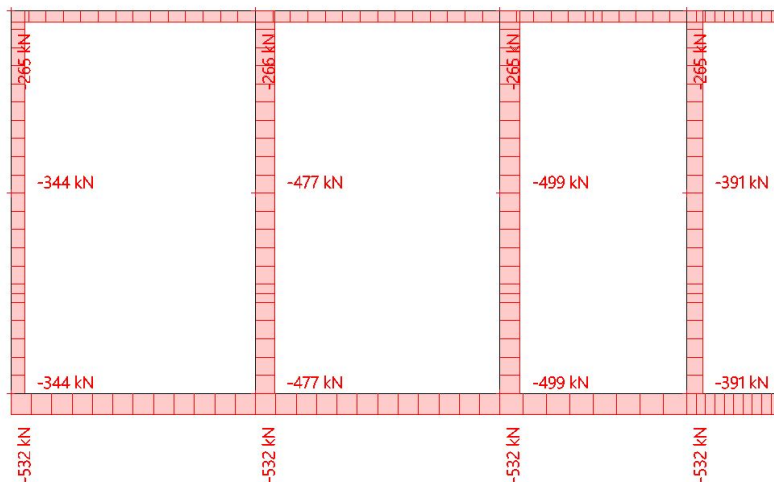
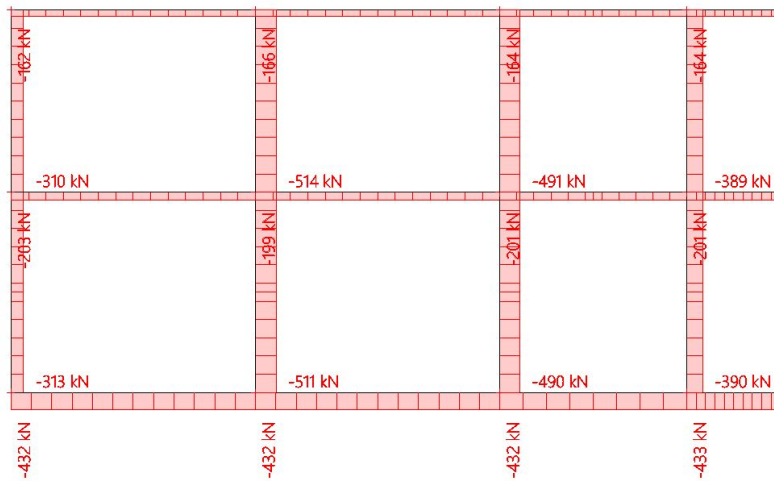
Coördinatenstelsel: Staaf

Extreme 1D: Lokaal

Selectie: Alle



Waarden: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT 6.10a tijdelijk
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



4.1.4. Combinaties - BGT

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
BGT		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,000
			BG2 - Grond	1,000
			BG3 - Nuttig op dek	1,000

Waarden: **M_y**

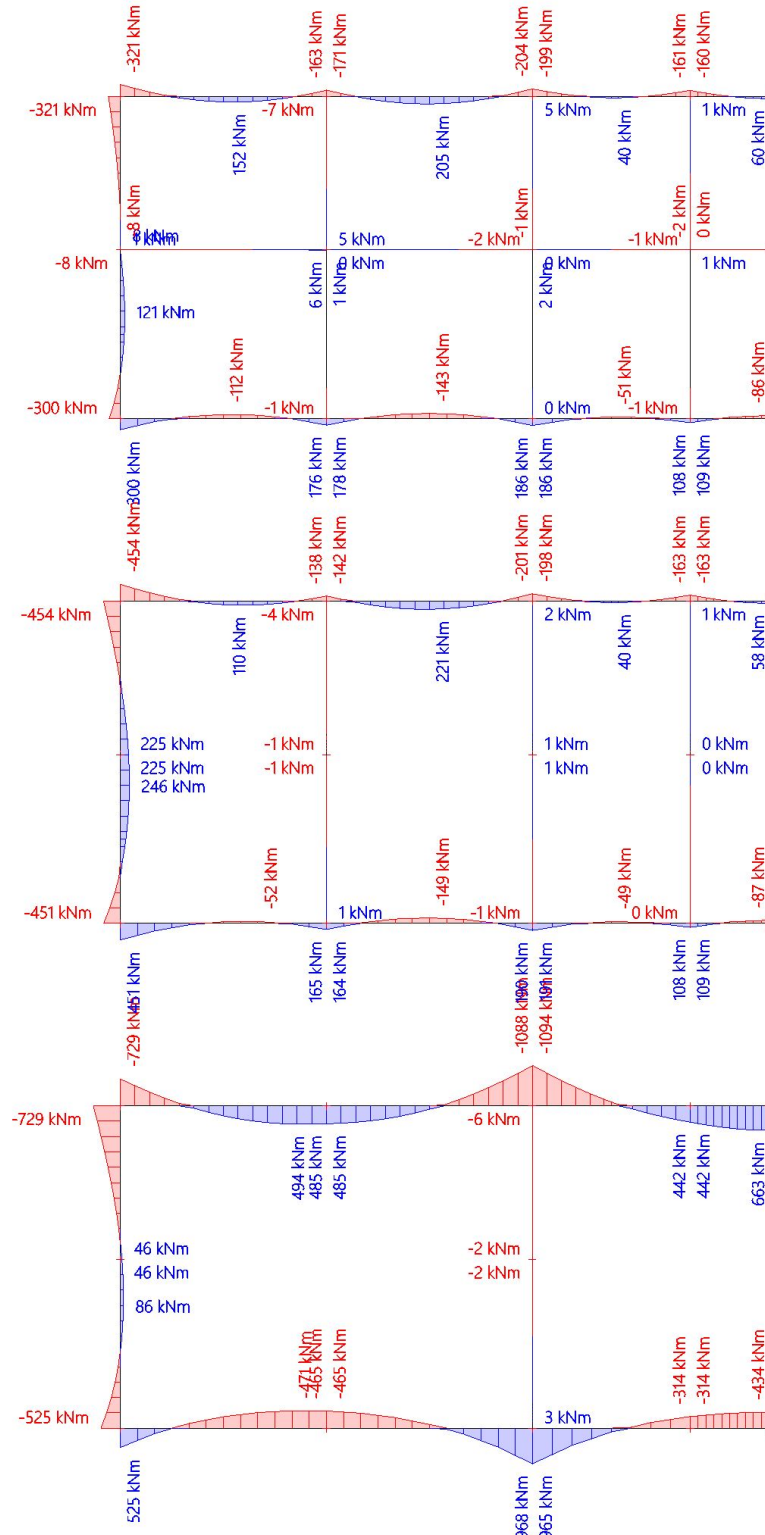
Lineaire berekening

Combinatie: BGT

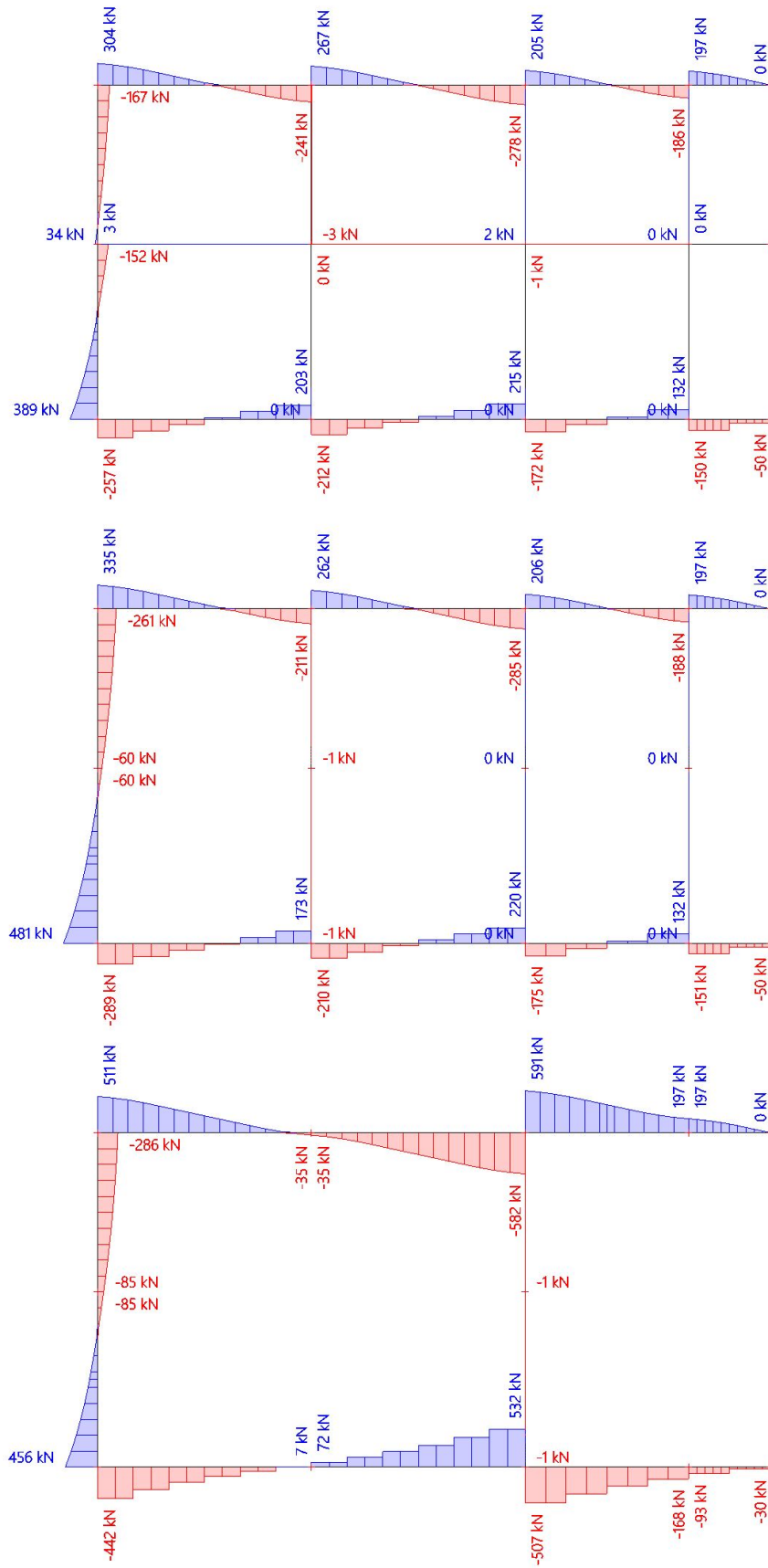
Coördinatenstelsel: Staaf

Extreme 1D: Lokaal

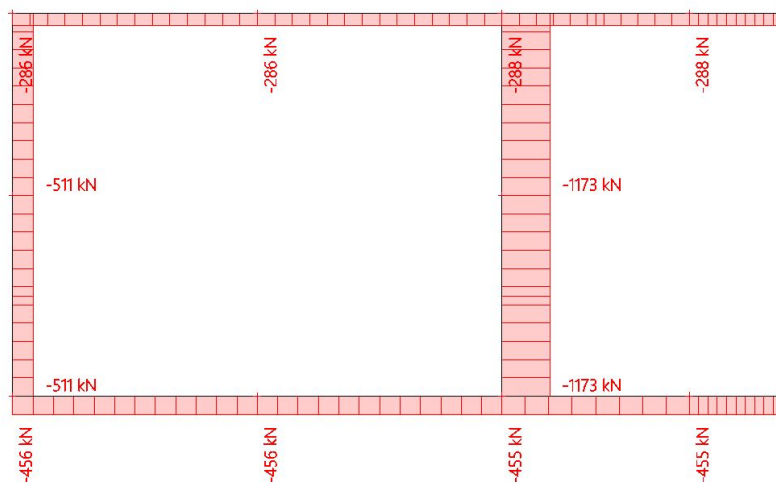
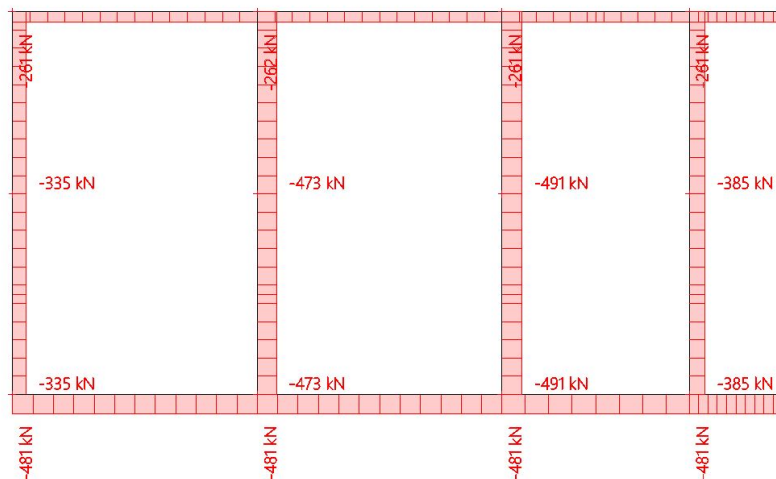
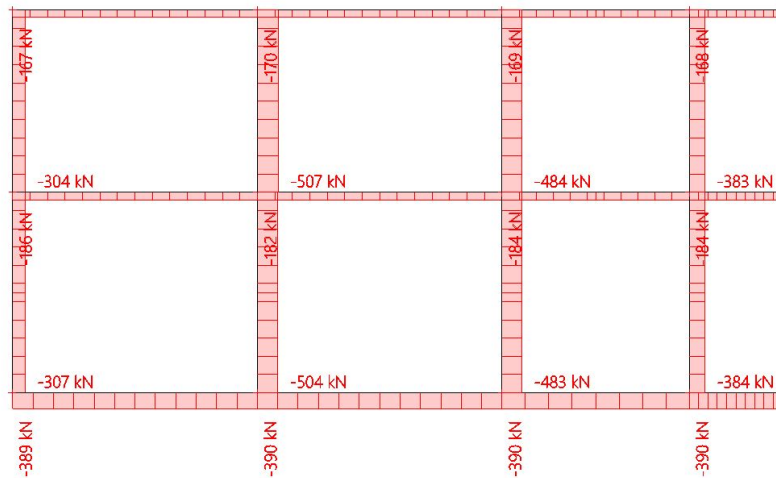
Selectie: Alle



Waarden: V_z
Lineaire berekening
Combinatie: BGT
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



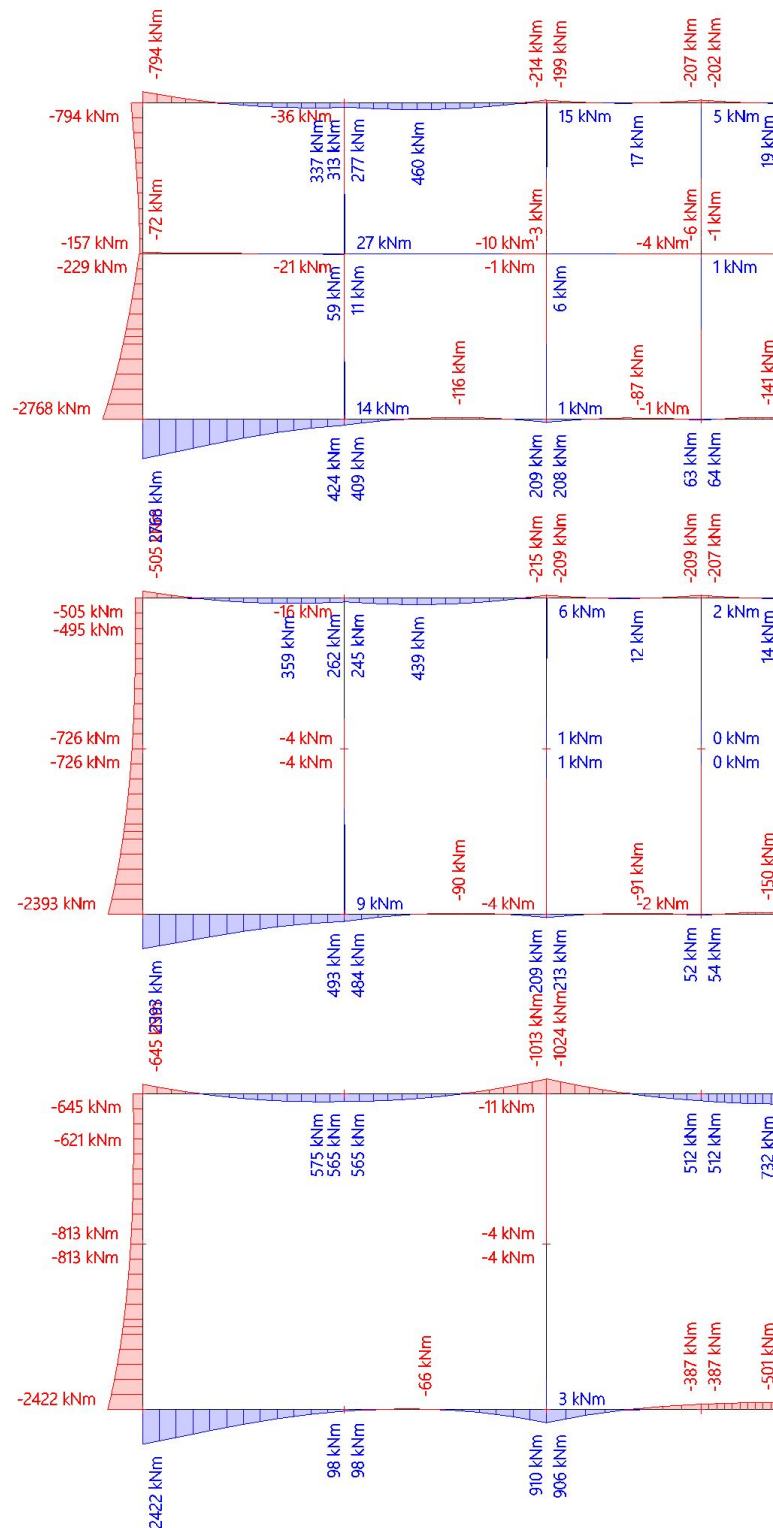
Waarden: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: BGT
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



4.1.5. Combinaties - CAL

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
CAL		Lineair - BGT	BG1 - Eigen gewicht dek	1,000
			BG2 - Grond	1,000
			BG3 - Nuttig op dek	1,000
			BG5 - Temp/CAL	1,000

Waarden: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: CAL
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



Waarden: V_z

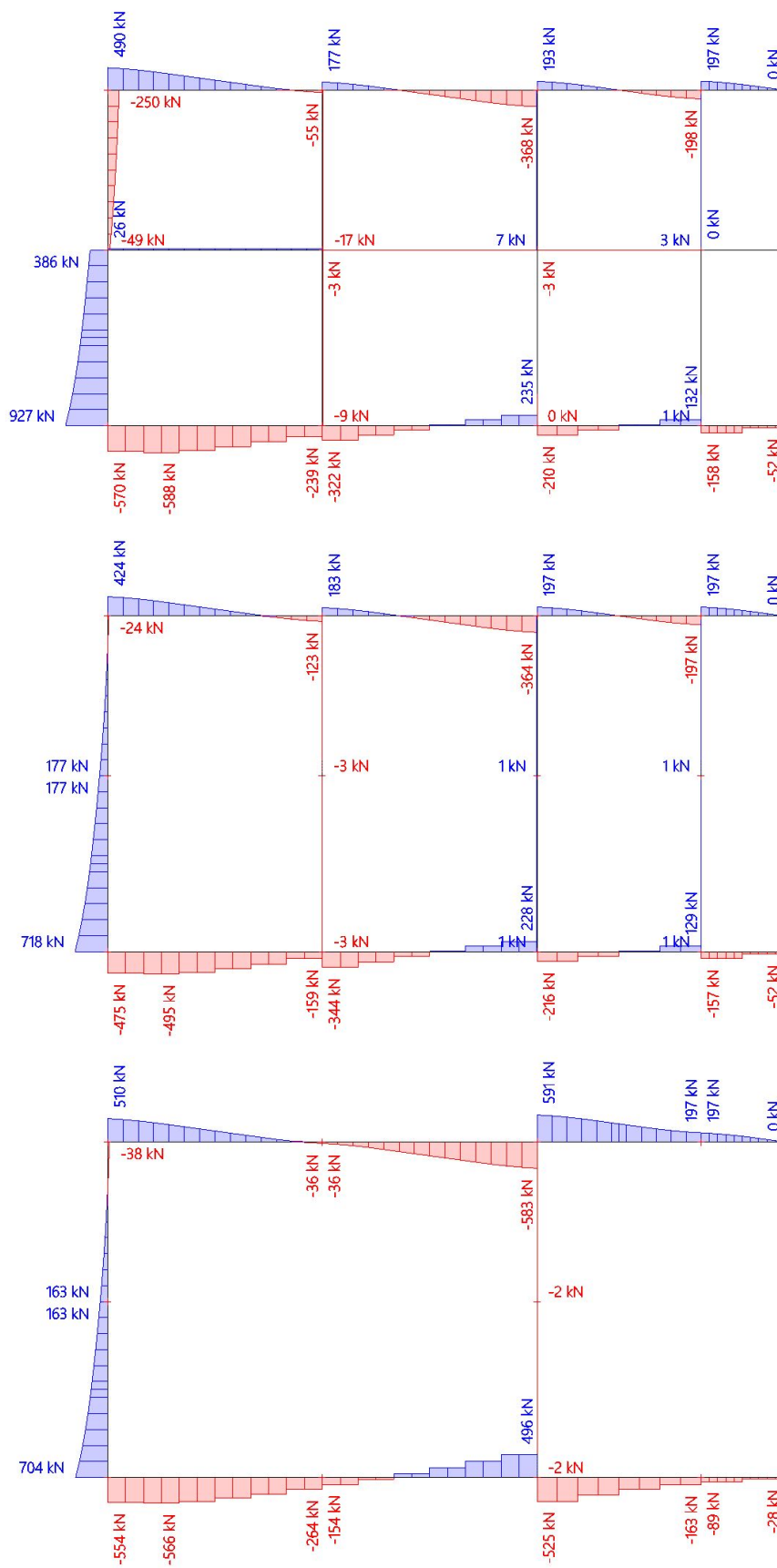
Lineaire berekening

Combinatie: CAL

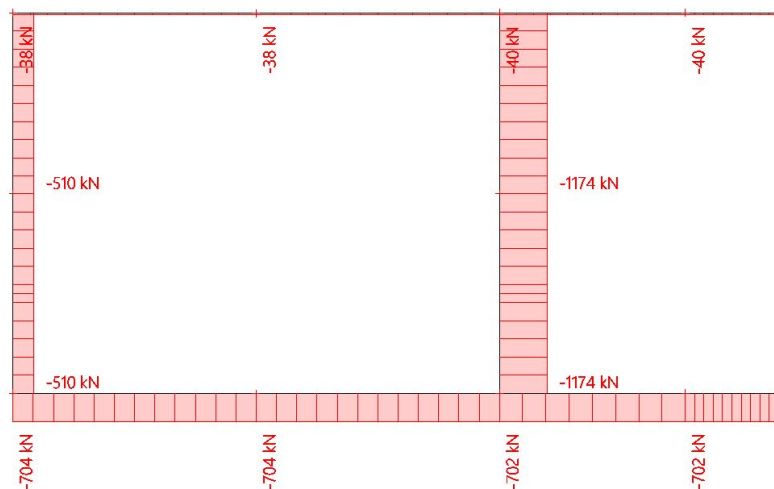
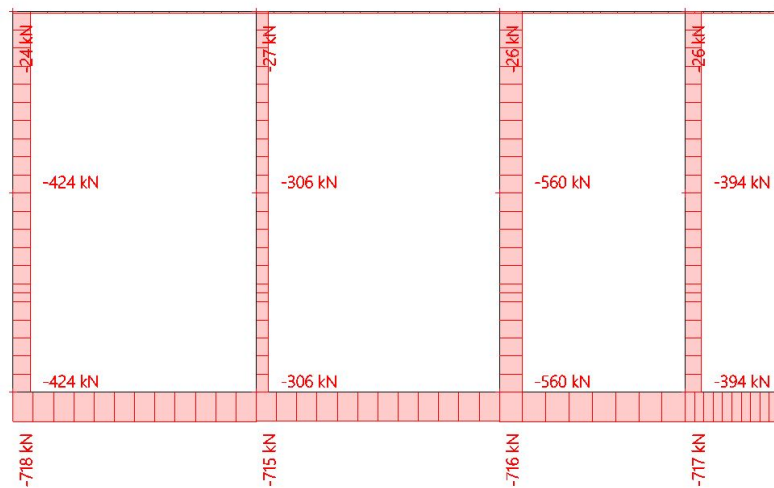
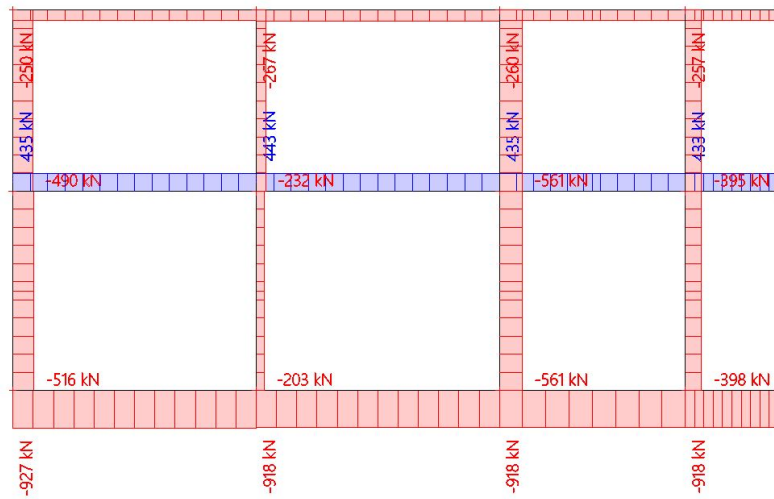
Coördinatenstelsel: Staaf

Extreme 1D: Lokaal

Selectie: Alle



Waarden: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: CAL
Coördinatenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Lokaal
Selectie: Alle



Bijlage D Berekening doorsnedecapaciteit beton

8 pagina's

[1] INVOER

Aanvullende normen van toepassing:

☒ NEN 8702

☐ RBK 1.2.1

☐ NEN-EN 1992-2 (betonbruggen)

[1.1] Geometrie

type

Balk / Ligger

breedte

b

3900 [mm]

hoogte

h

600 [mm]

[1.2] Krachtswerking

Hoofdrichting

moment

M_{Ed,x}

10 [kNm]

dwarskracht

V_{Ed,x}

10 [kN]

[1.3] Beton

betonsterkteklasse

C40/50

karakteristieke druksterkte

f_{ck}

40 [N/mm²]

factor langeduur

α_{cc}

1 [-]

partiële factor

γ_c

1,5 [-]

Dwarskrachtcapaciteit beton- en staalaandeel combineren

☐

[1.4] Wapening

kwaliteit

QR22 (GBV 1962)

karakteristieke vloeigrens

f_{yk}

220 [N/mm²]

partiële factor

γ_s

1,15 [-]

k

1,08 [-]

E-modulus

E

200000 [N/mm²]

profilering

Glad staal

Wapeningsconfiguratie hoofdrichting

Wapening 1 in X-richting

diameter	ø _{hoofd}	16 [mm]
aantal staven	N _{s,hoofd}	26 [st]
oppervlak	A _{s,hoofd}	5228 [mm ²]
dekking	c _{hoofd}	30 [mm]

Wapening 2 in X-richting

diameter	ø _{b,hoofd}	0 [mm]
aantal staven	N _{b,hoofd}	10 [st]
oppervlak	A _{s,b,hoofd}	0 [mm ²]
dekking	c _{b,hoofd}	30 [mm]

totale oppervlakte A_{s,hoofd,tot} 5228 [mm²]

Dwarskrachtwapening

Beugelwapening

diameter	ø _{beugel}	0 [mm]
h.o.h. afstand	s _{beugel}	150 [mm]
aantal sneden	a _{sneden}	2 sn
oppervlak	A _{sw}	0 [mm ²]
kwaliteit		St.37 (GBV 1940)

Hellende dwarskrachtwapening

diameter	ø _{beugel}	0 [mm]
h.o.h. afstand	s _{beugel}	150 [mm]
aantal sneden	a _{sneden}	2 sn
oppervlak	A _{sw}	0 [mm ²]
hellingshoek	α =	45 [gr]
kwaliteit		St.37 (GBV 1940)

[1.5] Overig

hoek drukdiagonaal beton

θ =

45,0 [gr]

NEN8702 6.2 (2)

voorspanning

σ_{cp}

0,0 [N/mm²] (N_{ed}/A_c)

art. 6.2.2

type ondersteuning

Niet lijnvormig ondersteund

NEN8702 6.2 (6)

[2] SAMENVATTING

[2.1] Buiging

buiging hoofdwapening

M_{Ed}

=

10,0 [kNm]

<

M_{Rd}

556,3 [kNm]

UC =

0,018

✓

[2.2] Dwarskracht hoofdrichting

dwarskrachtcapaciteit

V_{Rd}

=

V_{Rd,c}

dwarskracht toetsing

V_{Ed}

=

1034,7 [kN]

<

V_{Rd}

1034,7 [kN]

UC =

0,010

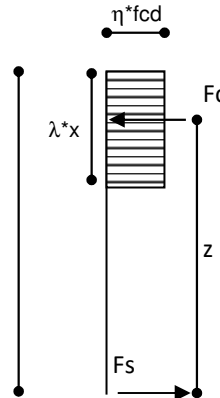
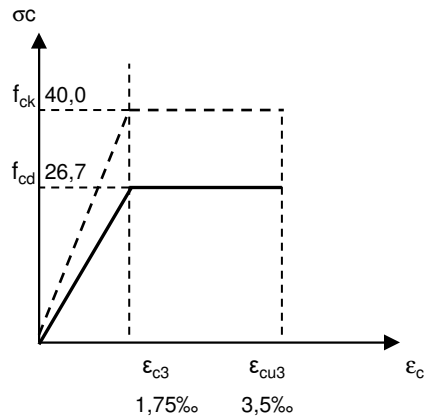
✓

[3] BEREKENING

[3.1] Materiaaleigenschappen

Beton

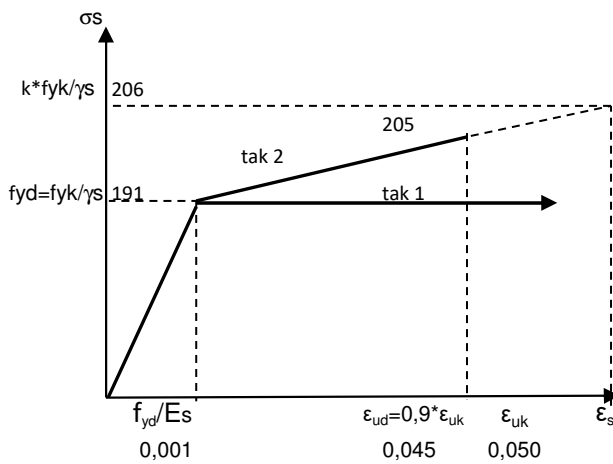
art. 3.1.6 en 3.1.7



$\eta =$	1,0	[-]	art. 3.1.7 (3)
$\lambda =$	0,8	[-]	art. 3.1.7 (3)
$f_{cd} =$	26,67	[N/mm ²]	art. 3.1.6 (3.15)

Betonstaal

art. 3.2.7



klasse	B	
$k = (f_t/f_y) =$	1,08	[-]
ϵ_{uk}	5	[%]

Bijlage C - tabel C.1
Bijlage C - tabel C.1

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1.

Als wordt voldaan aan de onderstaande voorwaarden voor plastisch rekenen, dan wordt ook gerekend met tak 2.

Voorwaarden:

X - rek van de staven is kleiner dan of gelijk is aan ϵ_{ud} ;

art. 6.1 (3)

Er wordt niet voldaan aan de voorwaarde, er mag niet gerekend worden met tak 2

[3.2] Bepaling opneembare momenten hoofdwapening

Berekening capaciteit volgens tak 1

treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd}$	998,47 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	998,5 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B)$	12,0 [mm]
effectieve hoogte	d	$= H - c - \phi_{bglis} - \phi_{gem} / 2$	562 [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	557,2 [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	556,3 [kNm]

Toetsing hoogte drukzone : $xu/d \leq 500/(500+f)$ voor $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$

NB-6.1(9)

Maximale staalspanning	f_{max}	$= f_{yd,max} \cdot A_s / A_s = f_{yd} =$	205 [N/mm ²]
correctiestaalspanning		$= 500/(500+f) =$	0,71 [-]
drukzone / nuttige hoogte		$= xu/d =$	0,03 [-]
toetsing	UC	$= 0,03 / 0,71 =$	0,04 [-]

Berekening capaciteit volgens tak 2

rek in betonstaal	ϵ_s	$= \epsilon_{cu3} / x \cdot (d - x)$	160,40 [%]
toelaatbare staalspanning	$f_{yd,2}$	$= f_{yd} + ((f_{yud} - f_{yd}) / (\epsilon_{ud} - \epsilon_{yd})) \cdot (\epsilon_s - \epsilon_{yd})$	240,7 [N/mm ²] art. 3.2.7
treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd,2}$	1258,2 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	1258,2 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B)$	15,1 [mm]
effectieve hoogte	d	$= H - c - \phi_{bglis} - \phi_{gem} / 2$	562 [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	556,0 [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	tak 2 mag NIET gebruikt worden [kNm]

[3.3] Bepaling opneembare momenten verdeelwapening

Berekening capaciteit volgens tak 1

treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd}$	0,0 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	0,0 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B_y)$	0,0 [mm] met B = 1,0 m
effectieve hoogte	d	$= H - c - \phi_{bglis} - \phi_{gem} / 2$	##### [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	##### [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	##### [kNm/m]

Toetsing hoogte drukzone : $xu/d \leq 500/(500+f)$ voor $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$

NB-6.1(9)

Maximale staalspanning	f_{max}	$= f_{yd,max} \cdot A_s / A_s = f_{yd} =$	205 [N/mm ²]
correctiestaalspanning		$= 500/(500+f) =$	0,71 [-]
drukzone / nuttige hoogte		$= xu/d =$	##### [-]
toetsing	UC	$=$	##### [-]

Berekening capaciteit volgens tak 2

rek in betonstaal	ϵ_s	$= \epsilon_{cu3} / x \cdot (d - x)$	##### [%]
toelaatbare staalspanning	f_{yd}	$= f_{yd} + ((f_{yud} - f_{yd}) / (\epsilon_{ud} - \epsilon_{yd})) \cdot (\epsilon_s - \epsilon_{yd})$	##### [N/mm ²] art. 3.2.7
treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd,2}$	##### [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	##### [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B_y)$	##### [mm] met B = 1,0 m
effectieve hoogte	d	$= H - c - \phi_{bglis} - \phi_{gem} / 2$	##### [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	##### [mm]
opneembaar moment tak 2	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	##### [kNm/m]

[3.4] Opneembare dwarskracht door beton in hoofdrichting

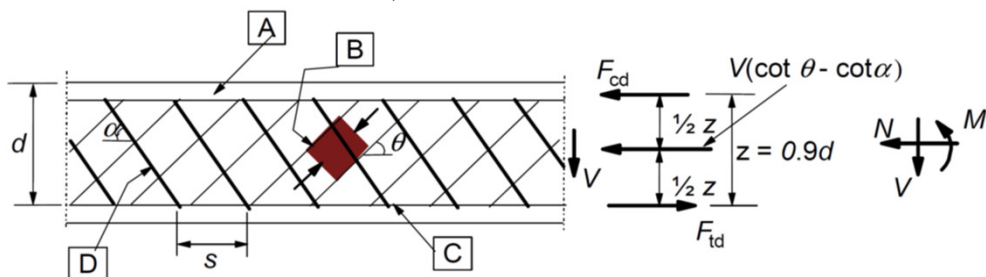
Rekenwaarde dwarskracht	$V_{Rd;c}$	$= [0,12 \cdot k_{cap} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot g_{em} \cdot d_e$	890,6 [kN]	NEN8702 (6.2a)
Maximale dwarskracht	$V_{Ed,max}$	$= 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$	14728,9 [kN]	art. 6.2.2 (6.5)
Minimale dwarskracht	$V_{Rd;c}$	$= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	1034,7 [kN]	art. 6.2.2 (6.2.b)
	v_{min}	$= 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0,45 [N/mm ²]	NB-6.2.2
	v_{min}	$= 0,037 \cdot k_{cap}^{3/2} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0,47 [N/mm ²]	NEN8702 (6.3)

Input factoren

correctiefactor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	$= 0,18 / \gamma_c$	0,12 [-]	NB-6.2.2
correctiefactor k_1	k_1	$=$	0,15 [-]	NB-6.2.2
hoogte correctiefactor	k	$= 1 + \sqrt{(200/d)}$	1,60 [-] $\leq 2,0$	art. 6.2.2
concentratie trekwapening	ρ_1	$= A_{s1} / (b_w \cdot d)$	0,0024 [-] $\leq 0,02$	art. 6.2.2 (1)
voorspanning	σ_{cp}	$= N_{ed} / A_c$	0,0 [N/mm ²] $\leq 0,4 \cdot f_{cd}$	NEN8702 art. 6.2.2
sterktereductiefactor	v	$= 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$	0,50 [-]	art. 6.2.2 (6.6N)
correctie ondersteuning	k_{cap}	$=$	1 [-]	Niet lijnvormig ondersteund NEN8702 6.2 (6)

[3.5] Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening

rekenwaarde capaciteit beugels	$V_{Rd;is}$	$= [A_{sw} / s] \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	0,0 [kN]	art. 6.2.3 (3)
maximale rekenwaarde	$V_{Rd;max}$	$= \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$	14570,4 [kN]	art. 6.2.3 (6.8)



Verklaring

A	op druk belaste rand
B	diagonalen
C	op trek belaste rand
D	dwarskrachtwapening

Input factoren

hoek drukdiagonaal	θ	$= 45,0$ [gr]	$\tan \theta = 1,00$ [-]	$\cot \theta = 1,00$ [-]	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$	NB-6.2.3
inwendige hefboomsarm	z	$= 556,0$ [mm]	6.2.3 (1)			
staaloppervlak beugel	A_{sw}	$= 0,0$ [mm ²]				
hart-op-hartafstand beugel	s	$= 150,0$ [mm]				
vloeisterkte staal	f_{ywd}	$= 191,0$ [N/mm ²]				
factor druk belaste rand	α_{cw}	$= 1,00$ [-]	NB-6.2.3			
sterktereductiefactor	$v_1 = v = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$	$= 0,50$ [-]	6.2.2 (6.6N)			
Indien spanning in dwarskrachtwapening $< 0,8 \cdot f_{yk}$ mag voor v_1 zijn aangehouden:						
	$v_1 =$	$0,6$ [-]	voor $f_{ck} \leq 60$ N/mm ²			NB-6.2.3/-6.2.2

[1] INVOER

Aanvullende normen van toepassing:

☒ NEN 8702 ☐ RBK 1.2.1 ☐ NEN-EN 1992-2 (betonbruggen)

[1.1] Geometrie

type	Balk / Ligger	
breedte	b	1400 [mm]
hoogte	h	600 [mm]

[1.2] Krachtswerking

<u>Hoofdrichting</u>			
moment	$M_{Ed,x}$	10	[kNm]
dwarskracht	$V_{Ed,x}$	10	[kN]

[1.3] Beton

betonsterkteklasse	C45/55	
karakteristieke druksterkte	f_{ck}	45 [N/mm ²]
factor langeduur	α_{cc}	1 [-]
partiële factor	γ_c	1,5 [-]

Dwarskrachtcapaciteit beton- en staalaandeel combineren ☐

[1.4] Wapening

kwaliteit	QR22 (GBV 1962)	
karakteristieke vloeigrens	f_{yk}	220 [N/mm ²]
partiële factor	γ_s	1,15 [-]
	k	1,08 [-]
E-modulus	E	200000 [N/mm ²]
profilering	Glad staal	

Wapeningsconfiguratie hoofdrichting

Wapening 1 in X-richting

diameter	$\varnothing_{hoofd}$	25 [mm]
aantal staven	$N_{s,hoofd}$	10 [st]
oppervlak	$A_{s,hoofd}$	4909 [mm ²]
dekking	c_{hoofd}	30 [mm]

Wapening 2 in X-richting

diameter	$\varnothing_{b,hoofd}$	0 [mm]
aantal staven	$N_{b,hoofd}$	16 [st]
oppervlak	$A_{s,b,hoofd}$	0 [mm ²]
dekking	$c_{b,hoofd}$	30 [mm]

totale oppervlakte $A_{s,hoofd,tot}$ 4909 [mm²]

Dwarskrachtwapening

Beugelwapening

diameter	$\varnothing_{beugel}$	0 [mm]
h.o.h. afstand	s_{beugel}	150 [mm]
aantal sneden	a_{sneden}	2 sn
oppervlak	A_{sw}	0 [mm ²]
kwaliteit	St.37 (GBV 1940)	

Hellende dwarskrachtwapening

diameter	$\varnothing_{beugel}$	0 [mm]
h.o.h. afstand	s_{beugel}	150 [mm]
aantal sneden	a_{sneden}	2 sn
oppervlak	A_{sw}	0 [mm ²]
hellingshoek	$\alpha =$	45 [gr]
kwaliteit	St.37 (GBV 1940)	

[1.5] Overig

hoek drukdiagonaal beton	$\theta =$	45,0 [gr]	NEN8702 6.2 (2)
voorspanning	σ_{cp}	0,0 [N/mm ²] (N_{ed}/A_c)	art. 6.2.2
type ondersteuning	Niet lijnvormig ondersteund NEN8702 6.2 (6)		

[2] SAMENVATTING

[2.1] Buiging

buiging hoofdwapening	M_{Ed}	=	10,0 [kNm]	<	M_{Rd}	512,2 [kNm]	UC =	0,020	✓
-----------------------	----------	---	------------	---	----------	-------------	------	-------	---

[2.2] Dwarskracht hoofdrichting

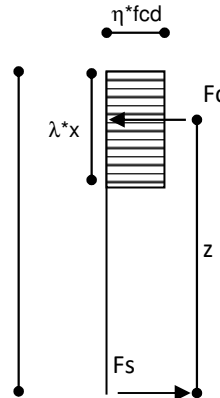
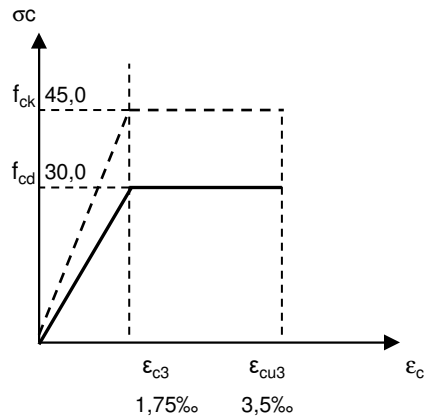
dwarskrachtcapaciteit	V_{Rd}	=	$V_{Rd,c}$						
	V_{Rd}	=	456,4 [kN]			=	456,4 [kN]		
dwarskracht toetsing	V_{Ed}	=	10,0 [kN]	<	V_{Rd}	456,4 [kN]	UC =	0,022	✓

[3] BEREKENING

[3.1] Materiaaleigenschappen

Beton

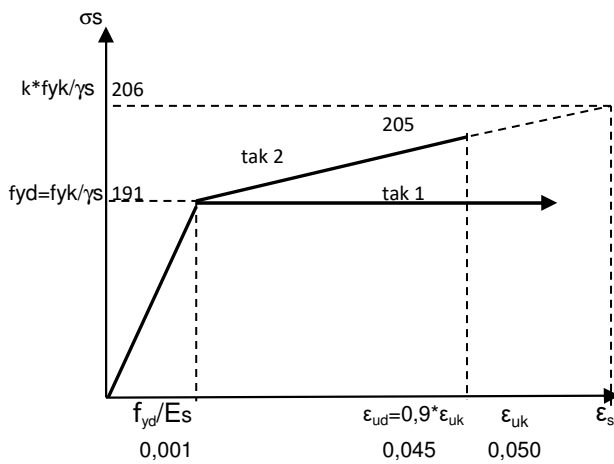
art. 3.1.6 en 3.1.7



$\eta =$	1,0	[-]	art. 3.1.7 (3)
$\lambda =$	0,8	[-]	art. 3.1.7 (3)
$f_{cd} =$	30,00	[N/mm ²]	art. 3.1.6 (3.15)

Betonstaal

art. 3.2.7



klasse	B	
$k = (f_t/f_y) =$	1,08	[-]
ϵ_{uk}	5	[%]

Bijlage C - tabel C.1

Bijlage C - tabel C.1

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1.

Als wordt voldaan aan de onderstaande voorwaarden voor plastisch rekenen, dan wordt ook gerekend met tak 2.

Voorwaarden:

X - rek van de staven is kleiner dan of gelijk is aan ϵ_{ud} ;

art. 6.1 (3)

Er wordt niet voldaan aan de voorwaarde, er mag niet gerekend worden met tak 2

[3.2] Bepaling opneembare momenten hoofdwapening

Berekening capaciteit volgens tak 1

treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd}$	937,57 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	937,6 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B)$	27,9 [mm]
effectieve hoogte	d	$= H - c - \varnothing_{bglis} - \varnothing_{gem} / 2$	557,5 [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	546,3 [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	512,2 [kNm]

Toetsing hoogte drukzone : $xu/d \leq 500/(500+f)$ voor $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$

NB-6.1(9)

Maximale staalspanning	f_{max}	$= f_{yd,max} \cdot A_s / A_s = f_{yd} =$	205 [N/mm ²]
correctiestaalspanning		$= 500/(500+f) =$	0,71 [-]
drukzone / nuttige hoogte		$= xu/d =$	0,06 [-]
toetsing	UC	$= 0,06 / 0,71 =$	0,08 [-]

Berekening capaciteit volgens tak 2

rek in betonstaal	ϵ_s	$= \epsilon_{cu3} / x \cdot (d - x)$	66,43 [%]
toelaatbare staalspanning	$f_{yd,2}$	$= f_{yd} + ((f_{yud} - f_{yd}) / (\epsilon_{ud} - \epsilon_{yd})) \cdot (\epsilon_s - \epsilon_{yd})$	211,4 [N/mm ²] art. 3.2.7
treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd,2}$	1037,7 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	1037,7 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B)$	30,9 [mm]
effectieve hoogte	d	$= H - c - \varnothing_{bglis} - \varnothing_{gem} / 2$	557,5 [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	545,1 [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	tak 2 mag NIET gebruikt worden [kNm]

[3.3] Bepaling opneembare momenten verdeelwapening

Berekening capaciteit volgens tak 1

treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd}$	0,0 [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	0,0 [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B_y)$	0,0 [mm] met B = 1,0 m
effectieve hoogte	d	$= H - c - \varnothing_{bglis} - \varnothing_{gem} / 2$	##### [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	##### [mm]
opneembaar moment	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	##### [kNm/m]

Toetsing hoogte drukzone : $xu/d \leq 500/(500+f)$ voor $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$

NB-6.1(9)

Maximale staalspanning	f_{max}	$= f_{yd,max} \cdot A_s / A_s = f_{yd} =$	205 [N/mm ²]
correctiestaalspanning		$= 500/(500+f) =$	0,71 [-]
drukzone / nuttige hoogte		$= xu/d =$	##### [-]
toetsing	UC	$=$	##### [-]

Berekening capaciteit volgens tak 2

rek in betonstaal	ϵ_s	$= \epsilon_{cu3} / x \cdot (d - x)$	##### [%]
toelaatbare staalspanning	f_{yd}	$= f_{yd} + ((f_{yud} - f_{yd}) / (\epsilon_{ud} - \epsilon_{yd})) \cdot (\epsilon_s - \epsilon_{yd})$	##### [N/mm ²] art. 3.2.7
treksterkte wapening	F_s	$= A_{sa} \cdot f_{yd,2}$	##### [kN]
kracht in beton	F_c	$= F_s$ (volgt uit $\Sigma H=0$)	##### [kN]
hoogte drukzone	x	$= F_c / (\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot B_y)$	##### [mm] met B = 1,0 m
effectieve hoogte	d	$= H - c - \varnothing_{bglis} - \varnothing_{gem} / 2$	##### [mm]
hefboomsarm	z	$= d - 0,5 \cdot (\lambda \cdot x)$	##### [mm]
opneembaar moment tak 2	M_{Rd}	$= F_s \cdot z$	##### [kNm/m]

[3.4] Opneembare dwarskracht door beton in hoofdrichting

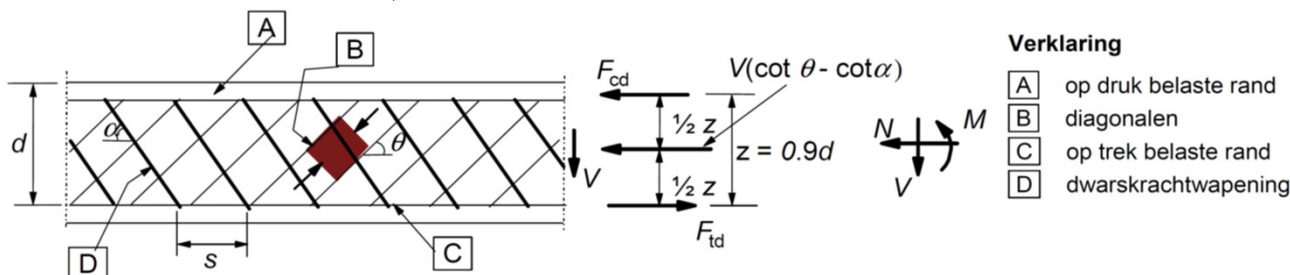
Rekenwaarde dwarskracht	$V_{Rd;c}$	$= [0,12 \cdot k_{cap} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot g_{em} \cdot d_e$	456,4 [kN]	NEN8702 (6.2a)
Maximale dwarskracht	$V_{Ed,max}$	$= 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$	5760,1 [kN]	art. 6.2.2 (6.5)
Minimale dwarskracht	$V_{Rd;c}$	$= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	391,7 [kN]	art. 6.2.2 (6.2.b)
	v_{min}	$= 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0,47 [N/mm ²]	NB-6.2.2
	v_{min}	$= 0,037 \cdot k_{cap}^{3/2} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0,50 [N/mm ²]	NEN8702 (6.3)

Input factoren

correctiefactor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	$= 0,18/\gamma_c$	0,12 [-]	NB-6.2.2
correctiefactor k_1	k_1	$=$	0,15 [-]	NB-6.2.2
hoogte correctiefactor	k	$= 1 + \sqrt{(200/d)}$	1,60 [-] $\leq 2,0$	art. 6.2.2
concentratie trekwapening	ρ_1	$= A_{s1}/(b_w \cdot d)$	0,0063 [-] $\leq 0,02$	art. 6.2.2 (1)
voorspanning	σ_{cp}	$= N_{ed}/A_c$	0,0 [N/mm ²] $\leq 0,4 \cdot f_{cd}$	NEN8702 art. 6.2.2
sterktereductiefactor	v	$= 0,6 \cdot [1 - f_{ck}/250]$	0,49 [-]	art. 6.2.2 (6.6N)
correctie ondersteuning	k_{cap}	$=$	1 [-]	Niet lijnvormig ondersteund NEN8702 6.2 (6)

[3.5] Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening

rekenwaarde capaciteit beugels	$V_{Rd;is}$	$= [A_{sw}/s] \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$	0,0 [kN]	art. 6.2.3 (3)
maximale rekenwaarde	$V_{Rd;max}$	$= \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$	5632,5 [kN]	art. 6.2.3 (6.8)



Input factoren

hoek drukdiagonaal	θ	45,0 [gr]	$\tan \theta =$	1,00 [-]	$\cot \theta =$	1,00 [-]	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$	NB-6.2.3
inwendige hefboomsarm	z	545,1 [mm]		6.2.3 (1)				
staaloppervlak beugel	A_{sw}	0,0 [mm ²]						
hart-op-hartafstand beugel	s	150,0 [mm]						
vloeisterkte staal	f_{ywd}	191,0 [N/mm ²]						
factor druk belaste rand	α_{cw}	1,00 [-]		NB-6.2.3				
sterktereductiefactor	$v_1 = v = 0,6 \cdot [1 - f_{ck}/250]$	0,49 [-]		6.2.2 (6.6N)				
Indien spanning in dwarskrachtwapening $< 0,8 \cdot f_{yk}$ mag voor v_1 zijn aangehouden:								
	$v_1 =$	0,6 [-]		voor $f_{ck} \leq 60$ N/mm ²				NB-6.2.3/6.2.2

Bijlage E Uitvoer MNKappa

4 pagina's

TS/MN-Kappa

Rel: 6.00 20 jun 2025

Project :
 Onderdeel :
 Dimensies : kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum : 18/06/2025
 Bestand : C:\data\werkmap\61301 Saksen Weimar Kazerne\
 betonspanning afspatten.mnk
 Referentieperiode: 50 jaar

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl) C2:2011 (nl) NB:2011 (nl)

Invoer

Geometrie

Elementtype : Wand
 Scheve buiging : Nee
 Treksterkte $f_{ctm,fl}$: Nee
 Doorsnede vorm : 0:Rechthoek
 Breedte : 1050 Hoogte : 600
 Betonkwaliteit : C30/37 (kruipfactor=2.47)

Doorsnedegrootheden

Grootheden exclusief wapening

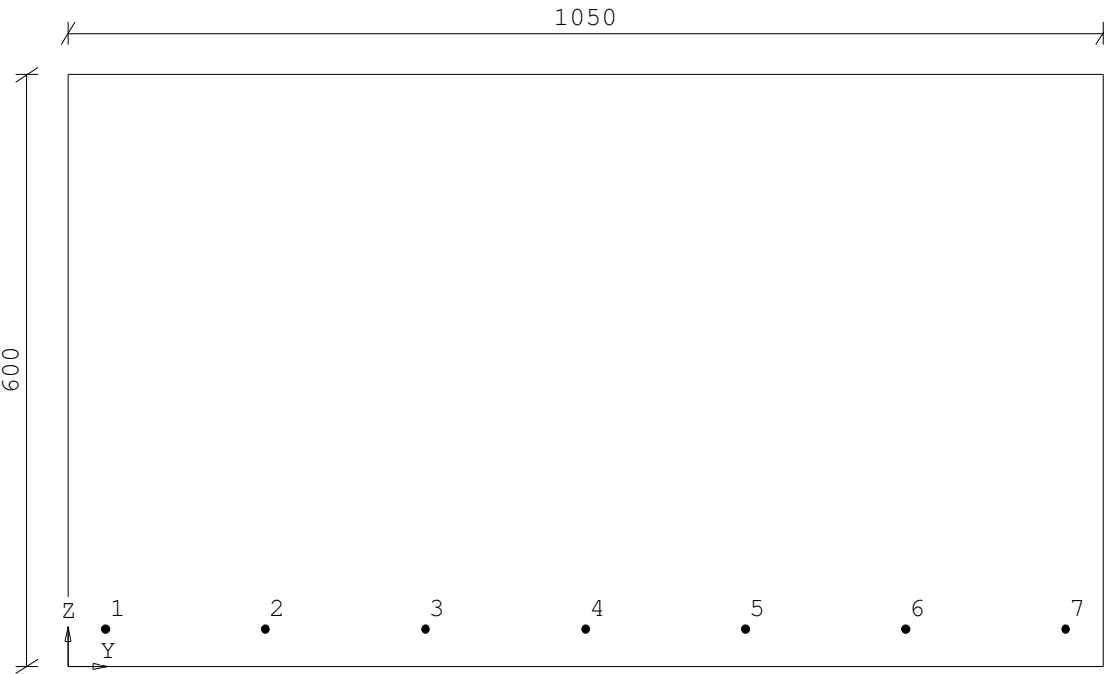
A_b = 630000 mm²
 z_z = 300.0 mm y_z = 525.0 mm
 I_y = 18900000000 mm⁴ I_z = 57881250000 mm⁴

Wapening

nr.	y-coörd. [mm]	z-coörd. [mm]	Diameter [mm]	As/ A_p [mm ²]	Perc. [%]	Staalkwaliteit	Voorspanning [N/mm ²]
1	38.0	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
2	200.3	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
3	362.7	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
4	525.0	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
5	687.3	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
6	849.7	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0
7	1012.0	38.0	16.0	201.1	100	FeB220	0.0

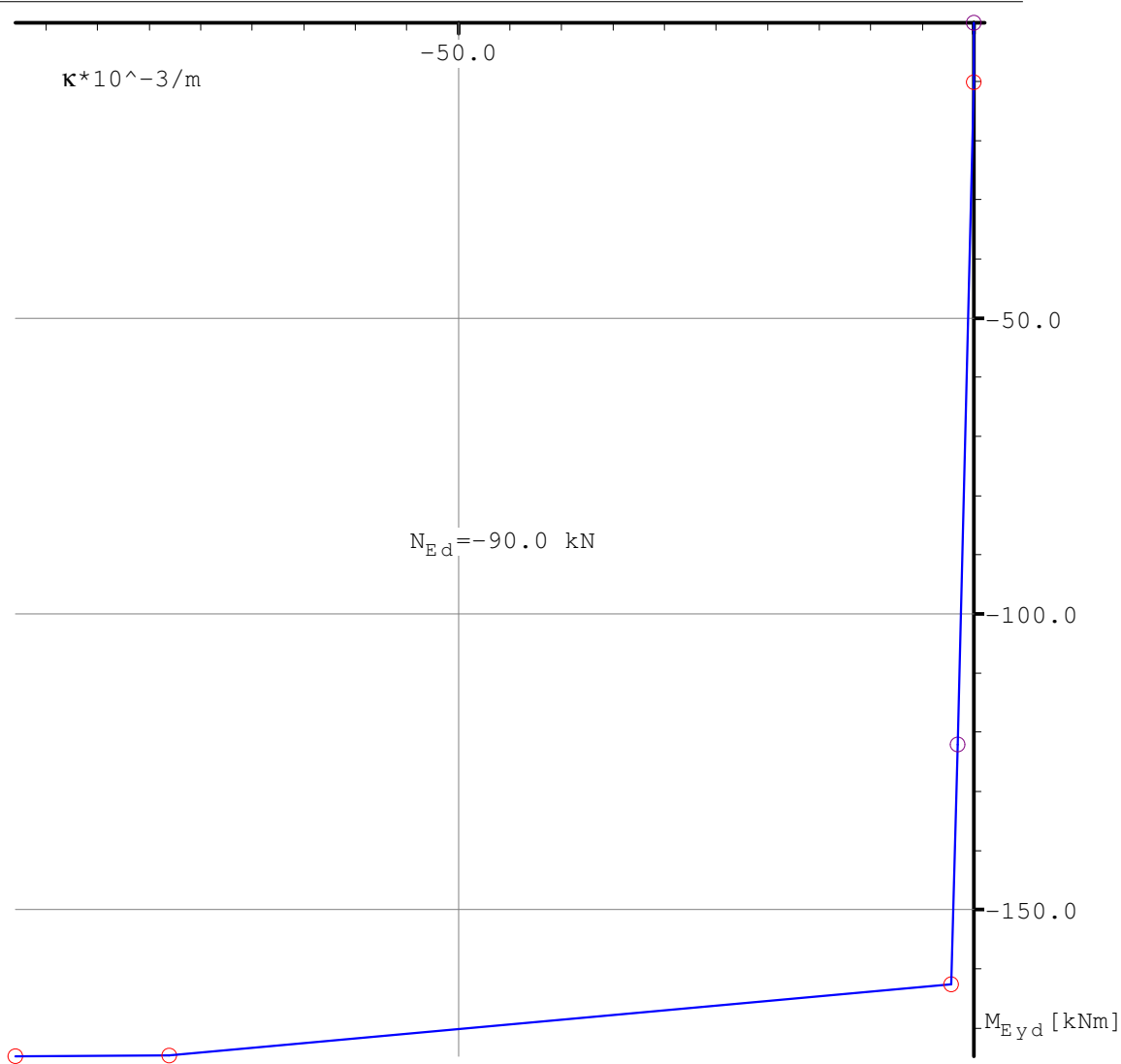
Project :
Onderdeel :

Invoer Grafisch



Project :
Onderdeel :

MN-Kappa-diagram -Sterkte-



Project :
 Onderdeel :
 $N_{Ed} = -90.000 \text{ kN}$ hoek = 0.0 graden

Punt	z' [mm]	$\Delta \epsilon$ [o/oo]	σ [N/mm ²]	x [mm]	ϵ t.p.v. bovenkant [o/oo]	ϵ t.p.v. onderkant [o/oo]
1: $\epsilon_s = \epsilon_{udt}$	38.0	50.000	191.0	24.3	-2.25540	53.53328
2: C30/37 vloeit	600.0	-2.000	-20.0	25.6	-2.00000	44.82016
3: $\epsilon_s = \epsilon_{ydt}$	38.0	0.960	191.0	127.4	-0.28143	1.04394
4: $M_{Ed} = -122.000 \text{ kNm}$	0.0	0.744	0.0	132.2	-0.21005	0.74352
5: $\epsilon_s = 0$	38.0	0.000	0.0	562.0	-0.01529	0.00103
6: $M_{Ed} = 0.000 \text{ kNm}$	0.0	-0.007	0.0	600.0	-0.00740	-0.00662

Punt	M_{yd} [kNm]	κ [10 ⁻³ /m]	EI [kNm ²]	d [mm]	z [mm]	Voorwaarde
1: $\epsilon_s = \epsilon_{udt}$	-174.7	-92.981	1879	562.0	552.7	$\epsilon_s = \epsilon_{udt}$
2: C30/37 vloeit	-174.6	-78.034	2238	562.0	552.4	$\epsilon_c = \epsilon_{c2}$
3: $\epsilon_s = \epsilon_{ydt}$	-162.7	-2.209	73633	562.0	519.0	$\epsilon_s = \epsilon_{ydt}$
4: $M_{Ed} = -122.000 \text{ kNm}$	-122.0	-1.589	76764	562.0	517.5	Fundamenteel
5: $\epsilon_s = 0$	-10.1	-0.027	372295	562.0	505.8	$\epsilon_s = 0$
6: $M_{Ed} = 0.000 \text{ kNm}$	0.0	-0.001	0	0.0	0.0	Normaalkracht

$$M_{Ey d} = -122.000 \text{ kNm} \quad E = EI_d / I_{ong.} = 76764 \cdot 10^9 / 18900000000 = 4062 \text{ N/mm}^2$$

Bijlage F Uitvoer knikberekening

4 pagina's

Project : -
 Onderdeel : -
 Dimensies : kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum : 01/07/2025
 Bestand : C:\Users\jeroen.vos\OneDrive - Nebest
 BV\P61301-Constructieve analyse bunker Saksen Weimar
 Kazerne Arnhem - General\3. Realiseren\60.
 Rapportage\P61301-RAP-02
 draagkrachtanalyse\data\kolomknik.klw
 Referentieperiode: 50

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton NEN-EN 1992-1-1:2011(nl) C2/A1:2020(nl) NB:2016(nl)



Geometrie

Type constructie : Kolom Rechthoekig Dubbel excentrisch belast
 Kolomafmeting in X/Y (=b*h) [mm] : 400 * 400
 Kolomhoogte (L) [mm] : 8000
 Belastingsschema : Geschoord
 Kniklengtefactor X/Y : 1.00 1.00
 Krommingsverdeling factor c X/Y : 10.00 10.00



Belasting

	BG1	BG2	BG3	Mtg. BC-X	Mtg. BC-Y
Omschrijving belastinggeval	: zie gewichtsber.				
Normaalkracht N Ek [kN]	650.00	0.00	0.00	975.00	975.00
MEk,X boven [kNm]	13.00	0.00	0.00	19.50	19.50
MEk,X onder [kNm]	13.00	0.00	0.00	19.50	19.50
MEk,Y boven [kNm]	13.00	0.00	0.00	19.50	19.50
MEk,Y onder [kNm]	13.00	0.00	0.00	19.50	19.50
Belastingfactoren					
BC1 Fundamenteel	1.50	0.00	0.00	Maatgevend X/Y	

Beton en Wapening

Betonkwaliteit	: C30/37	Prefab	: Nee
Ouderdom bij belasten [dagen]	: 28	RH [%]	: 30
Soort spanningsrekdiagram	: Parabolisch - rechthoekig diagram		
Staalsoort	: User	Symm.wapening:	4-zijdig
f_{yk} [N/mm ²]	: 220	ϵ_{uk} [%]	: 2.5
Productiewijze	: Koudgevormd		
Soort spanningsrekdiagram	: Bi-lineair diagram met klimmende tak		
Basiswapening [mm]	: 4 ø16	Bijlegw. [mm]	: ø12, 16
Beugels [mm]	: ø10		

Project : -
Onderdeel : -

Betondekking

Milieu	:				XC1
Gestort tegen bestaand beton	:				Nee
Element met plaatgeometrie	:				Nee
Specifieke kwaliteitsbeheersing	:				Nee
Oneffen beton oppervlak	:				Nee
Ondergrond	:			Glad / N.v.t.	
Constructieklasse	:				S3
Grootste korrel	:				31.5
Hoofdwapening	:				2de laag
Nominale dekking	:				21
Toegepaste dekking	:				58
Gelijkwaardige diameter	:				16
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ ΔC_{dur}	:	16	10		0
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	:	16	5		21
Beugel / Verdeelwapening	:				1ste laag
Nominale dekking	:				15
Toegepaste dekking	:				48
Gelijkwaardige diameter	:				10
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ ΔC_{dur}	:	10	10		0
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	:	10	5		15

Project : -

Onderdeel : -

Belastingcombinatie 1: (Fundamenteel)

Tussenresultaten		X-as	Y-as	BC1
Traagheidsmoment I	[mm ⁴]	: 213333e4	213333e4	
Kniklengte l ₀	[mm]	: 8000	8000	
Art. 5.8.4 (2)				
kruipfactor ($\varphi_{ef}(on, t_0)$)		: 2.79		
Art. 5.2 (7)				
Basis imperfectie (θ_0)		: 0.003333		
Factor (α_h)		: 0.707		
Aantal elementen (m)	[st]	: 1		
Factor (α_m)		: 1.000		
Imperfectie (θ_i)		: 0.002357		
Excentriciteit e _i	[mm]	: 9.428090	9.428090	
Art. 5.8.3.1 (1)				
Lambda (λ)		: 69.28	69.28	
Wapeningsoppervlak (A _s)	[mm ²]	: 510	510	
Betonoppervlak (A _c)	[mm ²]	: 160000		
Betondruksterkte (f _{cd})	[N/mm ²]	: 20.00		
Moment (M ₀₁)	[kNm]	: 28.69	28.69	
Moment (M ₀₂)	[kNm]	: 28.69	28.69	
Moment ratio (r _m)		: 1.000	1.000	
Factor A		: 0.642	0.642	
Factor B		: 1.030	1.030	
Factor C		: 0.700	0.700	
Grensslankheid (λ_{lim})		: 16.77	16.77	
Volstaat 1e orde toetsing?		: Nee	Nee	
Art. 5.8.8.3				
Nuttige hoogte (d)		: 309	309	
Vloei grens (f _{yd})		: 191.3		
Elasticiteitsmodulus (E _s)		: 200000		
Factor (ω)		: 0.030		
Factor (n _u)		: 1.0305		
Factor (n _{bal})		: 0.4000		
Factor (n)		: 0.3047		
Coëfficiënt K _r		: 1.0000	1.0000	
Factor (β)		: 0.0381	0.0381	
Coëfficiënt K ϕ		: 1.1063	1.1063	
Kromming (1/r ₀)		: 0.6870e-5	0.6870e-5	
Glob. kromming (1/r)		: 0.7600e-5	0.7600e-5	
Art. 5.8.8.2				
Krommingsverdeling factor c		: 10.0	10.0	
Excentriciteit e ₂	[mm]	: 48.6	48.6	
M ₂	[kNm]	: 47.42	47.42	
M _{0e}	[kNm]	: 28.69	28.69	
M _{Ed, boven}	[kNm]	: 4.98	4.98	
M _{Ed, veld}	[kNm]	: 76.12	76.12	
M _{Ed, onder}	[kNm]	: 4.98	4.98	
N _{Ed}	[kN]	: 975.00	975.00	
M _{Ed}	[kNm]	: 76.12	76.12	
Art. 6.1 (4)				
Minimale excentriciteit e ₀	[mm]	: 20.00	20.00	
M _{Ed, min}	[kNm]	: 19.50	19.50	

Project : -
Onderdeel : -

Art. 5.8.9 (4)

N_{Ed}	[kN]	:	975.00	
N_{Rd}	[kN]	:	3297.50	
a		:	1.16	
M_{Ed}	[kNm]	:	76.12	76.12
M_{Rd}	[kNm]	:	144.57	144.56
U.C.		:	0.95	

Berekende gegevens

		X-as	Y-as	BC1
Berekend moment $M_{Ed,ber}$	[kNm]	76.12	76.12	
Min. wapening art. 9.5.2(2)	[mm ²]	509.7		
Min. wap. art. 9.5.2(2) & (4)	[mm ²]	201.1 = 4 ø8.0		
Min. wap. trekzone 7.3.2	[mm ²]	0.0		
Totaal ber. wap. 1e/2e orde	[mm ²]	0.0		
Maatgevende wapening	[mm ²]	509.7		

Tussenresultaten doorsnede X-as

BC1

Voorwaarde Eps;c=Eps;cu2 op de vezel y=-200.0 mm

y	Wapening	Perc.	A_s/A_p	$\Delta\epsilon$	σ_b	$\Delta\sigma_s$
[mm]		[o/o]	[mm ²]	[o/o]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
-200.0				-3.500	-20.00	-
-134.0	0.705Ø16	100	141.7	-1.992	-	-191.72
-104.2	0.141Ø16	100	28.3	-1.312	-	-191.45
-74.4	0.141Ø16	100	28.3	-0.632	-	-126.38
-44.7	0.141Ø16	100	28.3	0.048	-	9.66
-14.9	0.141Ø16	100	28.3	0.729	-	145.71
14.9	0.141Ø16	100	28.3	1.409	-	191.48
44.7	0.141Ø16	100	28.3	2.089	-	191.75
74.4	0.141Ø16	100	28.3	2.769	-	192.03
104.2	0.141Ø16	100	28.3	3.449	-	192.30
134.0	0.705Ø16	100	141.7	4.130	-	192.57

510.2

Inwendige krachten

y	N_b	$N_s/\Delta N_p$	Δy	N	$N*\Delta y$
[mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[kNm]
-136.3	-992.273		-136.3	-992.273	135.213
-134.0		-27.172	-134.0	-27.172	3.641
-104.2		-5.427	-104.2	-5.427	0.566
-74.4		-3.582	-74.4	-3.582	0.267
-44.7		0.274	-44.7	0.274	-0.012
-14.9		4.130	-14.9	4.130	-0.061
14.9		5.428	14.9	5.428	0.081
44.7		5.436	44.7	5.436	0.243
74.4		5.443	74.4	5.443	0.405
104.2		5.451	104.2	5.451	0.568
134.0		27.293	134.0	27.293	3.657

totaal inwendig -975.000 144.567

Project : -

Onderdeel : -

Tussenresultaten doorsnede Y-as

BC1

Voorwaarde Eps;c=Eps;cu2 op de vezel y=-200.0 mm

y [mm]	Wapening	Perc. [o/o]	A_s/A_p [mm ²]	$\Delta\epsilon$ [o/oo]	σ_b [N/mm ²]	$\Delta\sigma_s$ [N/mm ²]
-200.0				-3.500	-20.00	-
-134.0	0.704Ø16	100	141.6	-1.992	-	-191.72
-104.2	0.141Ø16	100	28.3	-1.312	-	-191.45
-74.4	0.141Ø16	100	28.3	-0.632	-	-126.37
-44.7	0.141Ø16	100	28.3	0.048	-	9.67
-14.9	0.141Ø16	100	28.3	0.729	-	145.72
14.9	0.141Ø16	100	28.3	1.409	-	191.48
44.7	0.141Ø16	100	28.3	2.089	-	191.75
74.4	0.141Ø16	100	28.3	2.769	-	192.03
104.2	0.141Ø16	100	28.3	3.450	-	192.30
134.0	0.704Ø16	100	141.6	4.130	-	192.57

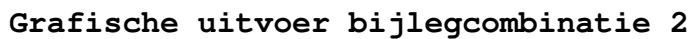
509.7

Inwendige krachten

y [mm]	N_p [kN]	$N_s/\Delta N_p$ [kN]	Δy [mm]	N [kN]	$N*\Delta y$ [kNm]
-136.3	-992.255		-136.3	-992.255	135.212
-134.0		-27.142	-134.0	-27.142	3.637
-104.2		-5.421	-104.2	-5.421	0.565
-74.4		-3.578	-74.4	-3.578	0.266
-44.7		0.274	-44.7	0.274	-0.012
-14.9		4.126	-14.9	4.126	-0.061
14.9		5.422	14.9	5.422	0.081
44.7		5.429	44.7	5.429	0.243
74.4		5.437	74.4	5.437	0.405
104.2		5.445	104.2	5.445	0.567
134.0		27.262	134.0	27.262	3.653
totaal inwendig				-975.000	144.555

Maatgevende belastingcombinatie 1: (Fundamenteel)

Grafische uitvoer bijlegcombinatie 1



```
[ 10] * = Minimum wapening X-ri (bel.comb. 1).
[ 10] * = Minimum wapening Y-ri (bel.comb. 1).
[101] De berekende wapening is de totale wapening in de doorsnede.
[117] Buiging om de X-as is maatgevend (bel.comb. 1)
[111] Alzijdige wapening vier-zijdig symmetrisch (bel.comb. 1)
[108] Gevonden wapening onverminderd toepassen over gehele kolomhoogte
      (bel.comb. 1)
```

Hand-drawn technical drawing of a square slab with dimensions and reinforcement details:

- Overall Dimensions:** The slab is square with a side length of 400 units, indicated by red dimension lines and labels at the top and left.
- Reinforcement:**
 - Top Reinforcement:** Labeled as $\phi 18 - 200$ (top bars) and $\phi 16$ (bottom bars).
 - Bottom Reinforcement:** Labeled as $\phi 16$.
 - Development Length:** Indicated as $l_{dev} = 40$.
- Other Labels:**
 - W1:** A handwritten label in the top left corner.
 - 400:** A handwritten label with an arrow pointing to the left side dimension.
 - 100:** A handwritten label with an arrow pointing to the vertical distance from the top edge to the first reinforcement bar.
 - 40 Stäbe zickeln:** A handwritten label with an arrow pointing to the top reinforcement bars.