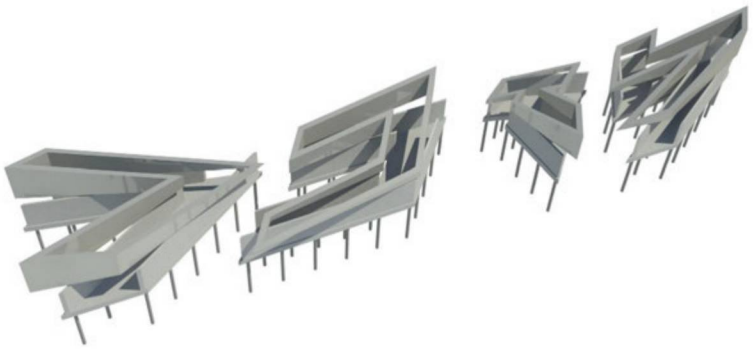
TO-03 - GWB metrotunnel

PROJECT: Holocaust NamenMonument

KENMERK: 4367 - TO-03

RAPPORTDATUM: 12-03-2019



OPDRACHTGEVER: Nederlands Auschwitz Comité

OPGESTELD DOOR: [redacted]

VRIJGEGEVEN DOOR: [redacted]

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2

2 Belastingen 5
2.1 Belasting op lage metrodek -3670 mm NAP 7
2.1.1 Verkeersklasse 45 7
2.1.2 Belastingen vanuit de letter Lamed 9
2.3 Belastingen op hoge metrodek -900 mm NAP 10
2.3.1 Verkeersklasse 45 10
2.3.2 Belastingen vanuit de letter Lamed 11

3 Gewichtsvergelijking tunneldek -3670 mm NAP 12
3.1 Huidige situatie 12
3.2 Nieuwe situatie 13
3.3 Conclusies 14

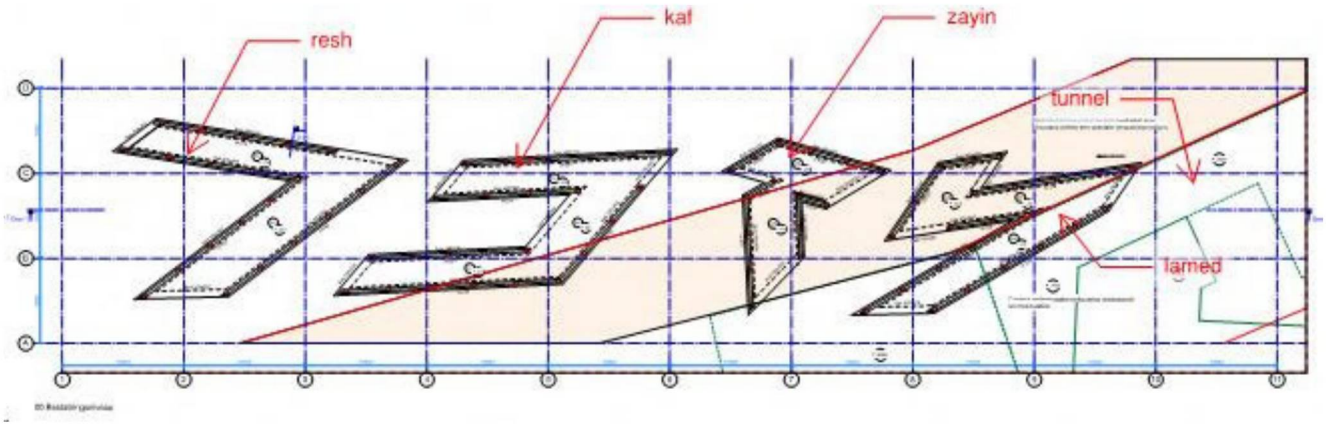
4 Gewichtsvergelijking tunneldek -900 mm NAP 15
4.1 Huidige situatie 15
4.2 Nieuwe situatie 16
4.2 Conclusies 17

5 TS uitvoer 18

1 Inleiding

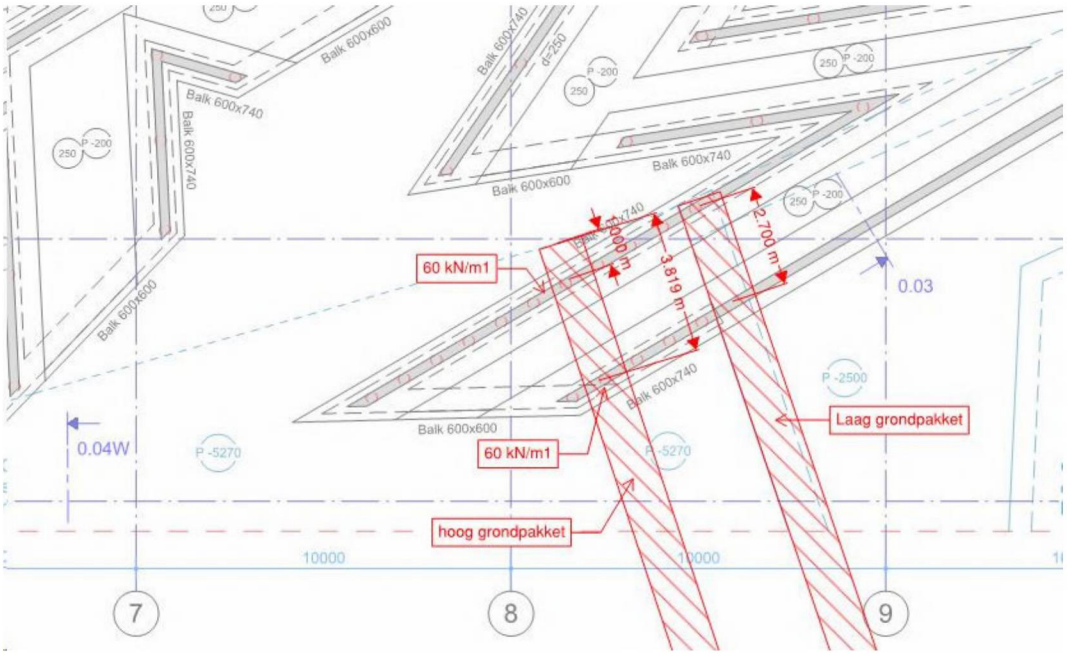
In opdracht van het Nederlands Auschwitz Comité is door IMd Raadgevende Ingenieurs een ontwerp gemaakt voor de hoofddraagconstructie van het Holocaust Namenmonument te Amsterdam.

Het door Studio Libeskind ontworpen plan omvat de vorm van de vier Hebreeuwse letters. Hierbij is Rijnbout de ondersteunende Nederlandse architect. De vier losstaande letters Lamed, Zayin, Kaf en Resh worden op het maaiveld gevormd door bakstenen muren. Elke Joods, of Roma slachtoffer, die in een buitenlands concentratiekamp tijdens de tweede wereldoorlog is omgekomen, krijgt een baksteen met daarop zijn of haar naam, de geboortedatum en de leeftijd van overlijden. Bovenop deze bakstenen muren komt eenzelfde letter van een reflecterend metaal (RVS) maar dan iets gedraaid ten opzichte van de bakstenen letter.

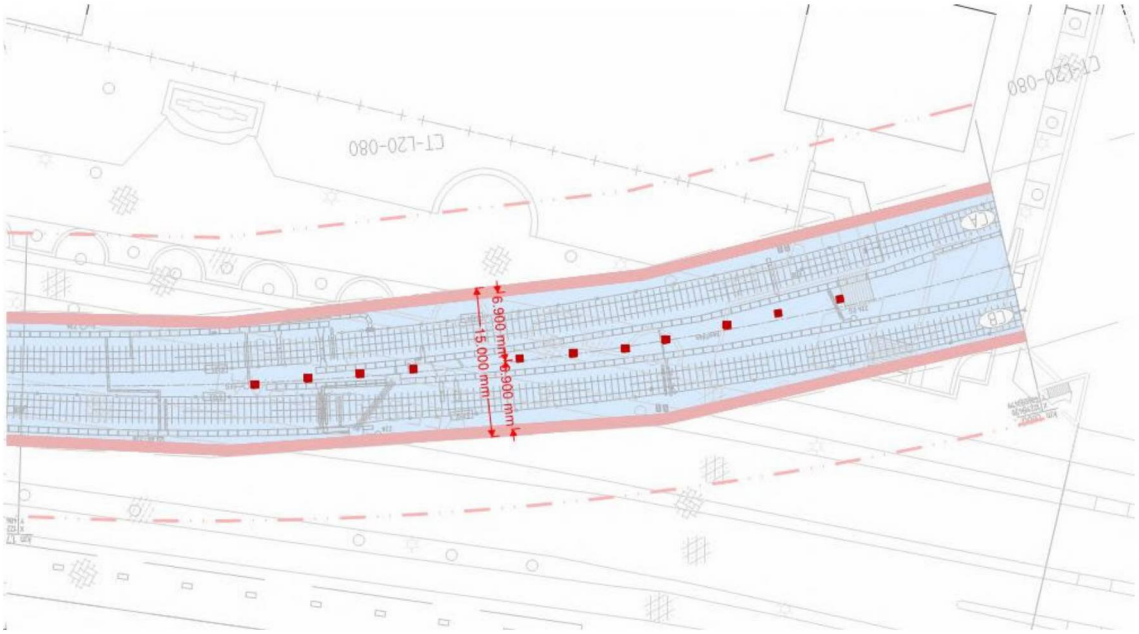


In dit voorliggende rapport wordt een gewichtsvergelijking gemaakt voor metrotunnel. De letter Lamed wordt deels op de metrotunnel gefundeerd. Het dek van de metrotunnel is berekend op een verkeersklasse 45 (3 aslasten van in totaal 450 kN). Een bestaande situatie met aslasten en gronddekking wordt vergeleken met een nieuwe situatie waarin de aslasten plaatsmaken voor de belastingen van letter Lamed.

Voor de vergelijking is het maatgevende deel van de tunnel beschouwd. Dit is tussen assen 8 en 9 van het monument. Waarbij twee stroken zijn berekend; een strook met een hoge gronddekking en een strook met een lage gronddekking.



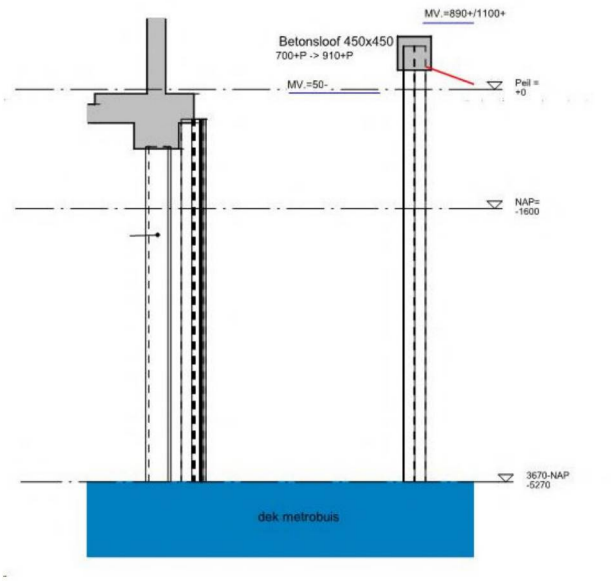
Op deze locaties wordt verondersteld dat er een tussensteunpunt in de tunnel aanwezig is en deze 15 meter in doorsnede is. Er wordt uitgegaan van 13,8 meter overspanning van hart-wand tot hart-wand, zie onderstaande afbeelding. Op deze locatie wordt de tunnel belast door twee lijnlasten vanuit de letter Lamed. De vergelijking is gebaseerd op een strookberekening van 1 meter breed. Hiervoor zijn de diverse belastingen eerst omgerekend naar een lijnlast. De situatie bij het station is niet onderzocht, de krachtswerking is op deze locatie niet duidelijk herleidbaar uit archiefstukken.



2 Belastingen

Permante belasting op het kelderdek bestaande uit het eigen gewicht en het grondpakket op de tunnel:

Het maaiveld is minstens gelegen op 50 mm onder peil. Peil is gelegen op 1,6 meter boven NAP.



Hoge gronddekking t.p.v. de diepe tunnel

Hoogte grond op kelderdek h.grond.A = 3,670 + 1,550 = 5,22 m

Belasting grond op kelderdek q.grond = h.grond.A * 18 = 93,96 kN/m2

Eigen gewicht kelderdek = 1,0 *25 = 25,00 kN/m2

Q.pb.dek.A = 118,96 kN/m2

Lage gronddekking tp.v. de verhoogde tunnel

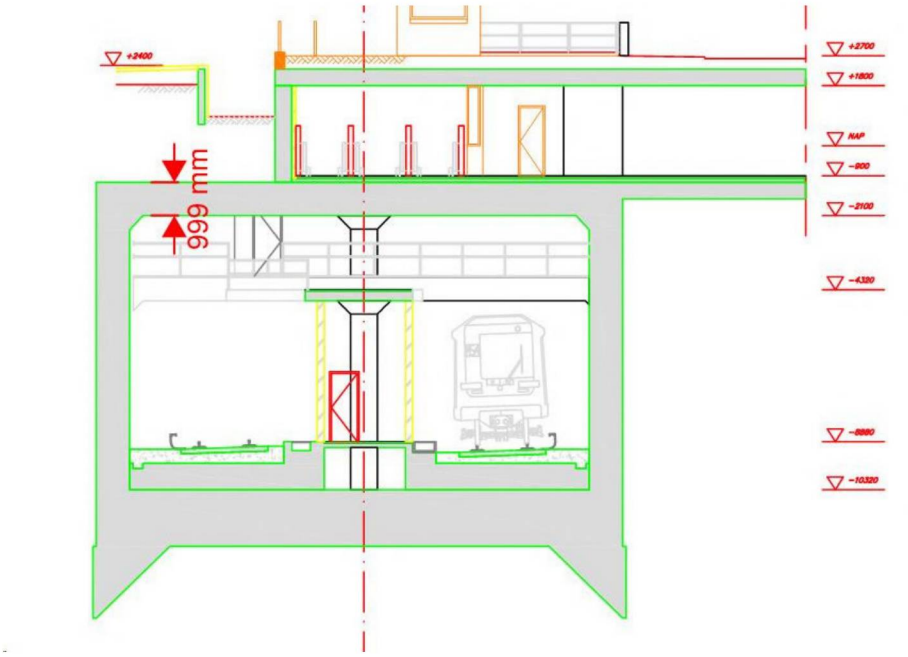
Hoogte grond op kelderdek h.grond.B = 0,900 + 1,550 = 2,45 m

Belasting grond op kelderdek q.grond = h.grond.B * 18 = 44,10 kN/m2

Eigen gewicht kelderdek = 1,0 *25 = 25,00 kN/m2

Q.pb.dek.B = 69,10 kN/m2

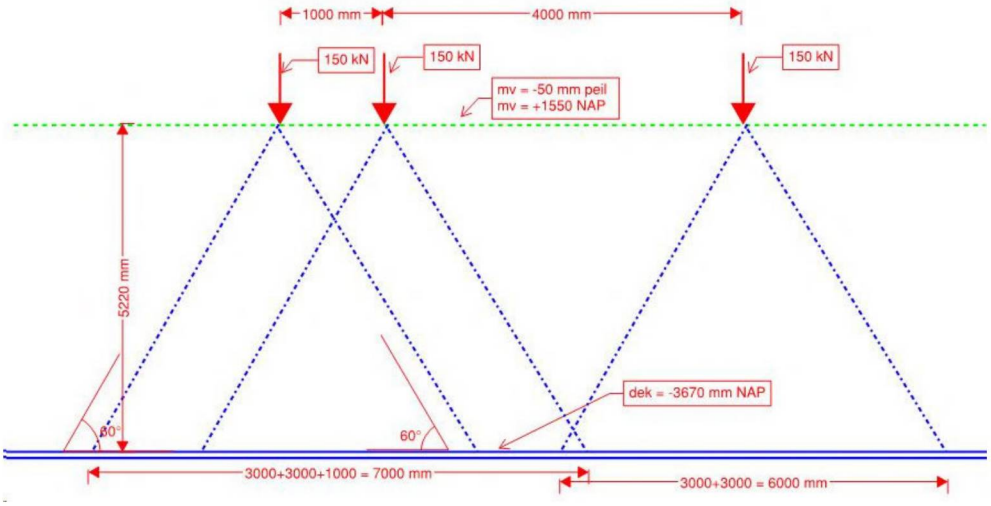
Doorsnede ten plaatse van het station. Voor het metrodek wordt een constante dikte aangenomen van een meter dik.



2.1 Belasting op lage metrodek -3670 mm NAP

2.1.1 Verkeersklasse 45

Het dek van de metrotunnel is berekend op verkeersklasse 45. Er wordt een situatie onderzocht waarbij een vrachtwagen met de drie assen op de tunnel wordt geplaatst. Deze assen zijn ieder 150 kN. De aslasten spreiden in twee richtingen over een hoek van 60 graden.



Achterassen:

In breedte richting geldt dat de belasting ook spreidt.

$$\text{spreiding} = \frac{\text{h.grond.A}}{\tan(60)} = \frac{5{,}22}{\tan(60)} = 3{,}0 \text{ m}$$

$$b = 2 * \text{spreiding} + 2{,}5 = 2 * 3{,}0 + 2{,}5 = 8{,}50 \text{ m}$$

$$l = 2 * \text{spreiding} + 1 = 7{,}00 \text{ m}$$

$$\text{A.tot} = l * b = 59{,}50 \text{ m}$$

Belasting van twee assen omgerekend naar een oppervlakte last:

$$\text{F.v45} = 150 * 2 = 300 \text{ kN}$$

$$\text{Q.v45} = \frac{\text{F.v45}}{\text{A.tot}} = \frac{300}{59{,}50} = 5{,}04 \text{ kN/m2}$$

Deze vlaklast wordt over een lengte van 7 meter op het metrodek geplaatst.

Vooras:

In breedte richting geldt dat de belasting ook spreidt.

$$b = 2 * \text{spreiding} + 2{,}5 = 2 * 3{,}0 + 2{,}5 = 8{,}50 \text{ m}$$

$$\text{A.tot} = (2 * \text{spreiding}) * b = (2 * 3{,}0) * 8{,}50 = 51{,}00 \text{ m2}$$

Belasting van twee assen omgerekend naar een oppervlakte last:

$$\text{F.v45} = 150 * 1 = 150 \text{ kN}$$

$$\text{Q.v45} = \frac{\text{F.v45}}{\text{A.tot}} = \frac{150}{51{,}00} = 2{,}94 \text{ kN/m2}$$

Deze vlaklast wordt over een lengte van 6 meter op het metrodek geplaatst.

2.1.2 Belastingen vanuit de letter Lamed

Fundering op staal met een lijnlast van 60 kN/m1 per strook. De letter is op staal gefundeerd. De belasting spreidt in een richting.

Evenwijdig aan de strookfundering geldt dat er geen spreiding is. In de dwarsrichting vind wel een spreiding plaats.

$$\text{spreiding} = \frac{\text{h.grond.A}}{\tan(60)} = \frac{5{,}22}{\tan(60)} = 3{,}0 \text{ m}$$

b = 2*spreiding + 1,0 = 7,00 m

A.tot = 1,00 * b = 7,00 m2

Belasting van twee stroken omgerekend naar een oppervlakte last:

qk.fundering = 60,00 kN/m1

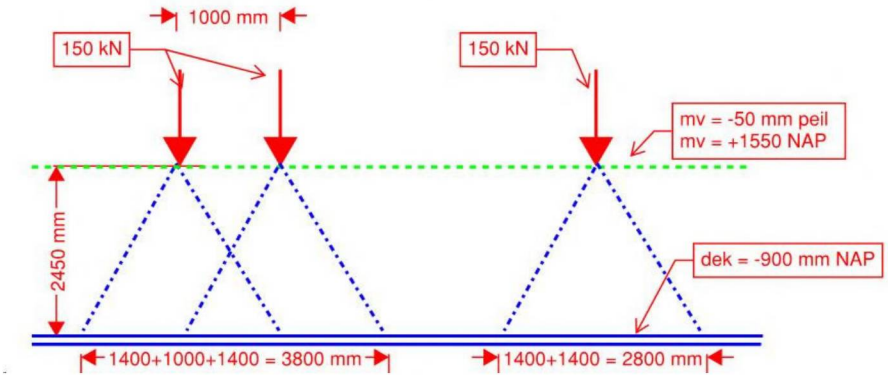
$$\text{Qk.fundering.A} = \frac{\text{qk.fundering}}{\text{A.tot}} = \frac{60{,}00}{7{,}00} = 8{,}57 \text{ kN/m2}$$

Deze vlaklast wordt over een lengte van 7,0 meter op het metrodek geplaatst.

2.3 Belastingen op hoge metrodek -900 mm NAP

2.3.1 Verkeersklasse 45

Het dek van de metrotunnel is berekend op verkeersklasse 45. Er wordt een situatie onderzocht waarbij een vrachtwagen met de drie assen op de tunnel wordt geplaatst. Deze assen zijn ieder 150 kN. De aslasten spreiden in twee richtingen over een hoek van 60 graden.



Achterassen:

In breedte richting geldt dat de belasting ook spreidt.

spreiding =	$\frac{h.grond.B}{\tan(60)} = \frac{2,45}{\tan(60)}$	=	1,4 m
b =	2 * spreiding + 2,5 = 2 * 1,4 + 2,5	=	5,30 m
l =	2 * spreiding + 1	=	3,80 m
A.tot =	l * b	=	20,14 m

Belasting van twee assen omgerekend naar een oppervlakte last:

F.v45 =	150 * 2	=	300 kN
Q.v45 =	$\frac{F.v45}{A.tot} = \frac{300}{20,14}$	=	14,90 kN/m2

Deze vlaklast wordt over een lengte van 3,8 meter op het metrodek geplaatst.

Vooras:

In breedte richting geldt dat de belasting ook spreidt.

b = 2 * spreiding + 2,5 = 2 * 1,4 + 2,5 = 5,30 m

A.tot = (2 * spreiding) * b = (2 * 1,4) * 5,30 = 14,84 m2

Belasting van twee assen omgerekend naar een oppervlakte last:

F.v45 = 150 * 1 = 150 kN

$$Q.v45 = \frac{F.v45}{A.tot} = \frac{150}{14,84} = 10,11 \text{ kN/m2}$$

Deze vlaklast wordt over een lengte van 2,8 meter op het metrodek geplaatst.

2.3.2 *Belastingen vanuit de letter Lamed*

Fundering op staal met een lijnlast van 60 kN/m1 per strook. De letter is op staal gefundeerd. De belasting spreidt in een richting.

Evenwijdig aan de strookfundering geldt dat er geen spreiding is. In de dwarsrichting vind wel een spreiding plaats.

$$\text{spreiding} = \frac{h.grond.B}{\tan(60)} = \frac{2,45}{\tan(60)} = 1,4 \text{ m}$$

b = 2*spreiding + 1,0 = 3,80 m

A.tot = 1,00 * b = 3,80 m2

Belasting van twee stroken omgerekend naar een oppervlakte last:

qk.fundering = 60,00 kN/m1

$$Qk.fundering.B = \frac{qk.fundering}{A.tot} = \frac{60,00}{3,80} = 15,79 \text{ kN/m2}$$

Deze vlaklast wordt over een lengte van 3,80 meter op het metrodek geplaatst.

3 Gewichtsvergelijking tunneldek -3670 mm NAP

3.1 Huidige situatie

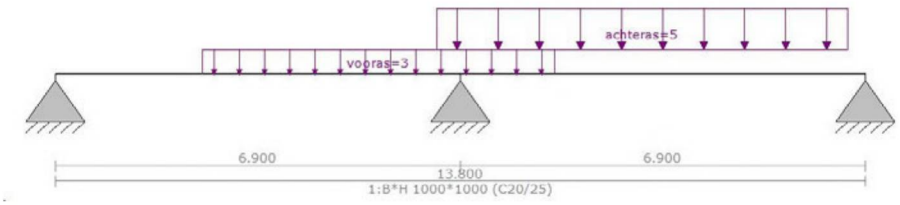
Er zijn vier berekeningen uitgevoerd met verschillende asposities. De maatgevende situatie is hieronder weergegeven:

qk.achteras =	5,04 kN/m1
l.achterassen =	7,00 m
qk.vooras =	2,94 kN/m1
l.vooras =	6,00 m1

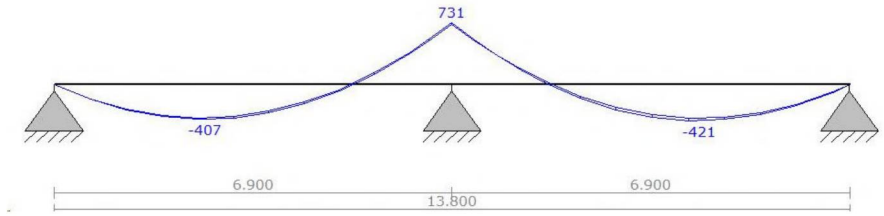
Belasting vanuit het grondpakket en het eigen gewicht van de metrotunnel:

Q.pb.dek.A = 119,0 kN/m1

Weergave van de aslasten op het liggerschema:



Karakteristieke momentenlijn met verkeersbelasting:



3.2 Nieuwe situatie

Geen verkeersbelasting meer gerekend. Belasting vanuit de letter Lamed volgens:

Q.pb.dek.A = 119,0 kN/m1

Qk.fundering.A = 8,57 kN/m2

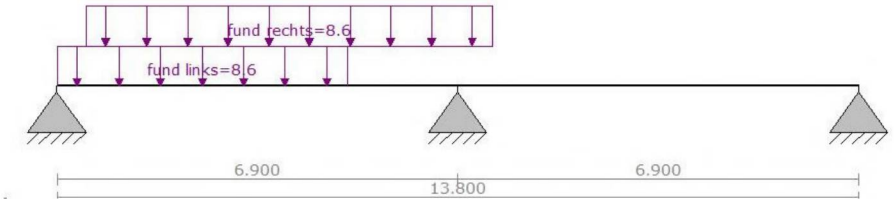
Lengte fundering

$$\text{spreiding} = \frac{\text{h.grond.A}}{\tan(60)} = \frac{5{,}22}{\tan(60)} = 3{,}0 \text{ m}$$

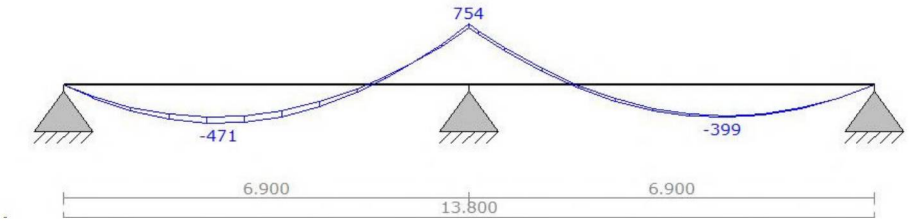
links l = 1 + 1 + spreiding = 1 + 1 + 3,0 = 5,0 m

rechts l = spreiding * 2 + 1 = 3,0 * 2 + 1 = 7,0 m

Weergave fundering op de betonstrook.



Karakteristieke momentenlijn met funderingsbelasting:



3.3 Conclusies

Toename van het veldmoment op de metrotunnel:

Med.oud = 421 kNm

Med.nieuw = 471 kNm

$$U.C = \frac{Med.nieuw}{Med.oud} = \frac{471}{421} = 1,12$$

Toename van het steunpuntsmoment op de metrotunnel:

Med.oud = 731 kNm

Med.nieuw = 754 kNm

$$U.C = \frac{Med.nieuw}{Med.oud} = \frac{754}{731} = 1,03$$

De toename van de momenten in de karakteristieke situatie op de metrotunnel is minimaal. Verreweg het grootste deel van de belasting op het dek betreft het grondpakket en het eigen gewicht van de buis.

Bovenstaande vergelijking is op basis van karakteristieke belastingen, wanneer er voor de nieuwe situatie wordt gerekend met belastingfactoren volgens de NEN8700 (bestaande bouw), zullen de rekenwaarde van de buigende momenten in de nieuwe situatie zeker lager uitvallen in vergelijking met de oorspronkelijk rekenwaarde van de buigende momenten.

4 Gewichtsvergelijking tunneldek -900 mm NAP

4.1 Huidige situatie

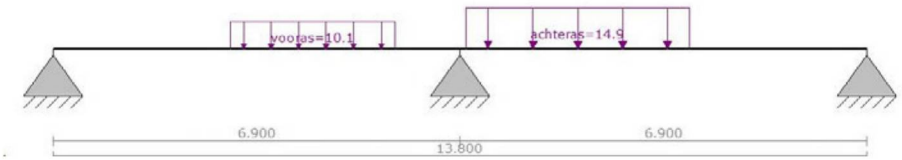
Er zijn vier berekeningen uitgevoerd met verschillende asposities. De maatgevende situatie is hieronder weergegeven:

qk.achteras =	14,90 kN/m1
l.achterassen =	3,80 m
qk.vooras =	10,10 kN/m1
l.vooras =	2,80 m1

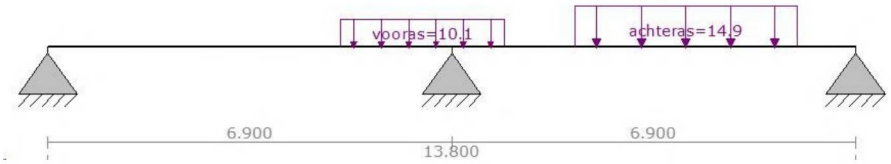
Belasting vanuit het grondpakket en het eigen gewicht van de metrotunnel:

Q.pb.dek.B = 69,1 kN/m1

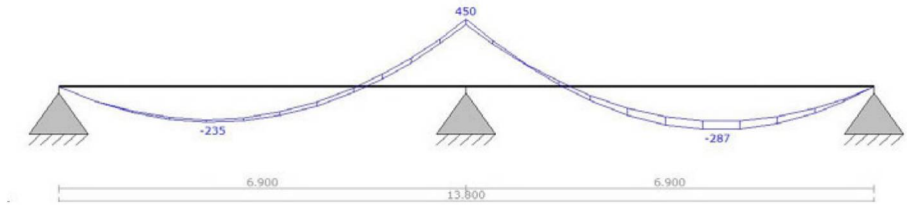
Weergave van de aslasten op het liggerschema maatgevend voor het steunpuntsmoment:



Weergave van de aslasten op het liggerschema maatgevend voor het veldmoment.



Karakteristieke momentenlijn met verkeersbelasting (weergave van maatgevende veldmoment):



4.2 Nieuwe situatie

Geen verkeersbelasting meer gerekend. Belasting vanuit de letter Lamed volgens:

Q.pb.dek.B = 69,1 kN/m1

Qk.fundering.B = 15,79 kN/m2

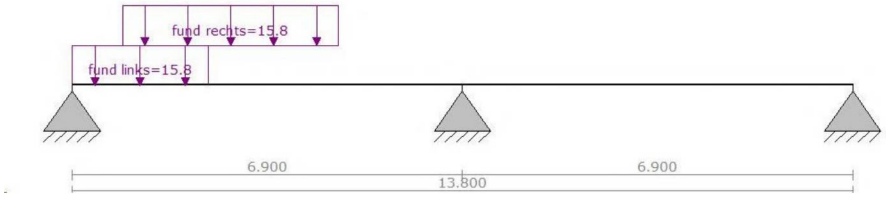
Lengte fundering

$$\text{spreiding} = \frac{\text{h.grond.B}}{\tan(60)} = \frac{2{,}45}{\tan(60)} = 1{,}4 \text{ m}$$

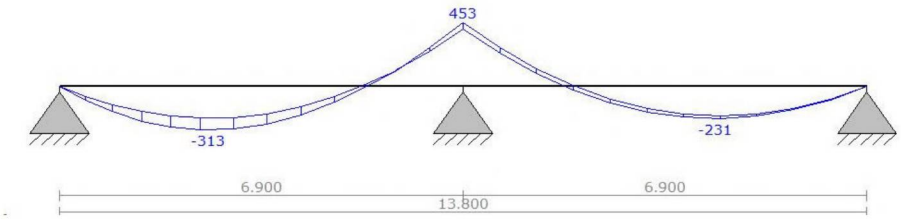
links l = 1 + spreiding = 1 + 1,4 = 2,4 m

rechts l = spreiding * 2 + 1 = 1,4 * 2 + 1 = 3,8 m

Weergave fundering op de betonstrook.



Karakteristieke momentenlijn met funderingsbelasting:



4.2 Conclusies

Toename van het veldmoment op de metrotunnel:

Med.oud = 287 kNm

Med.nieuw = 313 kNm

$$U.C = \frac{Med.nieuw}{Med.oud} = \frac{313}{287} = 1,09$$

Toename van het steunpuntsmoment op de metrotunnel:

Med.oud = 457 kNm

Med.nieuw = 453 kNm

$$U.C = \frac{Med.nieuw}{Med.oud} = \frac{453}{457} = 0,99$$

De toename van de momenten in de karakteristieke situatie op de metrotunnel is minimaal. Verreweg het grootste deel van de belasting op het dek betreft het grondpakket en het eigen gewicht van de buis.

Bovenstaande vergelijking is op basis van karakteristieke belastingen, wanneer er voor de nieuwe situatie wordt gerekend met belastingfactoren volgens de NEN8700 (bestaande bouw), zullen de rekenwaarde van de buigende momenten in de nieuwe situatie zeker lager uitvallen in vergelijking met de oorspronkelijk rekenwaarde van de buigende momenten.

5 TS uitvoer

Technosoft Liggers release 6.29 12 mrt 2019
Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP
Constructeur.: PD
Opdrachtgever:
Dimensies....: kN/m/rad
Datum.....: 04/03/2019
Bestand.....: q:\4367\01-berekeningen\ts-reken\03-bestek\4367 - gwb metrotunnel.dlw

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

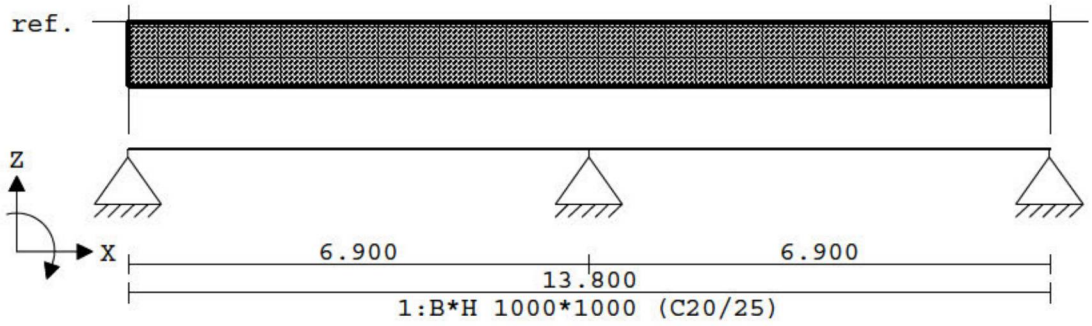
Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)

LIGGER:bestaand 1

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 1



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C20/25	7480	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Omschrijving	Cement	Kruipfac.
1	C20/25	N	3.01

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*1000	1:C20/25	1.0000e+06	8.3333e+10	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	1000	500.0	0:RH				

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



BELASTINGGEVALLEN

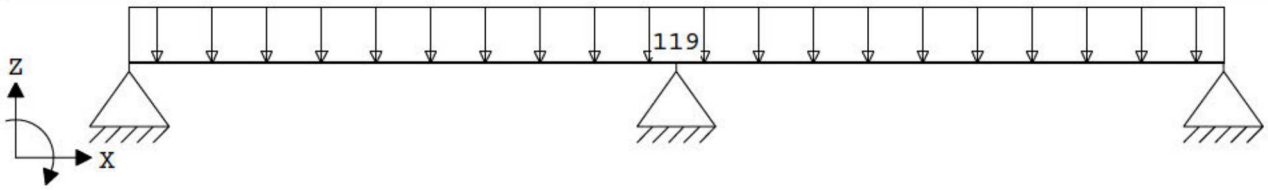
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				0.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.40	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:1 Permanent



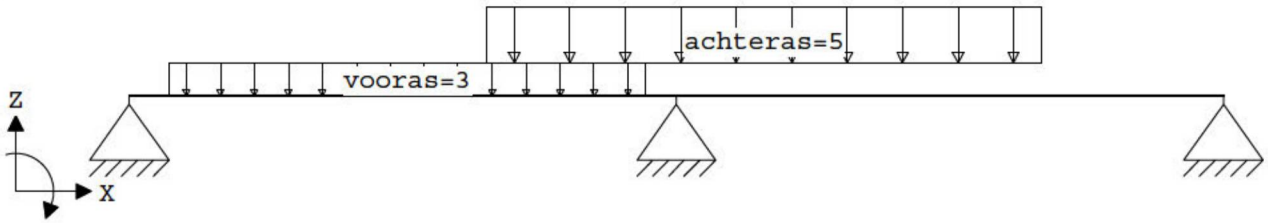
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-119.000	-119.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-5.000	-5.000		4.500	7.000
2		1:q-last	vooras	-3.000	-3.000		0.500	6.000

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor
1	Fund.	1	Perm 1.00	2	Extr 1.00				

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

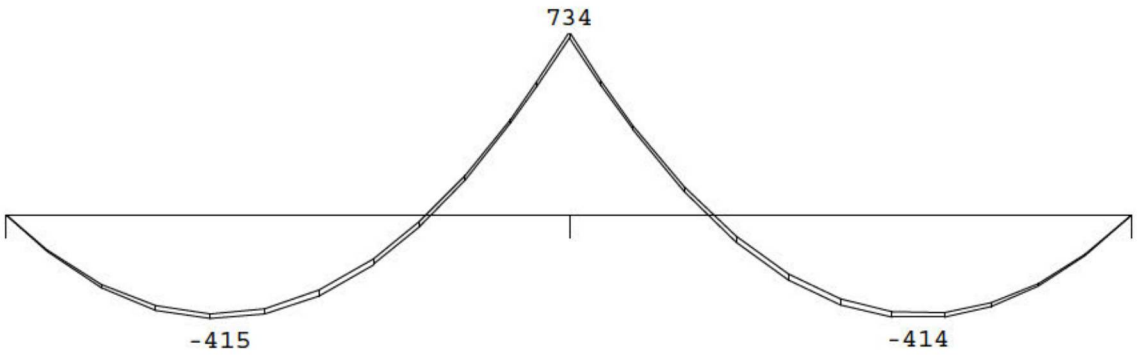
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Velden met gunstige werking

1 Alle velden de factor:1.00

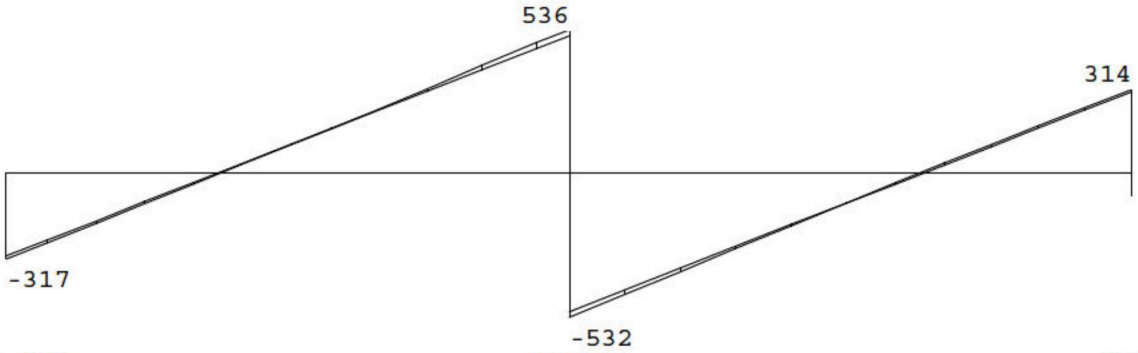
MOMENTEN

Ligger:bestaand 1 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 1 B.C:1



Fmin:306	1026		306
Fmax:317	1068		314

REACTIES

Ligger:bestaand 1 B.C:1

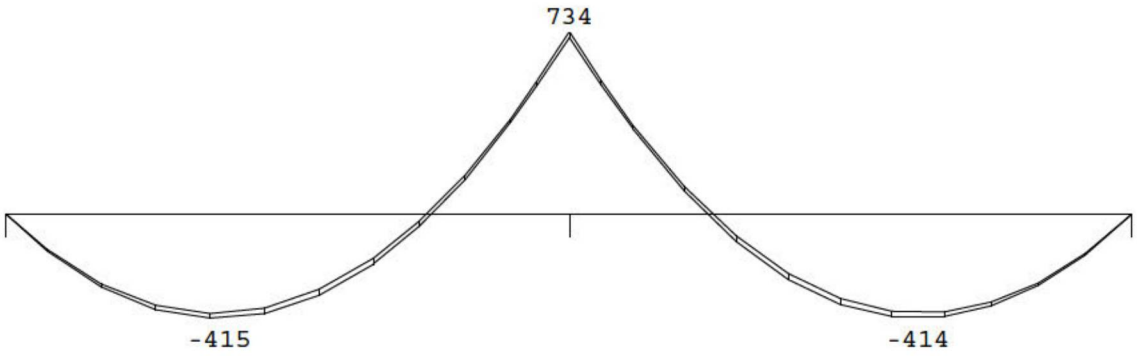
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	306.21	316.89	0.00	0.00
2	1026.38	1068.11	0.00	0.00
3	305.94	313.88	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

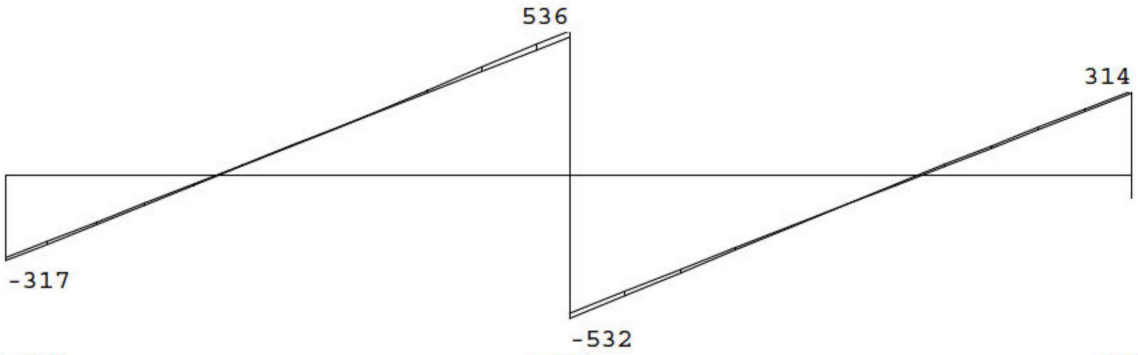
MOMENTEN

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie



Fmin:306	1026		306
Fmax:317	1068		314

REACTIES

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie

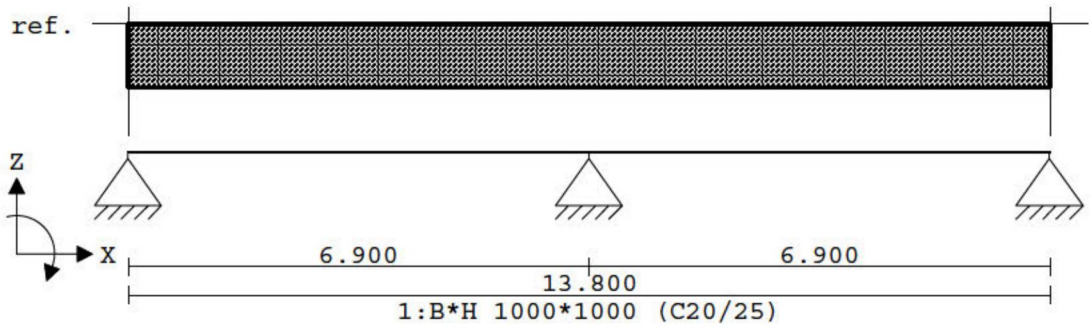
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	306.21	316.89	0.00	0.00
2	1026.38	1068.11	0.00	0.00
3	305.94	313.88	0.00	0.00

LIGGER:nieuw

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:nieuw



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

VELDLENGTEN

Ligger:nieuw

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

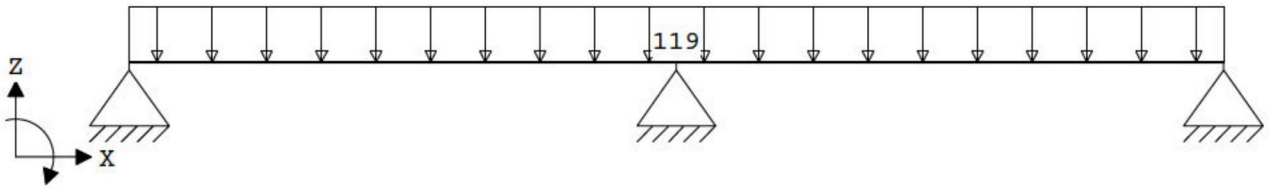
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:1 Permanent



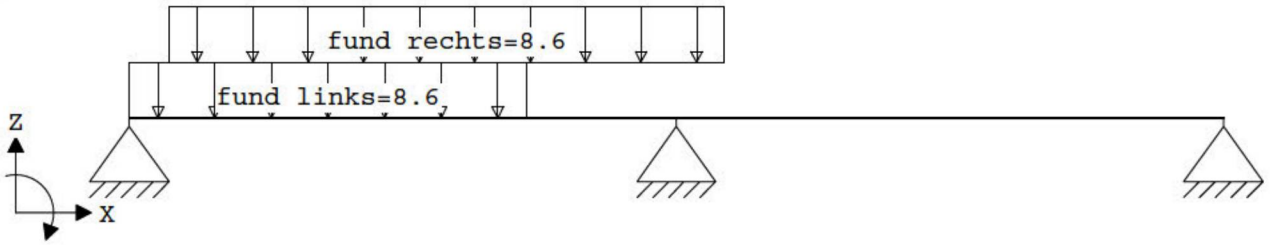
VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-119.000	-119.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:2 Veranderlijk



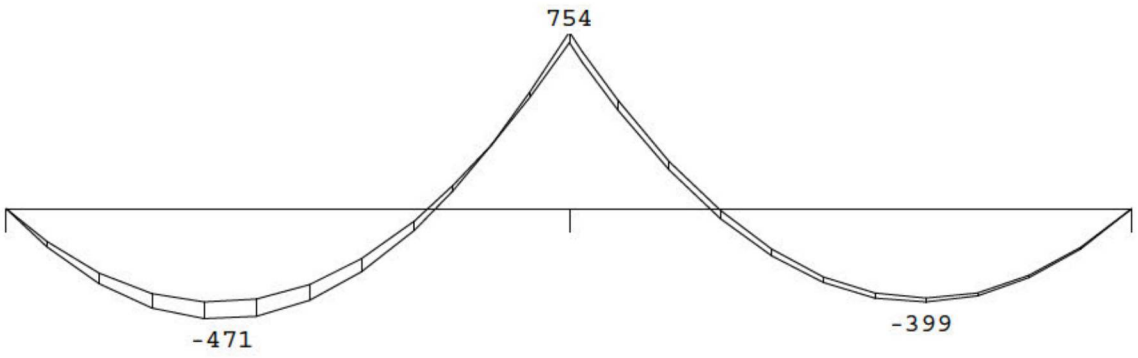
VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	fund links	-8.600	-8.600		0.000	5.000
2		1:q-last	fund rechts	-8.600	-8.600		0.500	7.000

MOMENTEN

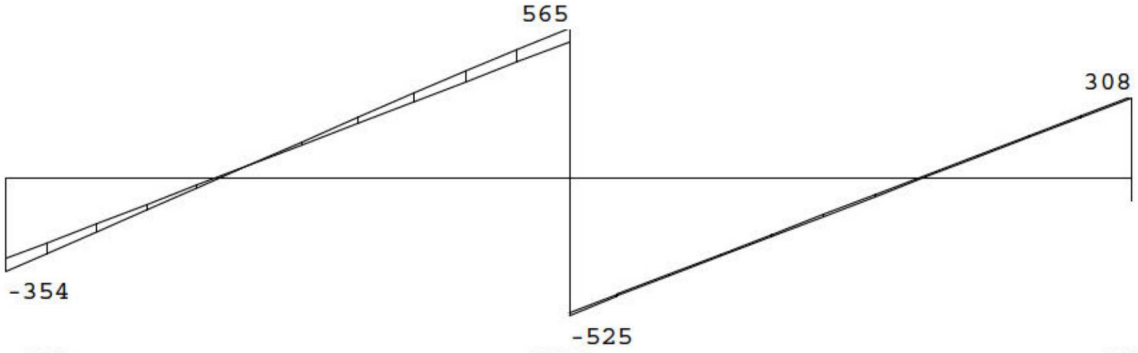
Ligger:nieuw B.C:1



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

DWARSKRACHTEN

Ligger:nieuw B.C:1



Fmin:308	1026		301
Fmax:354	1090		308

REACTIES

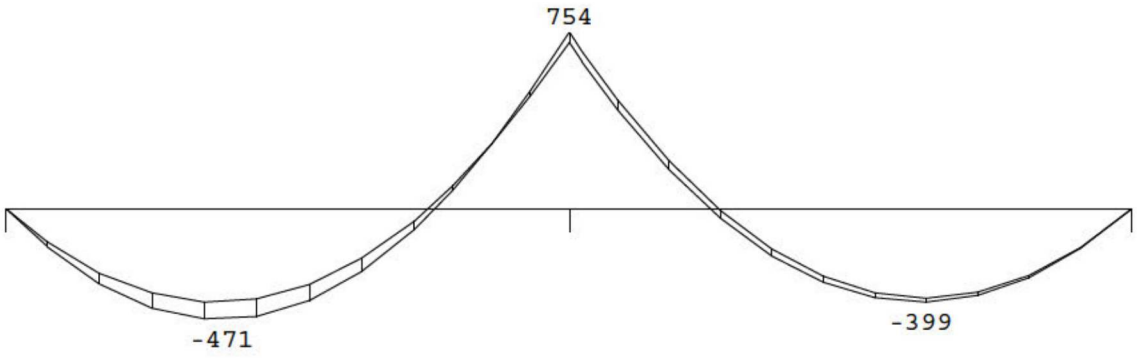
Ligger:nieuw B.C:1

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	307.81	354.32	0.00	0.00
2	1026.38	1089.69	0.00	0.00
3	301.37	308.03	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

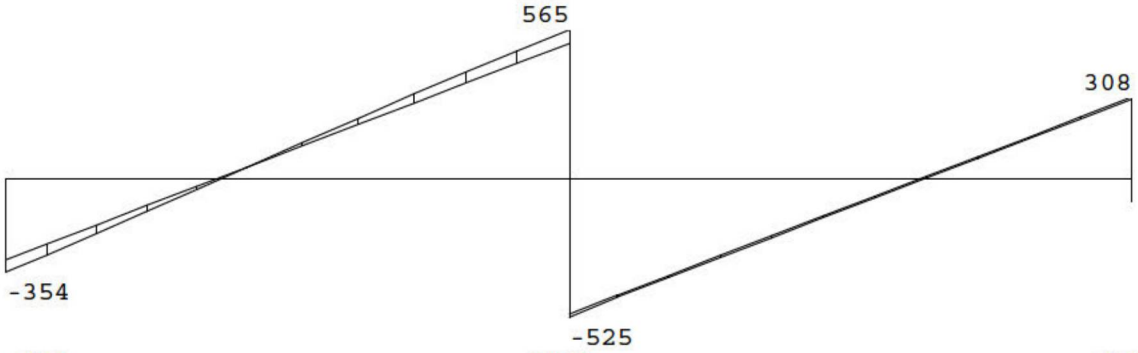
MOMENTEN

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie



Fmin:308	1026		301
Fmax:354	1090		308

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

REACTIES

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie

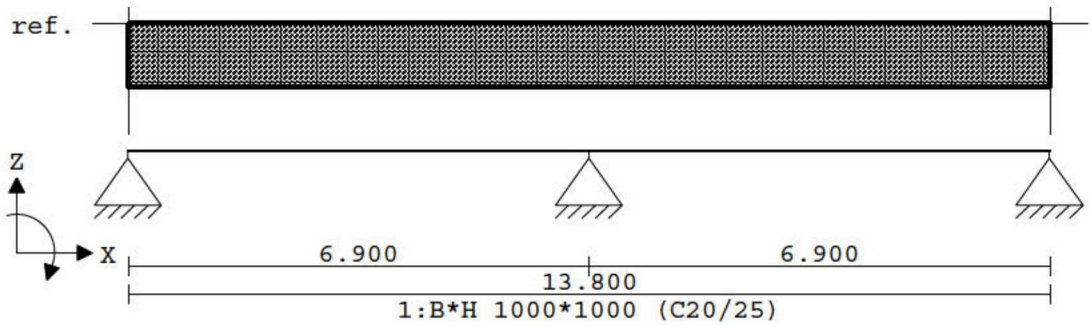
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	307.81	354.32	0.00	0.00
2	1026.38	1089.69	0.00	0.00
3	301.37	308.03	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 2

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 2



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 2

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

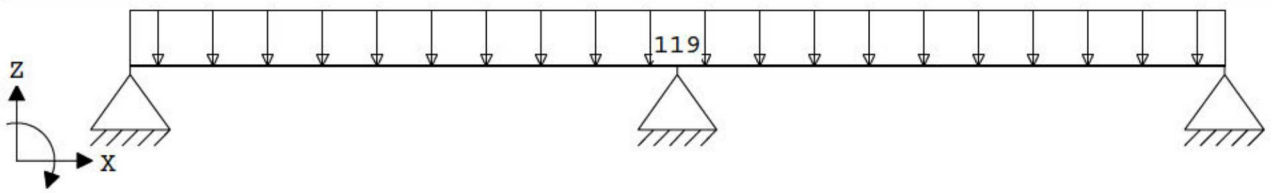
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

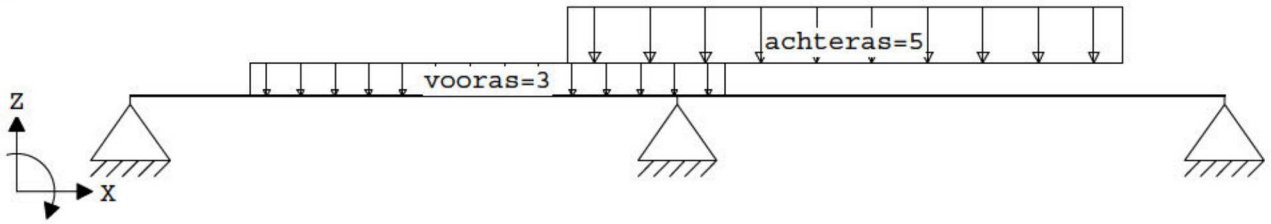
Ligger:bestaand 2 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-119.000	-119.000		0.000	13.800

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:2 Veranderlijk



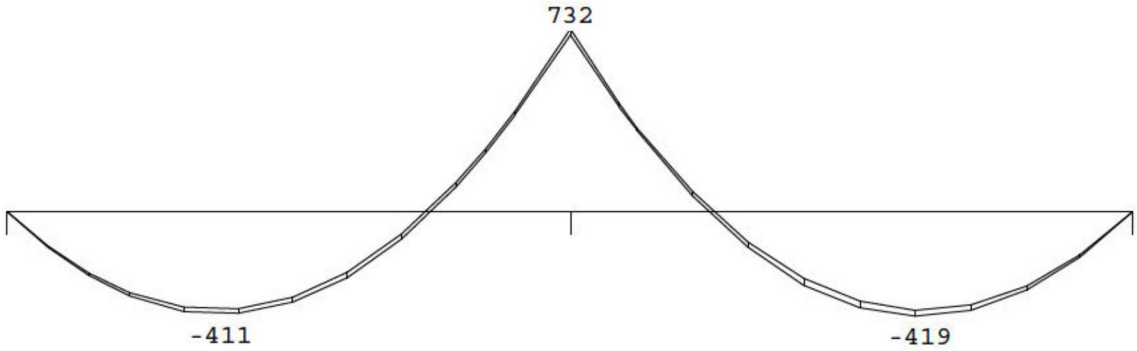
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-5.000	-5.000		5.500	7.000
2		1:q-last	vooras	-3.000	-3.000		1.500	6.000

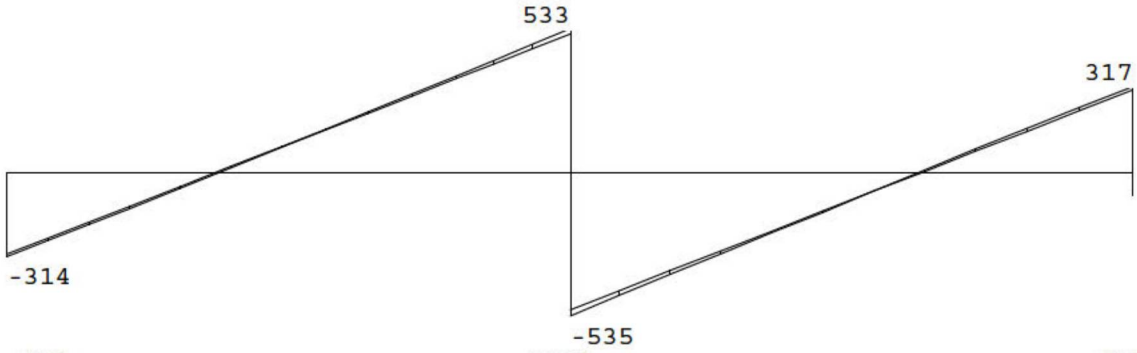
MOMENTEN

Ligger:bestaand 2 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 2 B.C:1



Fmin:306	1026	306
Fmax:314	1068	317

REACTIES

Ligger:bestaand 2 B.C:1

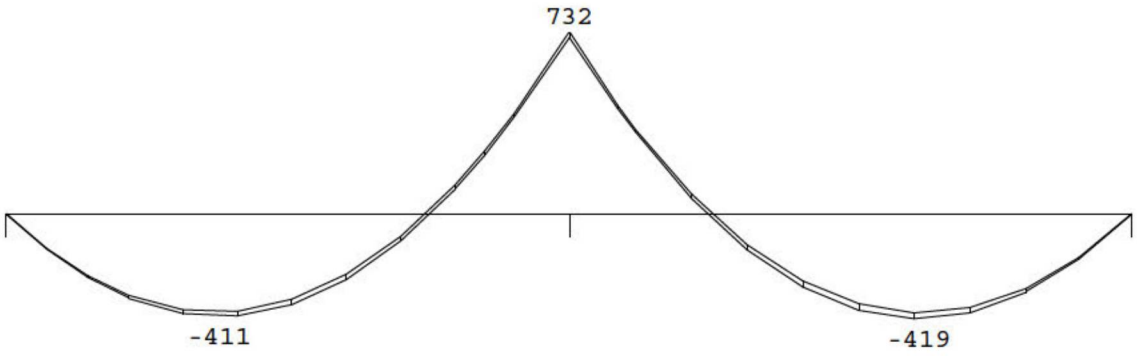
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	305.87	313.50	0.00	0.00
2	1026.38	1067.89	0.00	0.00
3	306.45	317.31	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

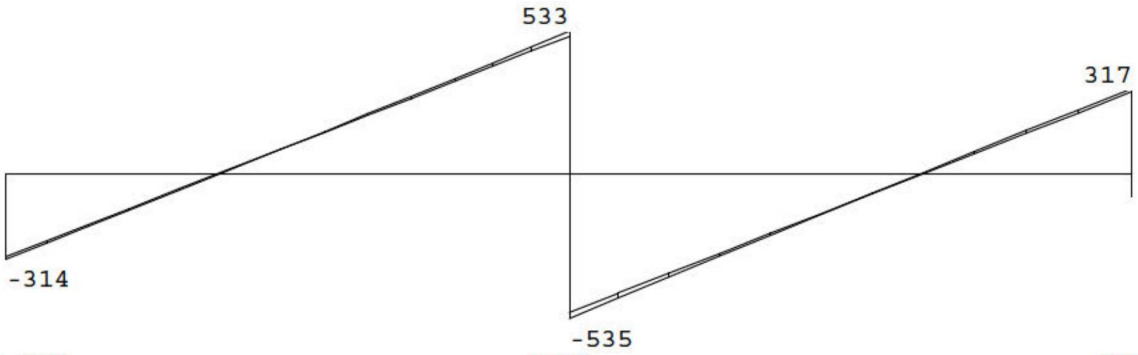
MOMENTEN

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie



Fmin:306	1026		306
Fmax:314	1068		317

REACTIES

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie

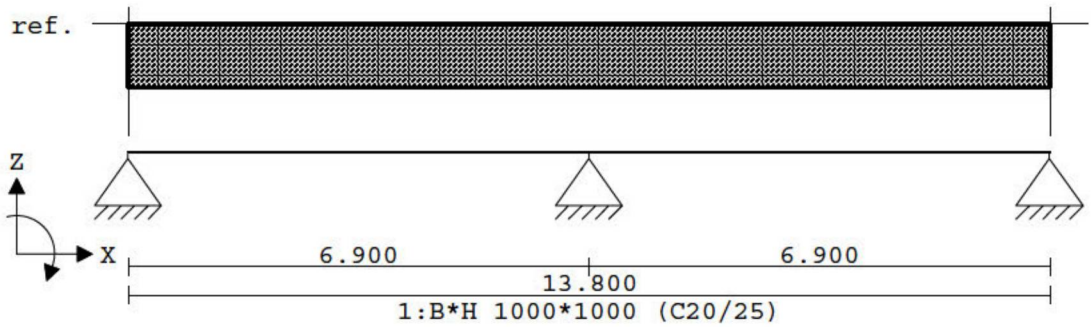
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	305.87	313.50	0.00	0.00
2	1026.38	1067.89	0.00	0.00
3	306.45	317.31	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 3

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 3



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 3

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

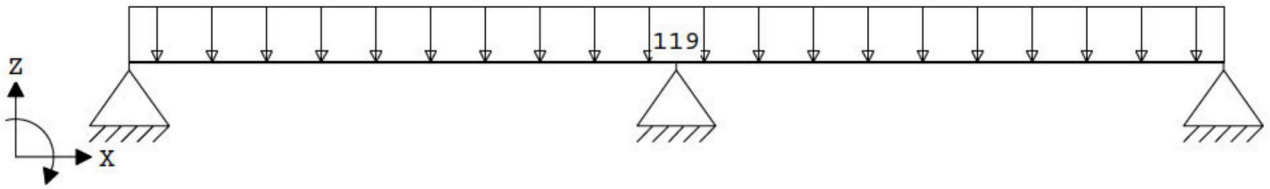
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:1 Permanent



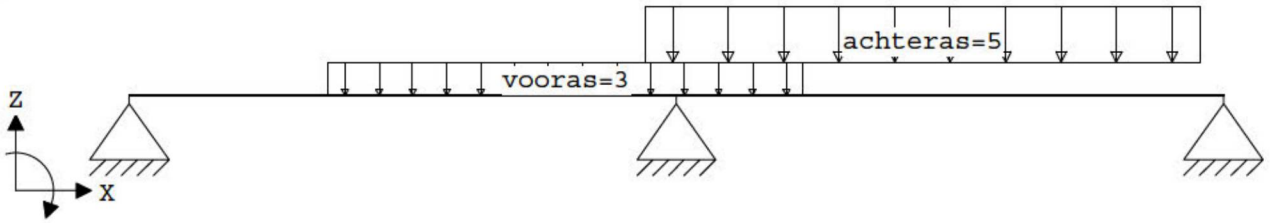
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-119.000	-119.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:2 Veranderlijk



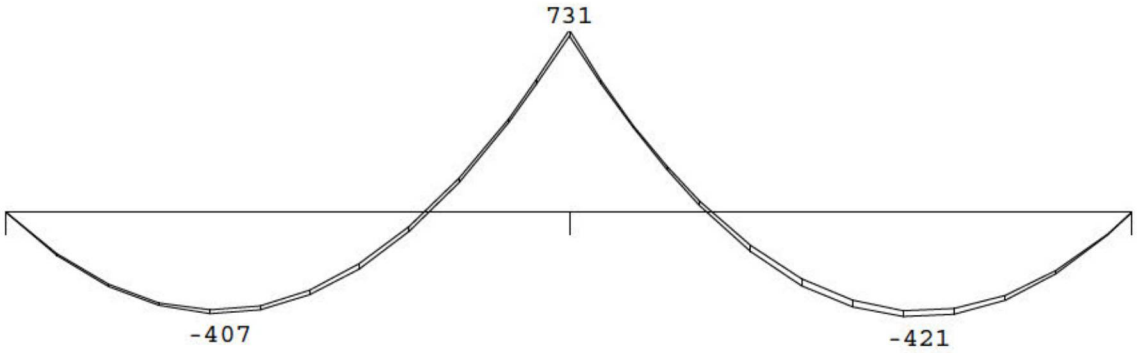
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-5.000	-5.000		6.500	7.000
2		1:q-last	vooras	-3.000	-3.000		2.500	6.000

MOMENTEN

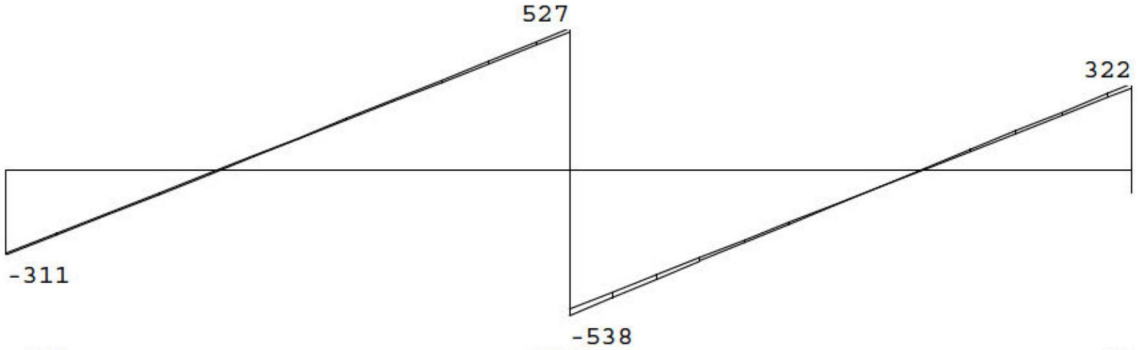
Ligger:bestaand 3 B.C:1



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 3 B.C:1



Fmin:306	1026	307
Fmax:311	1066	322

REACTIES

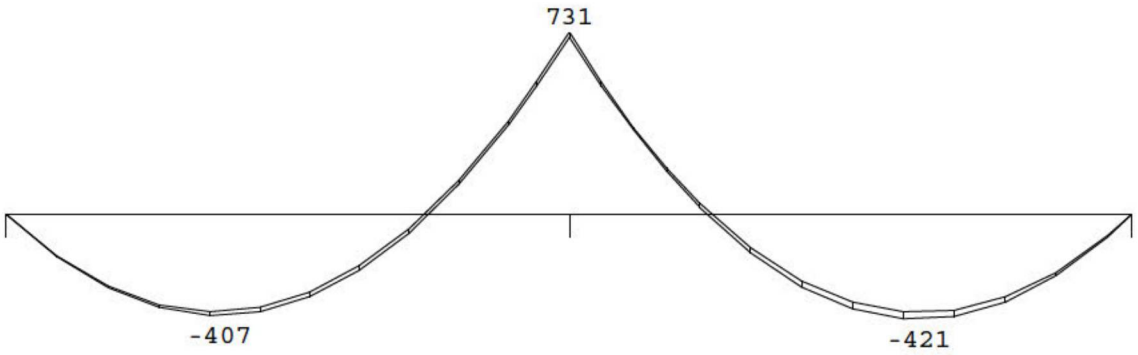
Ligger:bestaand 3 B.C:1

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	305.55	311.18	0.00	0.00
2	1026.38	1065.51	0.00	0.00
3	306.91	321.89	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

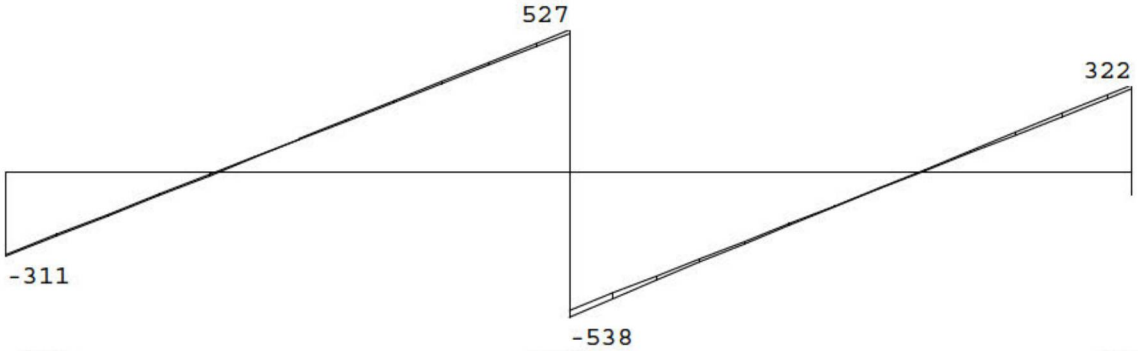
MOMENTEN

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie



Fmin:306	1026	307
Fmax:311	1066	322

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

REACTIES

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie

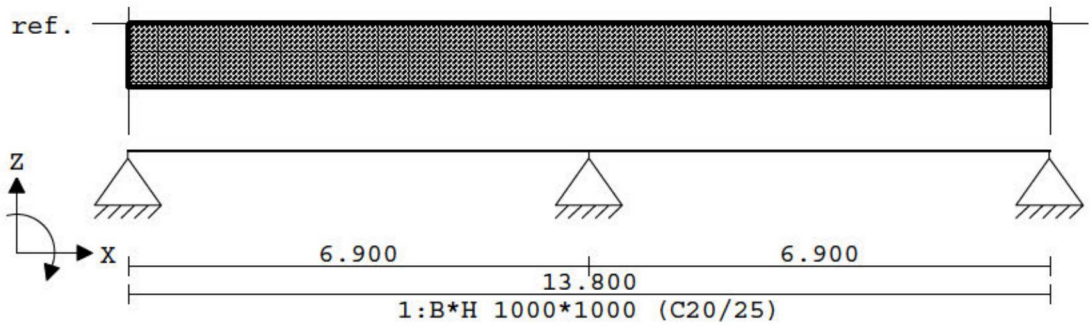
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	305.55	311.18	0.00	0.00
2	1026.38	1065.51	0.00	0.00
3	306.91	321.89	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 4

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 4



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 4

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

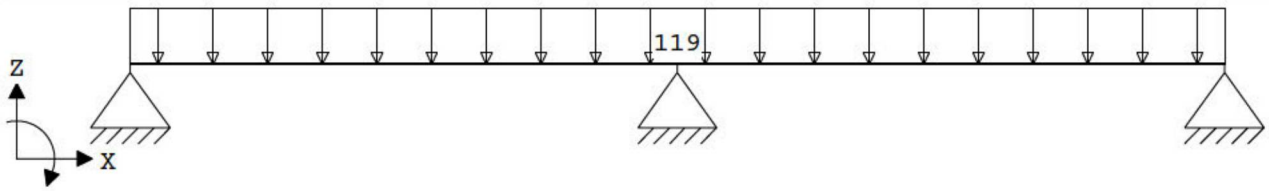
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:1 Permanent



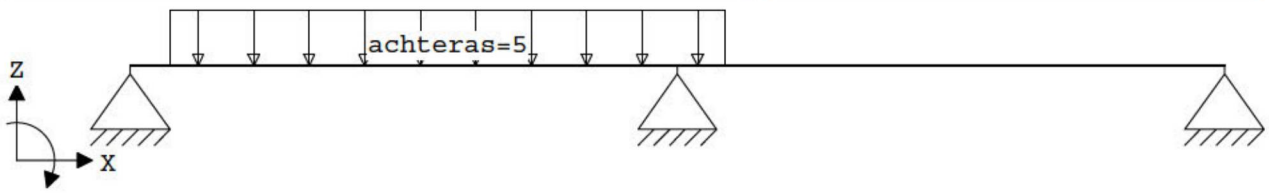
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-119.000	-119.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:2 Veranderlijk



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

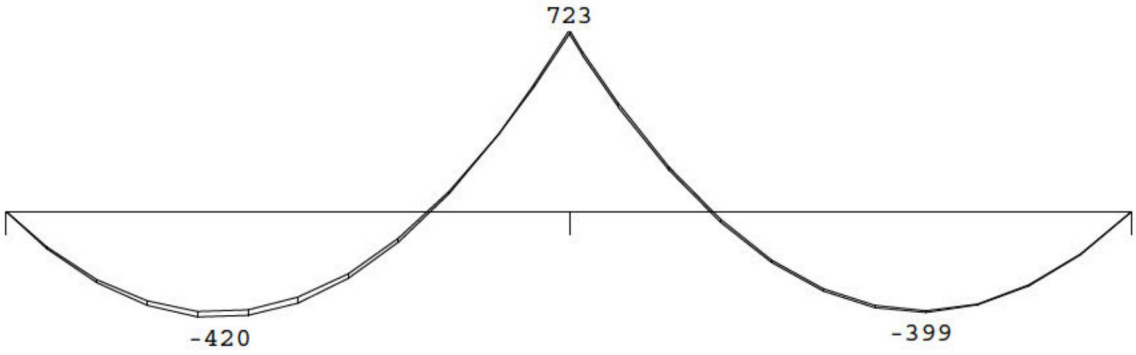
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-5.000	-5.000		0.500	7.000

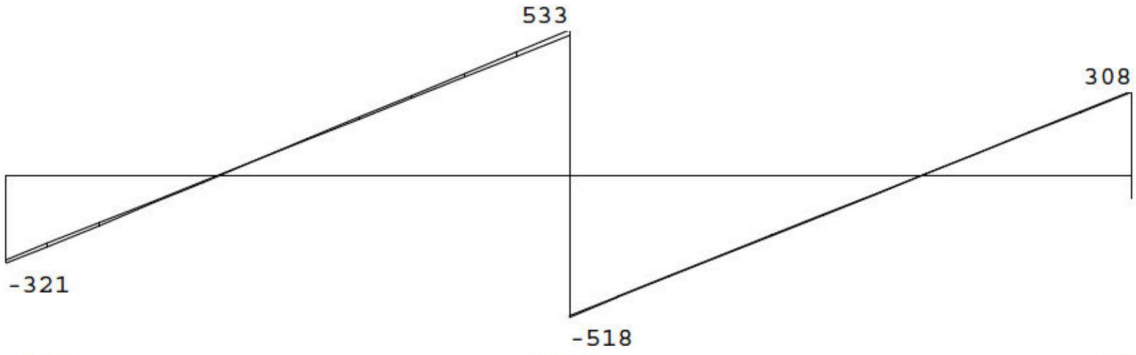
MOMENTEN

Ligger:bestaand 4 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 4 B.C:1



Fmin:308	1026	306
Fmax:321	1051	308

REACTIES

Ligger:bestaand 4 B.C:1

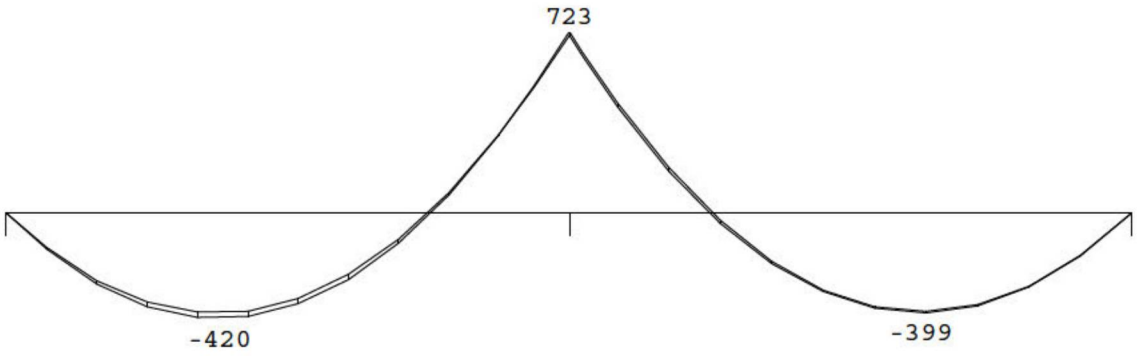
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	307.85	320.62	0.00	0.00
2	1026.38	1050.79	0.00	0.00
3	305.78	307.98	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -3670 NAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

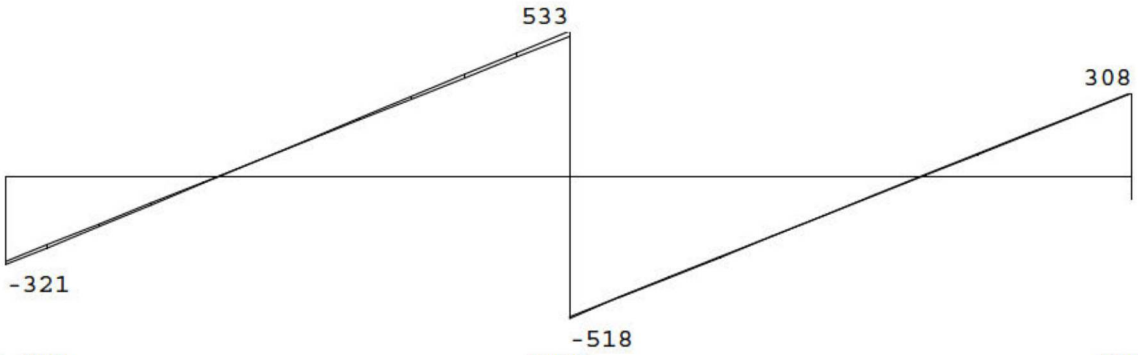
MOMENTEN

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie



Fmin:308	1026		306
Fmax:321	1051		308

REACTIES

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	307.85	320.62	0.00	0.00
2	1026.38	1050.79	0.00	0.00
3	305.78	307.98	0.00	0.00

Technosoft Liggers release 6.29 12 mrt 2019
Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP
Constructeur.: PD
Opdrachtgever:
Dimensies....: kN/m/rad
Datum.....: 04/03/2019
Bestand.....: q:\4367\01-berekeningen\ts-reken\03-bestek\4367 - gwb metrotunnel hoog.dlw

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

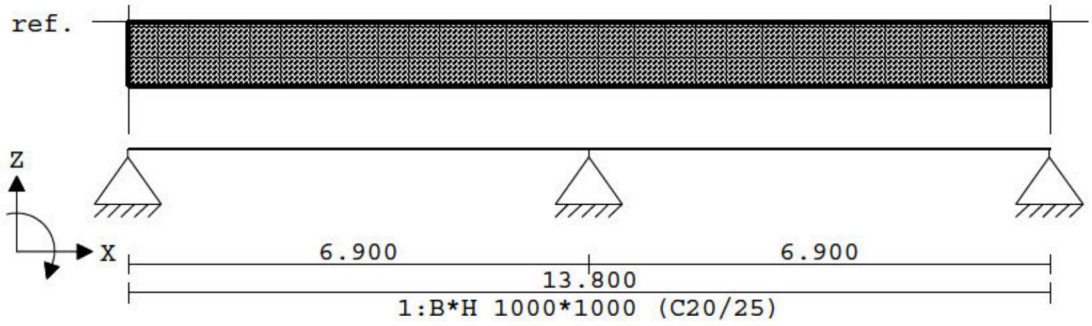
Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)

LIGGER:bestaand 1

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 1



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C20/25	7480	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Omschrijving	Cement	Kruipfac.
1	C20/25	N	3.01

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*1000	1:C20/25	1.0000e+06	8.3333e+10	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	1000	500.0	0:RH				

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



BELASTINGGEVALLEN

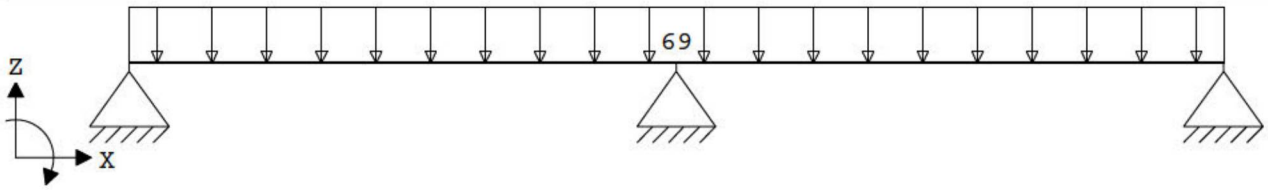
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				0.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.40	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (p_rep)

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:1 Permanent



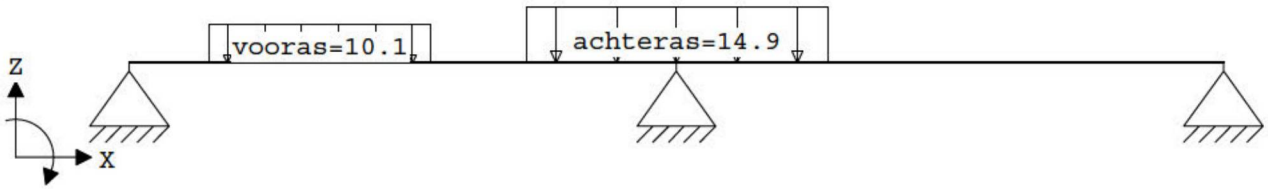
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-69.000	-69.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 1 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-14.900	-14.900		5.000	3.800
2		1:q-last	vooras	-10.100	-10.100		1.000	2.800

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor	BG	Gen. Factor
1	Fund.	1	Perm 1.00	2	Extr 1.00				

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

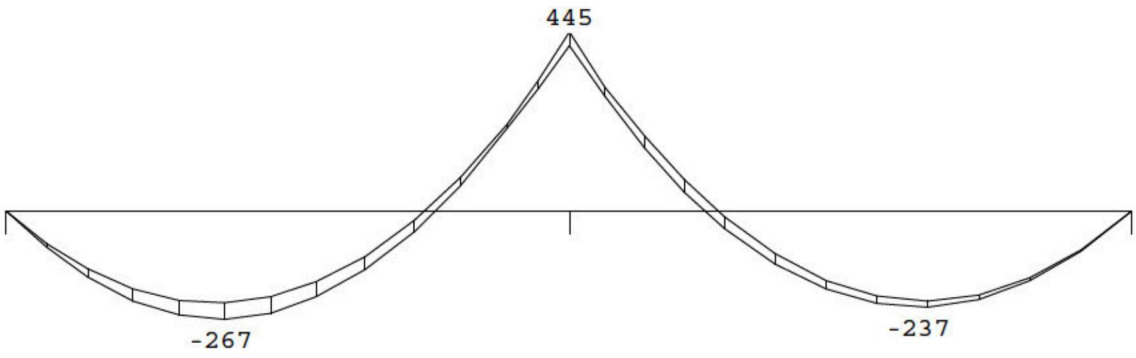
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Velden met gunstige werking

1 Alle velden de factor:1.00

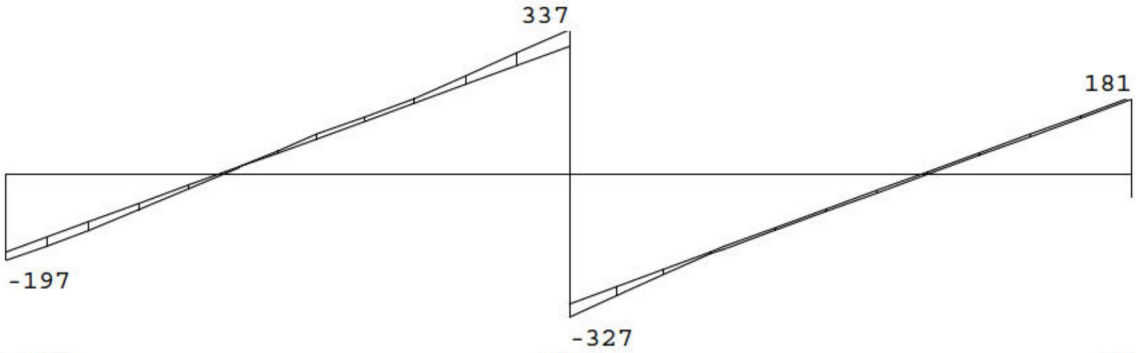
MOMENTEN

Ligger:bestaand 1 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 1 B.C:1



Fmin:177	595		175
Fmax:197	664		181

REACTIES

Ligger:bestaand 1 B.C:1

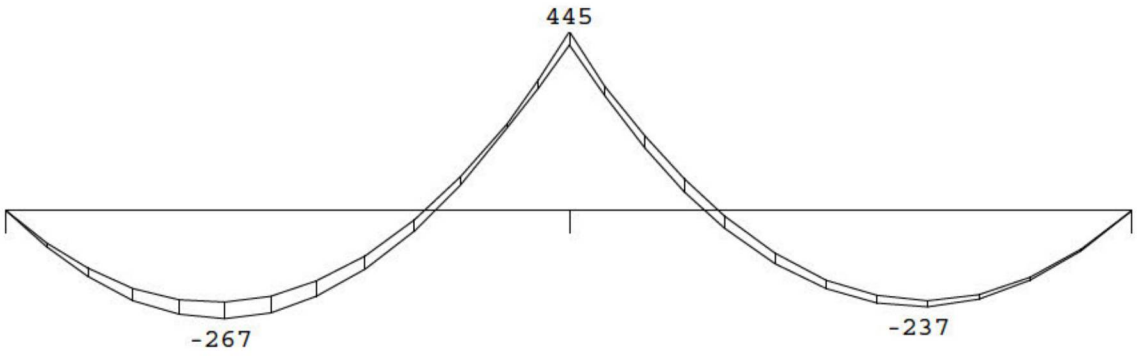
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	177.09	197.37	0.00	0.00
2	595.13	663.70	0.00	0.00
3	175.03	180.99	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

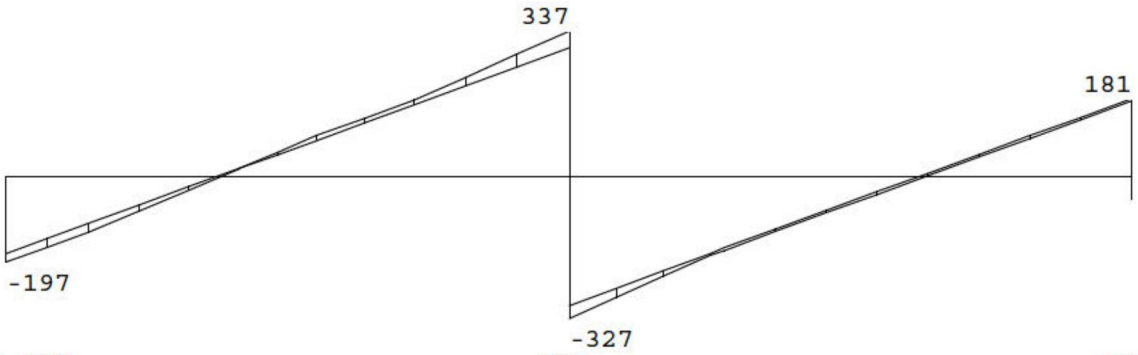
MOMENTEN

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie



Fmin:177	595		175
Fmax:197	664		181

REACTIES

Ligger:bestaand 1 Fundamentele combinatie

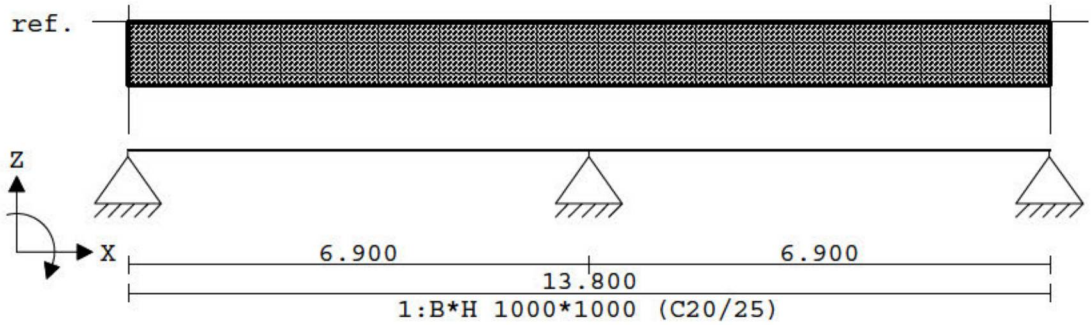
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	177.09	197.37	0.00	0.00
2	595.13	663.70	0.00	0.00
3	175.03	180.99	0.00	0.00

LIGGER:nieuw

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:nieuw



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

VELDLENGTEN

Ligger:nieuw

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

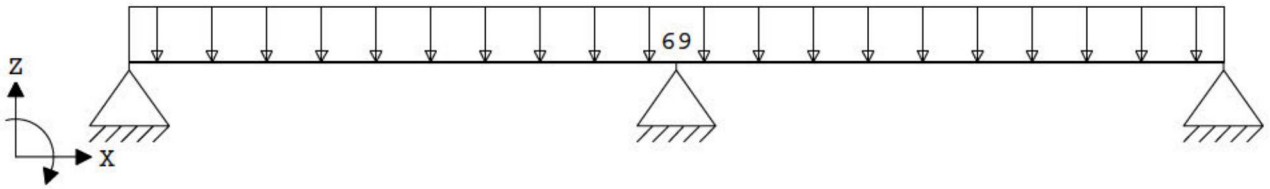
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:1 Permanent



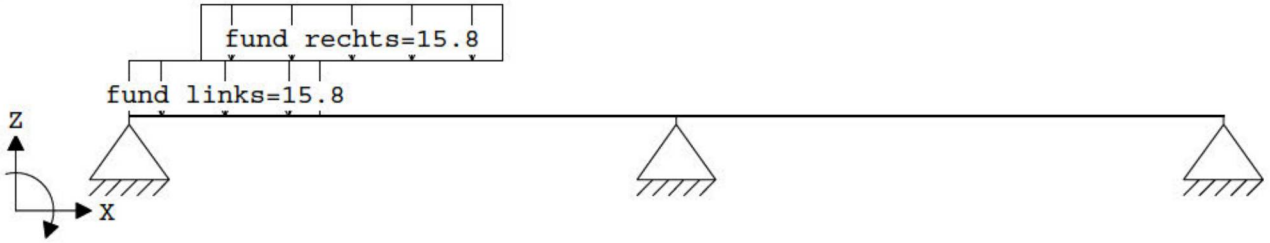
VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-69.000	-69.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:2 Veranderlijk



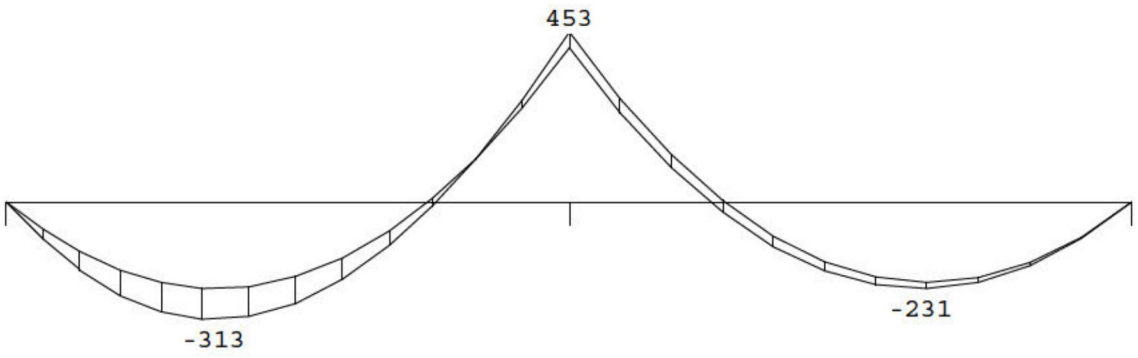
VELDBELASTINGEN

Ligger:nieuw B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	fund links	-15.800	-15.800		0.000	2.400
2		1:q-last	fund rechts	-15.800	-15.800		0.900	3.800

MOMENTEN

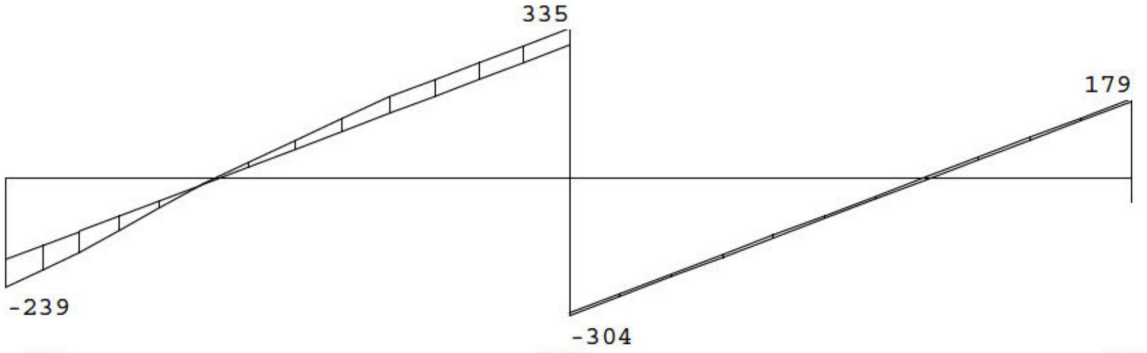
Ligger:nieuw B.C:1



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

DWARSKRACHTEN

Ligger:nieuw B.C:1



Fmin:179	595	172
Fmax:239	638	179

REACTIES

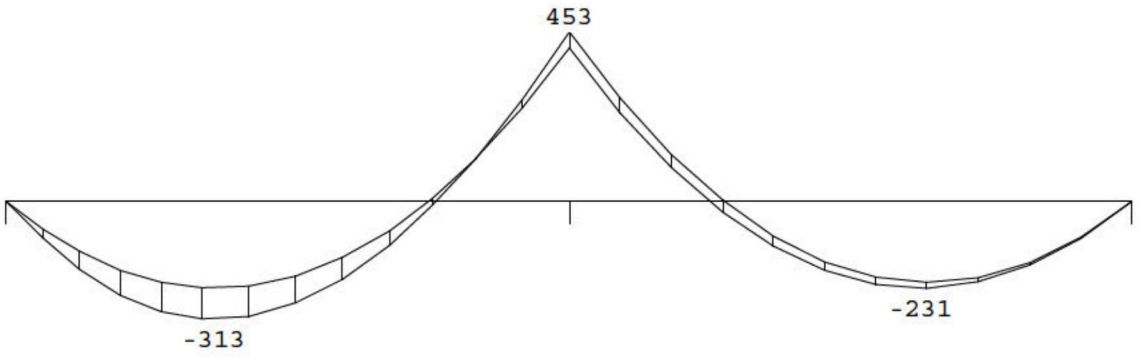
Ligger:nieuw B.C:1

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	178.54	239.36	0.00	0.00
2	595.13	638.43	0.00	0.00
3	172.36	178.54	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

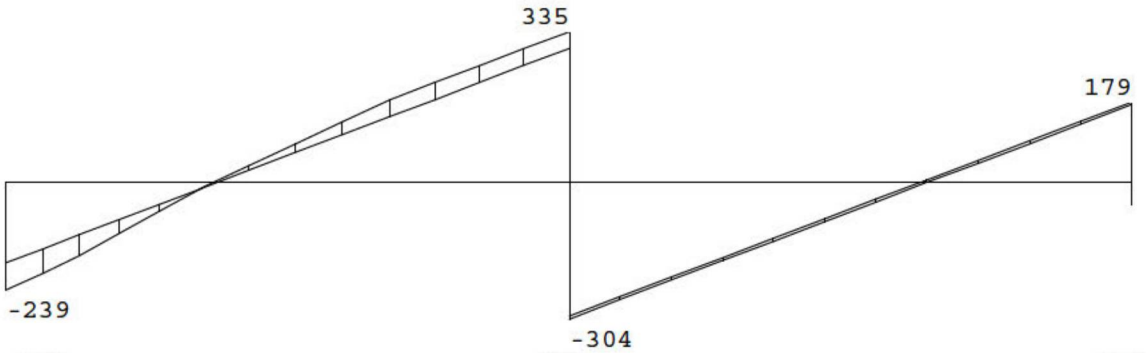
MOMENTEN

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie



Fmin:179	595	172
Fmax:239	638	179

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

REACTIES

Ligger:nieuw Fundamentele combinatie

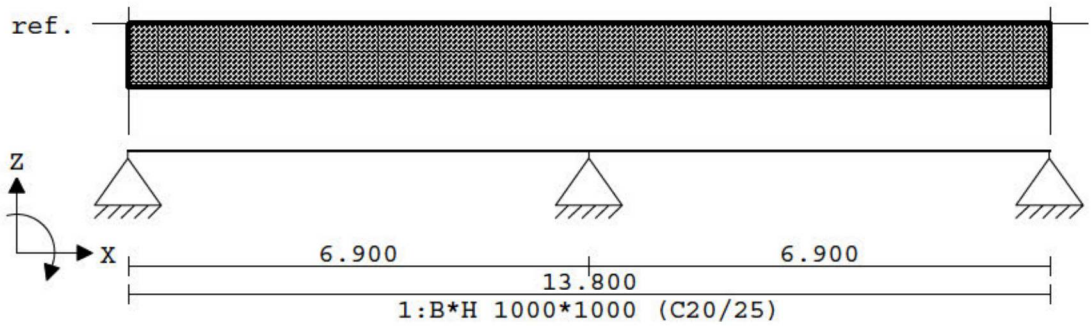
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	178.54	239.36	0.00	0.00
2	595.13	638.43	0.00	0.00
3	172.36	178.54	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 2

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 2



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 2

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

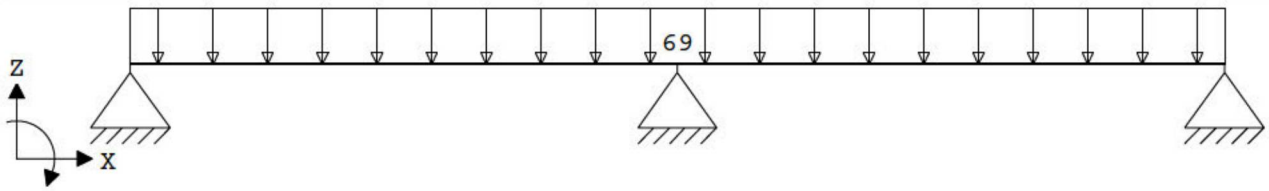
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:1 Permanent



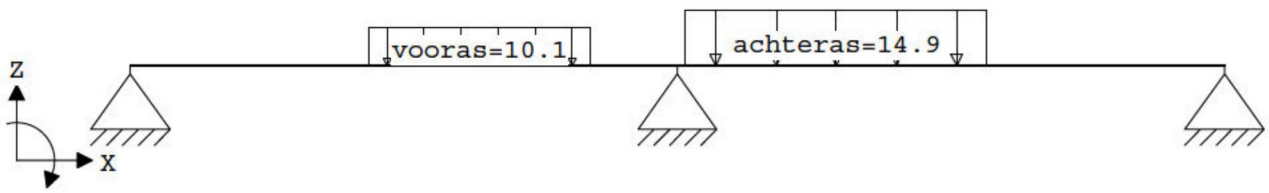
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-69.000	-69.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:2 Veranderlijk



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

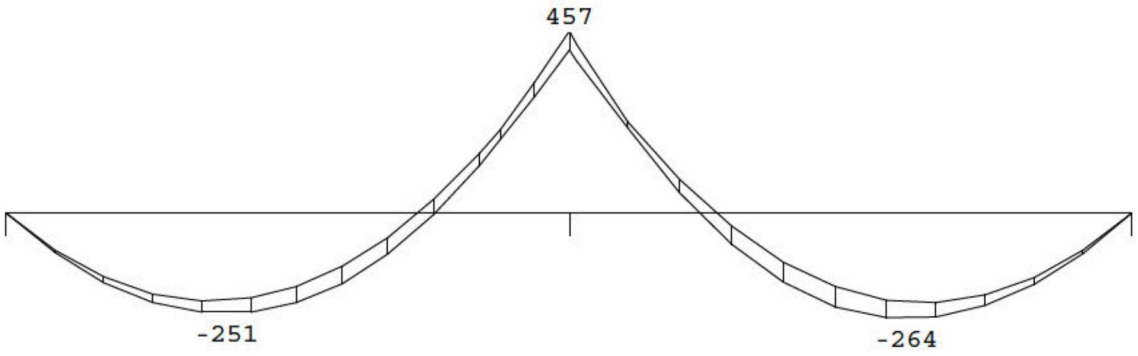
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 2 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-14.900	-14.900		7.000	3.800
2		1:q-last	vooras	-10.100	-10.100		3.000	2.800

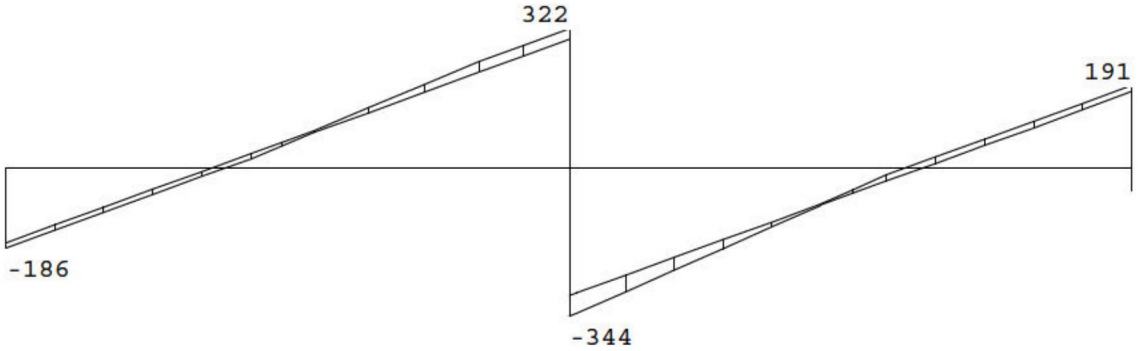
MOMENTEN

Ligger:bestaand 2 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 2 B.C:1



Fmin:174	595		176
Fmax:186	667		191

REACTIES

Ligger:bestaand 2 B.C:1

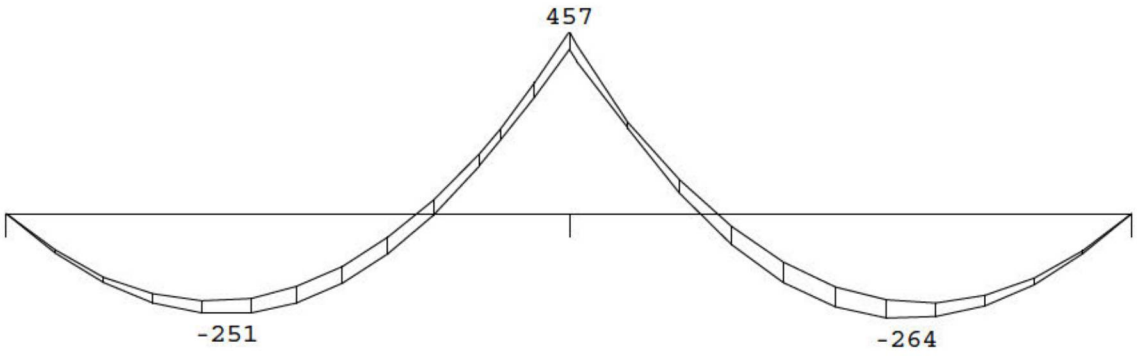
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	174.32	186.29	0.00	0.00
2	595.13	666.79	0.00	0.00
3	176.05	190.73	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

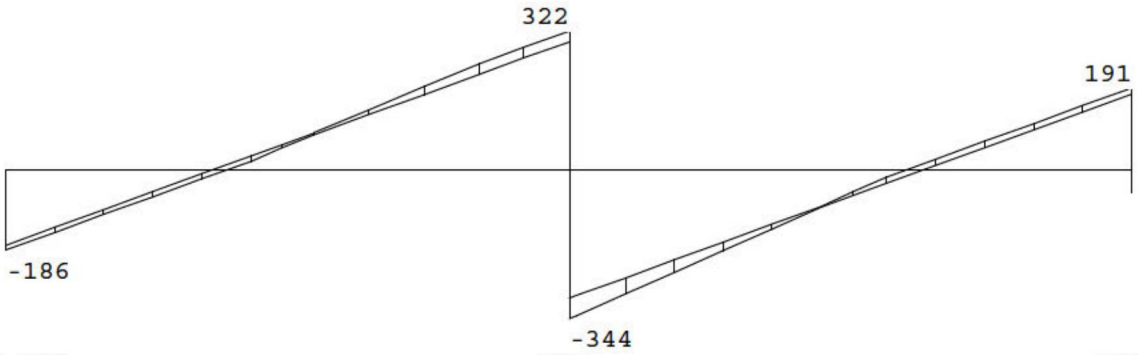
MOMENTEN

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie



Fmin:174	595	176
Fmax:186	667	191

REACTIES

Ligger:bestaand 2 Fundamentele combinatie

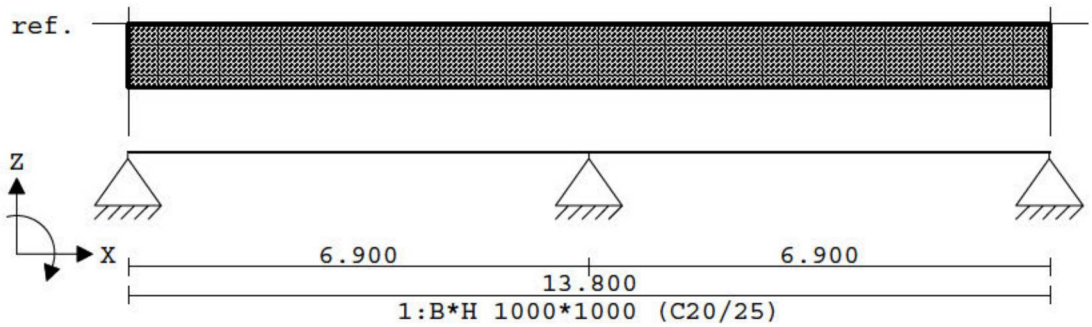
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	174.32	186.29	0.00	0.00
2	595.13	666.79	0.00	0.00
3	176.05	190.73	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 3

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 3



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 3

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

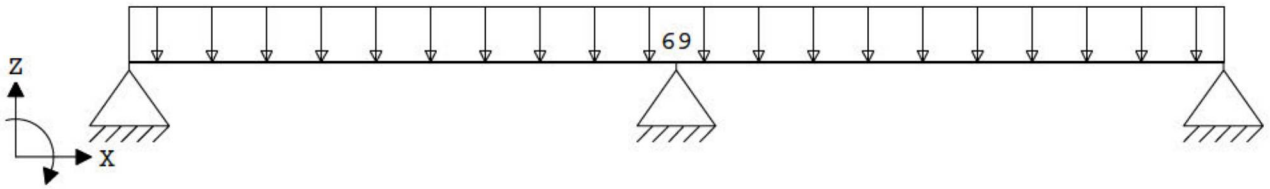
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:1 Permanent



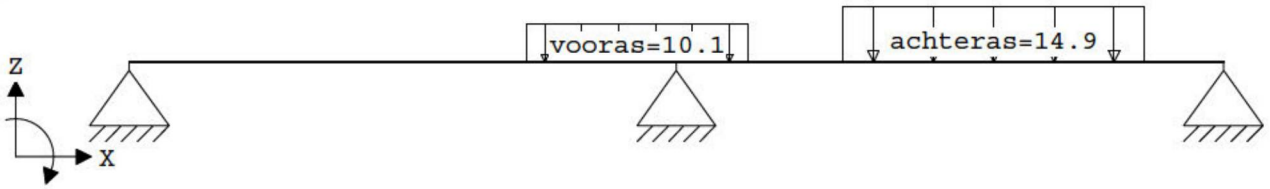
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-69.000	-69.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:2 Veranderlijk



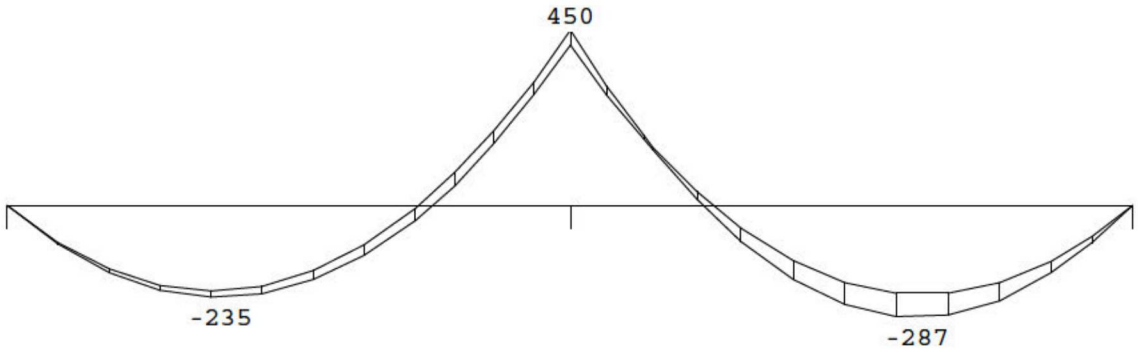
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 3 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-14.900	-14.900		9.000	3.800
2		1:q-last	vooras	-10.100	-10.100		5.000	2.800

MOMENTEN

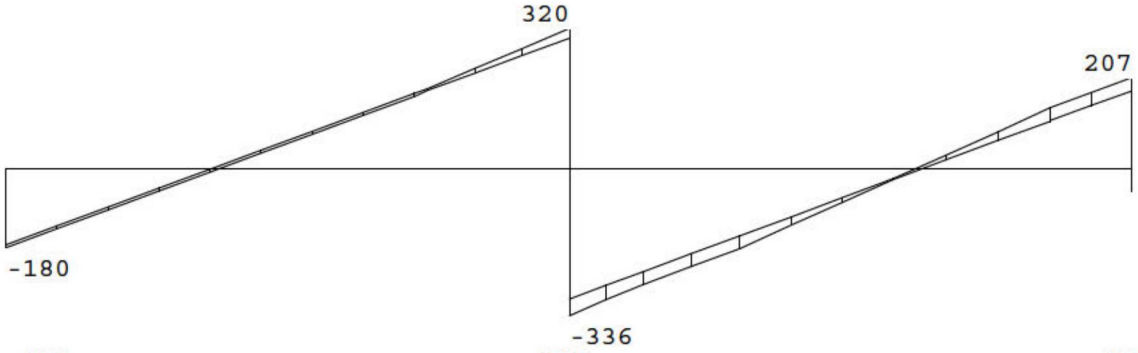
Ligger:bestaand 3 B.C:1



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 3 B.C:1



Fmin:174	595	178
Fmax:180	655	207

REACTIES

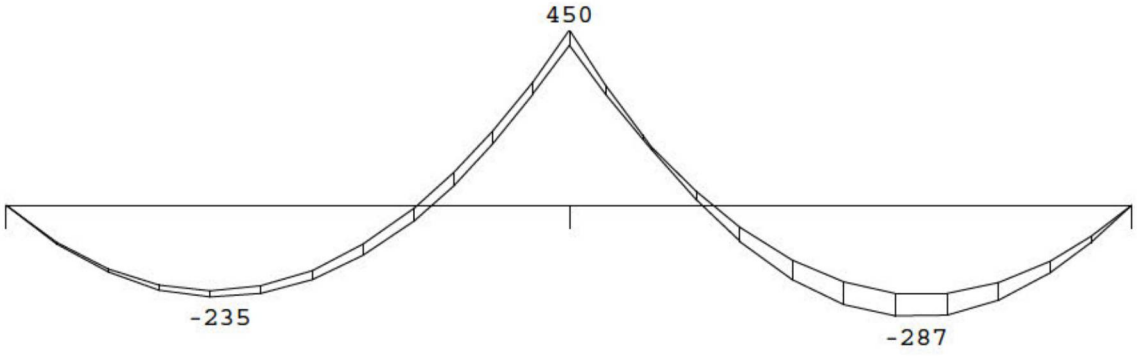
Ligger:bestaand 3 B.C:1

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	173.83	180.20	0.00	0.00
2	595.13	655.34	0.00	0.00
3	177.56	207.25	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

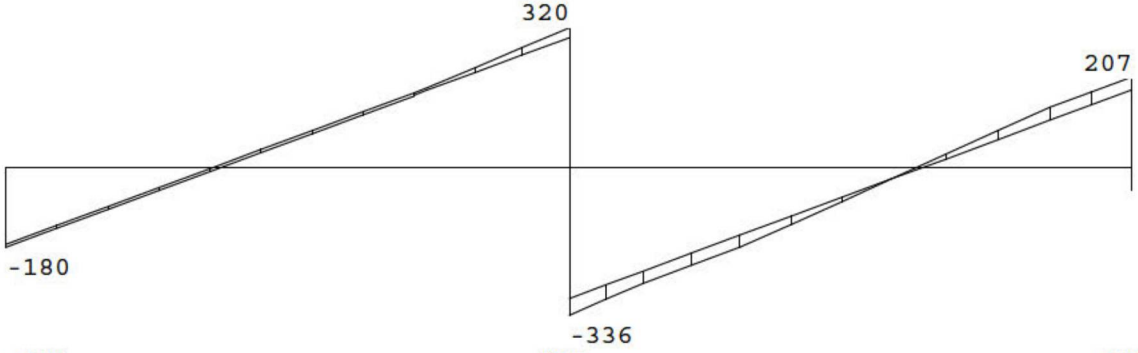
MOMENTEN

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie



Fmin:174	595	178
Fmax:180	655	207

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

REACTIES

Ligger:bestaand 3 Fundamentele combinatie

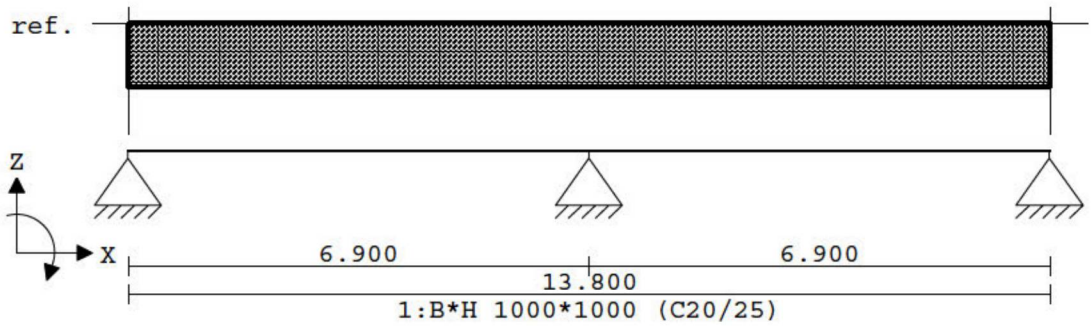
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	173.83	180.20	0.00	0.00
2	595.13	655.34	0.00	0.00
3	177.56	207.25	0.00	0.00

LIGGER:bestaand 4

Profiel : B*H 1000*1000

GEOMETRIE

Ligger:bestaand 4



VELDLENGTEN

Ligger:bestaand 4

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.900	6.900
2	6.900	13.800	6.900

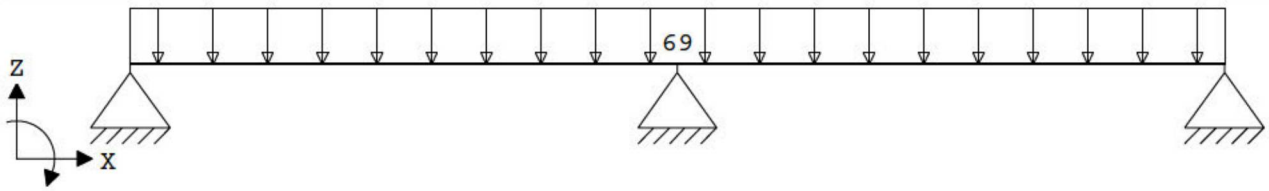
PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*1000



VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:1 Permanent



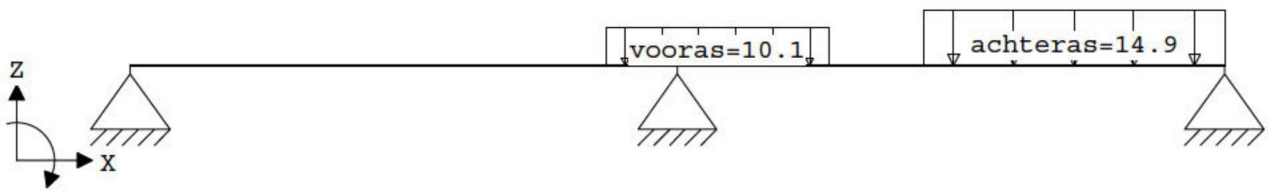
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:1 Permanent

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-69.000	-69.000		0.000	13.800

VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:2 Veranderlijk



Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

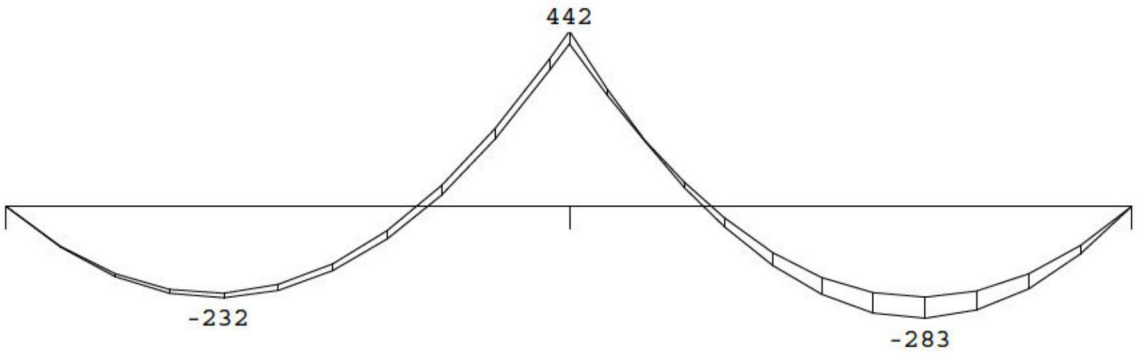
VELDBELASTINGEN

Ligger:bestaand 4 B.G:2 Veranderlijk

Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last	achteras	-14.900	-14.900		10.000	3.800
2		1:q-last	vooras	-10.100	-10.100		6.000	2.800

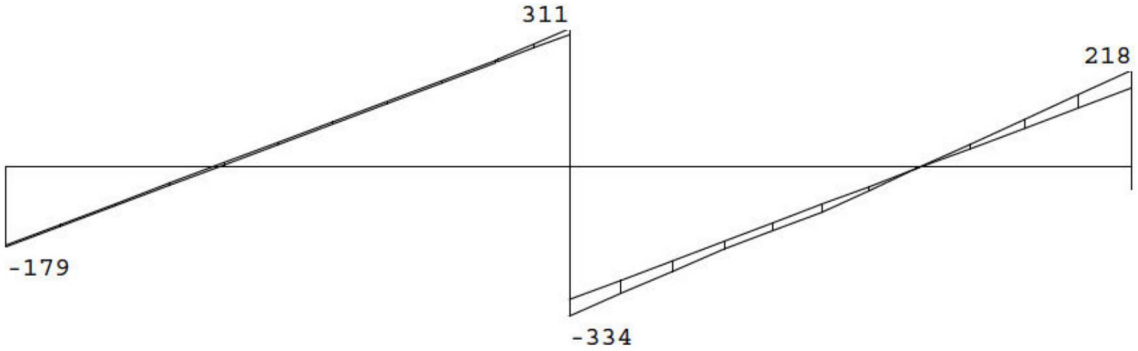
MOMENTEN

Ligger:bestaand 4 B.C:1



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 4 B.C:1



Fmin:174	595	178
Fmax:179	645	218

REACTIES

Ligger:bestaand 4 B.C:1

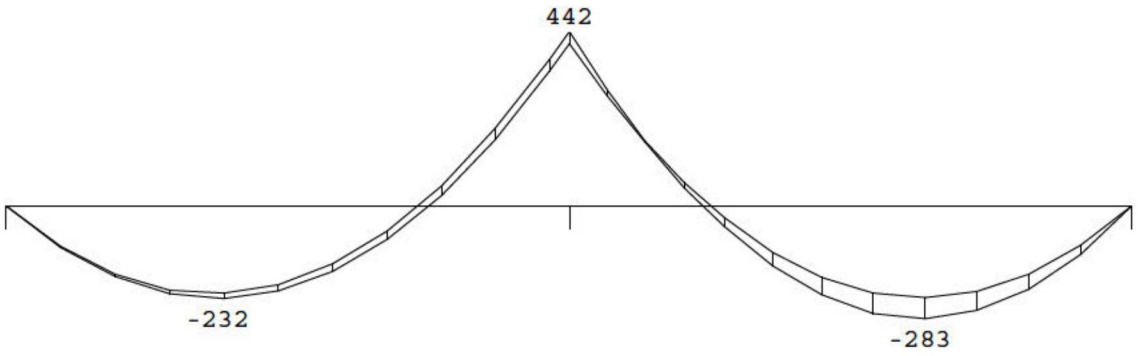
Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	174.25	178.87	0.00	0.00
2	595.13	644.86	0.00	0.00
3	178.28	217.92	0.00	0.00

Project.....: 4367 - HNM
Onderdeel....: metrotunnel -900 mmNAP

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

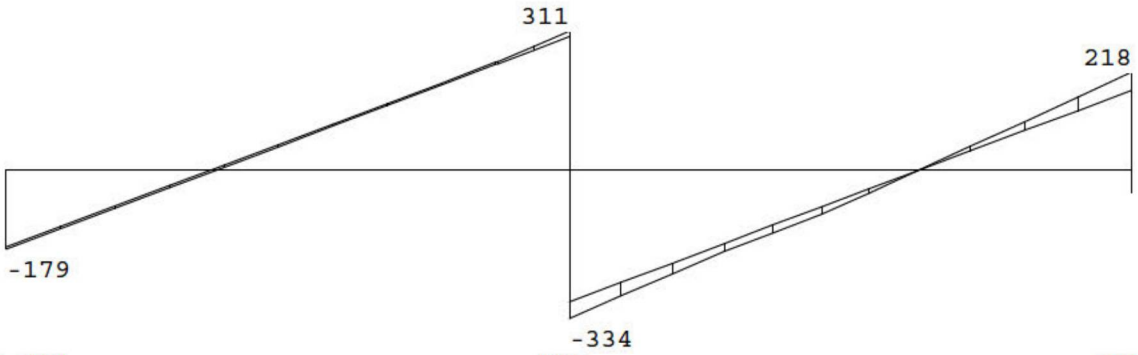
MOMENTEN

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie



Fmin:174	595	178
Fmax:179	645	218

REACTIES

Ligger:bestaand 4 Fundamentele combinatie

Stp	Fmin	Fmax	Mmin	Mmax
1	174.25	178.87	0.00	0.00
2	595.13	644.86	0.00	0.00
3	178.28	217.92	0.00	0.00