IBS
Kolk 3
6662 WE Elst
T 0481 35 44 75
M 0622 86 73 22
E info@IBSelman.nl
W www.IBSelman.nl
K.V.K. Arnhem nr. 64131629
BTWnr. NL001883524B77

INGENIEURSBUREAU SELMAN

Projectnummer	:	**22101**
Plaats project	:	**Nijmegen**
Project	:	Uitbreiding woonhuis "Constructieberekening Hatertseweg 791"
Projectfase	:	BESTEK
Opdrachtgever	:	[redacted]
Architect	:	6 Hoog Architecten Boeckstaetehof 636, 6543 HH Nijmegen [redacted]
Berekening	:	Rapport A
Type rapport	:	Definitief Ontwerp

Documentbeheer				
Rapport	Revisie	Status	Datum	Opgesteld
A	0	Definitief	27-10-2022	[redacted]
A	1	Definitief	14-12-2022	
A	2	Definitief	06-03-2023	

Alle werkzaamheden worden verricht onder de toepasselijkheid van de "Rechtsverhouding opdrachtgever - architect, ingenieur en adviseur" de DNR - 2011: indien u niet in het bezit bent van deze DNR - 2011 kunt u deze downloaden van onze webste www.IBSelman.nl

REVISIEHISTORIE

Revisie	Datum	Locatie wijzigingen (hfdst., par., blz.)	Omschrijving van de wijzigingen
0	27-10-2022	N.v.t.	Eerste uitgave
1	14-12-2022	Samenvatting, Hoofdstuk 6 en Bijlage A hoofdstuk 12	Ligger met kolom zolder
2	06-03-2023	Gehele berekening	Aangepast ontwerp

SAMENVATTING

Voor het project "Constructieberekening Hatertseweg 791" te Nijmegen wordt een uitbreiding gerealiseerd van een twee onder een kap. Aan de achterzijde van de bestaande woning wordt een uitbreiding van 2 bouwlagen gerealiseerd waarin appartementen worden opgenomen.

Het bestaande pand is opgebouwd uit een metselwerk casco.
Het hellend dak bestaat uit een gordingkap bedekt met pannen. Het aansluitende platdak wordt opgebouwd uit een houten balklaag met 18 [mm] underlayment, waarop isolatie en dakbedekking. Gerekend wordt met zonnepanelen met een belasting van 30[kg/m²] incl. ballast.
De bestaande vliering is uitgevoerd in een houten balklaag met planken.
De verdiepingsvloer bestaat uit een systeemvloer type holle baksteen met een afwerklaag.
De begane grondvloer is voor een gedeelte uitgevoerd als een systeemvloer type hollebaksteen en als betonvloer.
De begane grondvloer is plaatselijk uitgevoerd als een houtenbalklaag met beschot en blijft gehandhaafd.
De fundering bestaat uit een stambeton fundering gefundeerd op de vaste grondslag.

Het casco van de uitbreiding wordt opgebouwd uit dragende kalkzandsteenwanden tot onderkant 1e verdieping, daarboven wordt een HSB casco toegepast.
De verdiepingsvloer bestaat uit betonnen systeemvloeren type kanaalplaat met een afwerklaag.
Het platdak van de uitbreiding is uitgevoerd in een houtenbalklaag met beschot. Gerekend is met belasting uit zonnepanelen met een gewicht van 30[kg/m²] incl. ballast.
De begane grondvloer van de uitbreiding wordt uitgevoerd als een vloer met vorstrand.

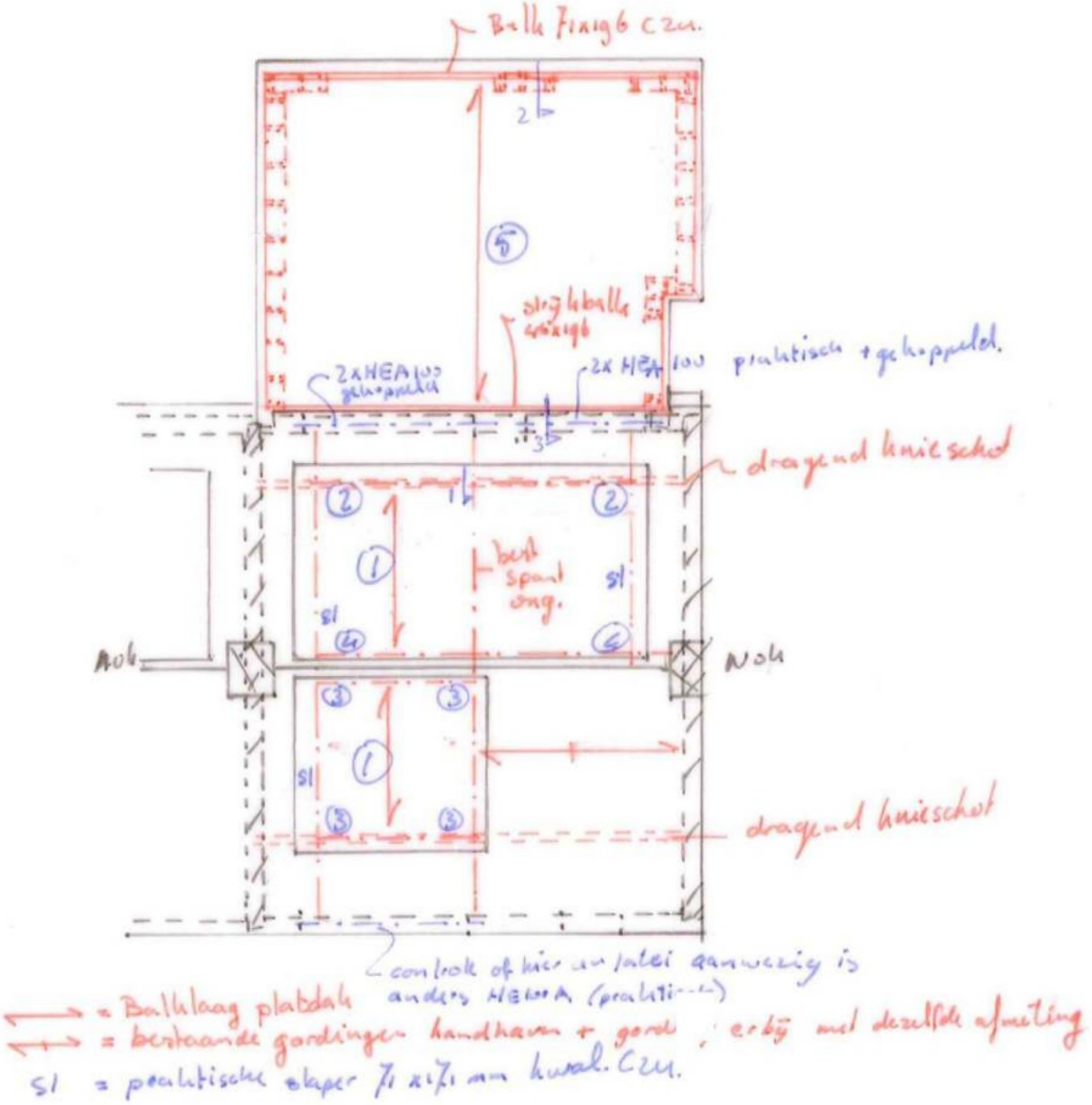
De stabiliteit van de uitbreiding wordt verzorgd door de schijfwerking van het dak in samenwerking met de metselwerk of HSB wanden. Er zijn voldoende wanden aanwezig t.b.v. de stabiliteit.

In dit rapport worden de benodigde onderdelen getoetst en zijn in onderstaande overzichten weergegeven.

Constructie overzichten

Zie volgende pagina's.

Kap



Constructieonderdelen

① = Balklaag 46x146[mm] h.o.h. 600[mm] met kwaliteit C24.

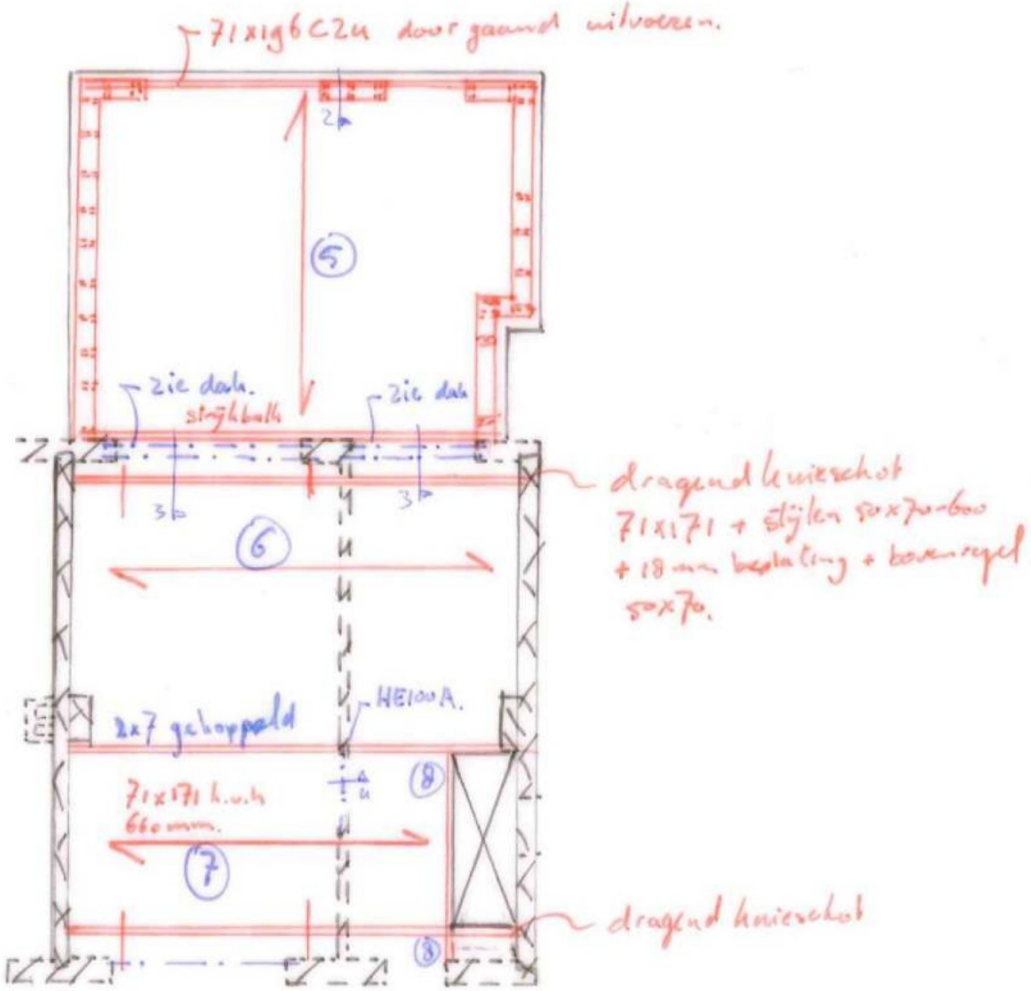
② = Balk 1, 2x71x196[mm] met kwaliteit C24. Geheel koppelen en verlijmen.

③ = Balk 2, 71x196[mm] met kwaliteit C24.

④ = Balk 3, 71x196[mm] met kwaliteit C24. T.p.v. spant ondersteunen en tot gevel door laten lopen

⑤ = Balklaag 71x196[mm] h.o.h. 400[mm] met kwaliteit C24. Op balklaag 18[mm] underlayment in verband leggen t.b.v. stabiliteit.

2e verdieping/ platdak



MP=Muurplaat 171x71[mm] h.o.h. 800[mm] koppelen dmv ≠50x3 +3xM8 houtdraadbouten o.g. aan achterliggende constructie.

Constructie onderdelen zie volgende pagina.

⑤ = Balklaag 71x196[mm] h.o.h. 400[mm] met kwaliteit C24. Op balklaag 18[mm] underlayment in verband leggen t.b.v. stabiliteit.

⑥+⑦ = Bestaande balklaag 71x171[mm] h.o.h. 660[mm] met kwaliteit C20 voldoet met aangepaste belasting. Uitgangspunt is dat de balken over het middensteunpunt doorlopen zonder onderbreking. In het werk te controleren. Mocht dit niet het geval zijn dan dienen extra balken tussen de bestaande balklaag geplaatst te worden.

⑧ = Balk 71x171[mm] met kwaliteit C24.

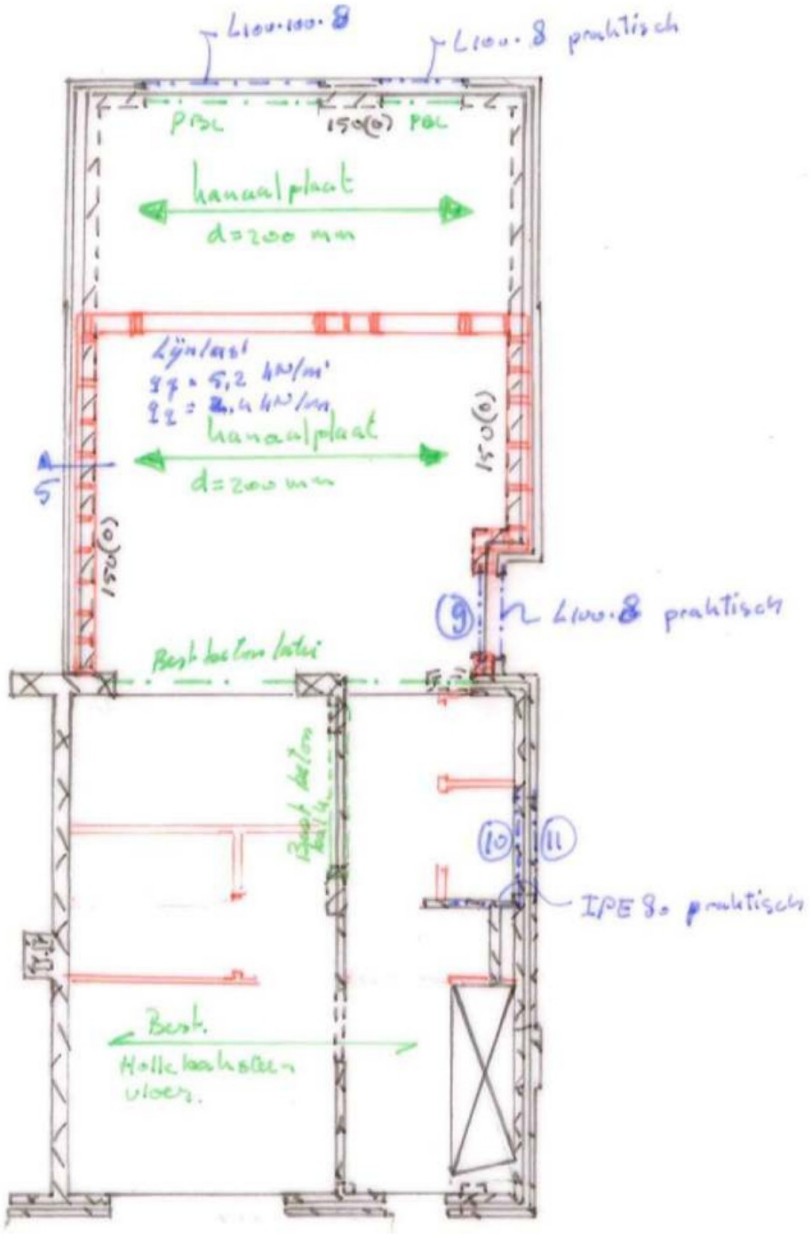
Stijlen

Stijlen HSB 38x184[mm] kwaliteit C24 h.o.h. 600[mm]. T.p.v. openingen en onder/ bovenregel stijlen/ liggers dubbel uitvoeren en verlijmen en koppelen.

Stijlen binnen wanden 50x70[mm] h.o.h. 600[mm] kwaliteit C24.

Stijlen knieschot 50x70[mm] h.o.h. 600[mm] kwaliteit C24. + onderregel 71x171[mm] en bovenregel 50x70[mm]. i.v.m. schijfwerking 18[mm] beplating toepassen.

1e verdieping



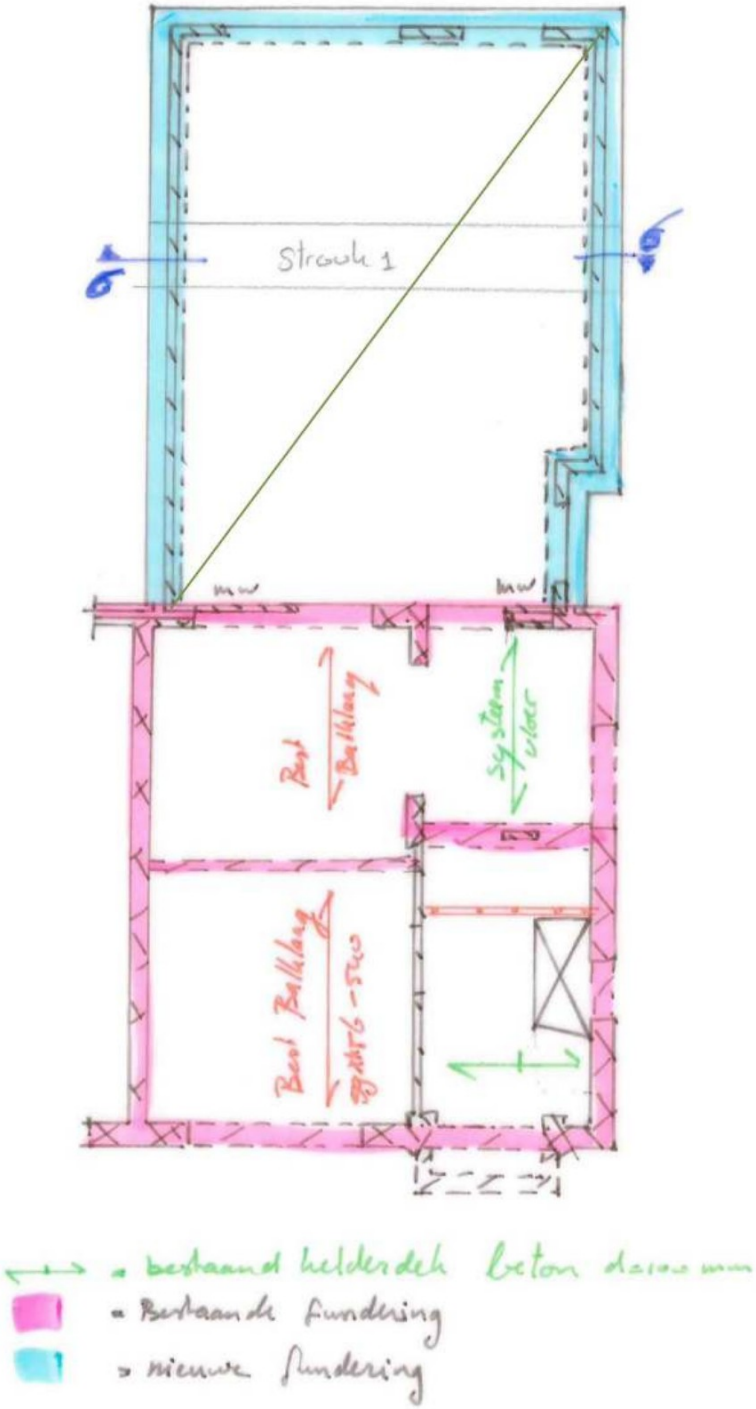
= lichte scheidingswanden HSB.
PBL = zelfdragende beton latei

Constructieonderdelen

⑩ = Stalen ligger HEB180 kwaliteit S235. T.p.v. opleggingen schotjes t=10 toepassen en 100[mm] opleggen op metselwerk. T.b.v. koppeling balklaag schotjes t=8 +2 gaten Ø8 h.o.h. 800[mm] toepassen.
⑪ = Stalen ligger HEB180 kwaliteit S235. T.p.v. opleggingen schotjes t=10 toepassen en 100[mm] opleggen op metselwerk.
⑬ = Stalen ligger HEA100 kwaliteit S235. T.p.v. opleggingen schotjes t=10 toepassen en 100[mm] opleggen op metselwerk.

Stijlen
Stijlen HSB 38x184[mm] kwaliteit C24 h.o.h. 600[mm]. T.p.v. openingen en onder/ bovenregel stijlen/ liggers dubbel uitvoeren en verlijmen en koppelen.
Stijlen binnen wanden 50x70[mm] h.o.h. 600[mm] kwaliteit C24.
Metselwerk
Nieuw metselwerk uitvoeren in kalkzandsteen met kwaliteit CS12 gelijmd. Dikte zie plattegrond.

Begane grond / fundering

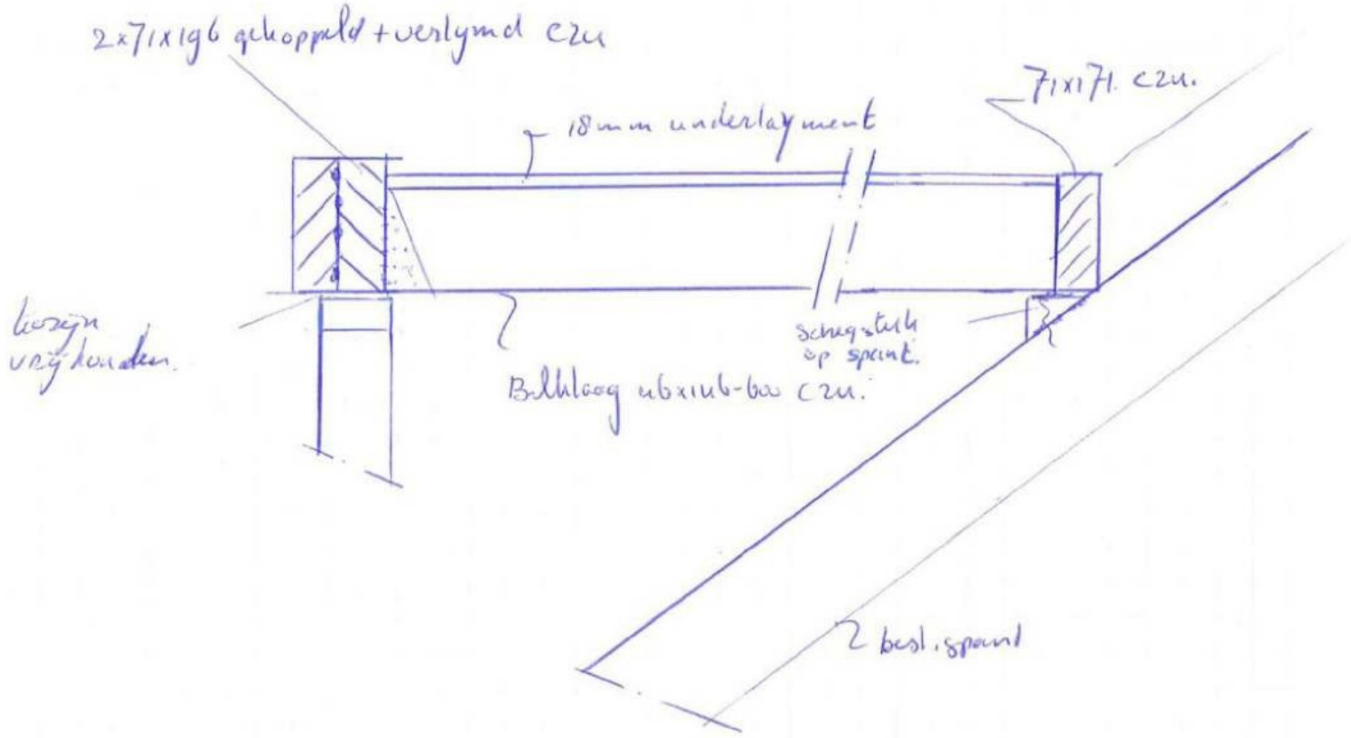


Metselwerk
Nieuw metselwerk uitvoeren in 150[mm] kalkzandsteen met kwaliteit CS12 gelijmd.
D=100[mm] t.p.v. dichtmetselen raamsparing/ deursparing.

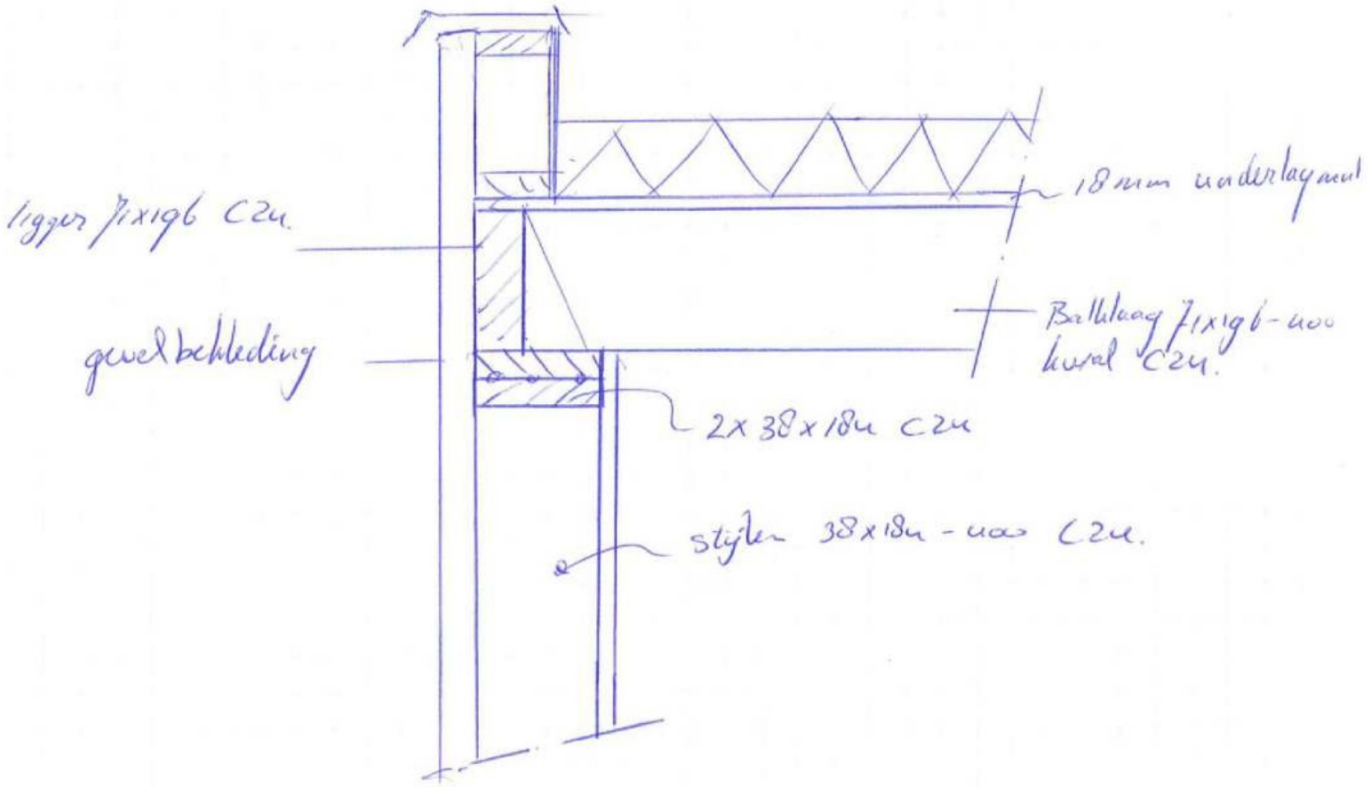
Beton
Betonvloer nieuw d=250[mm] met kwaliteit C20/25, wapening net Ø8-150# onder en boven.
Vorstrand 400x500[mm] met kwaliteit C20/25, zie detail voor wapening.

Ter plaatse van nieuwe fundering en vloer, ondergrond verdichten.

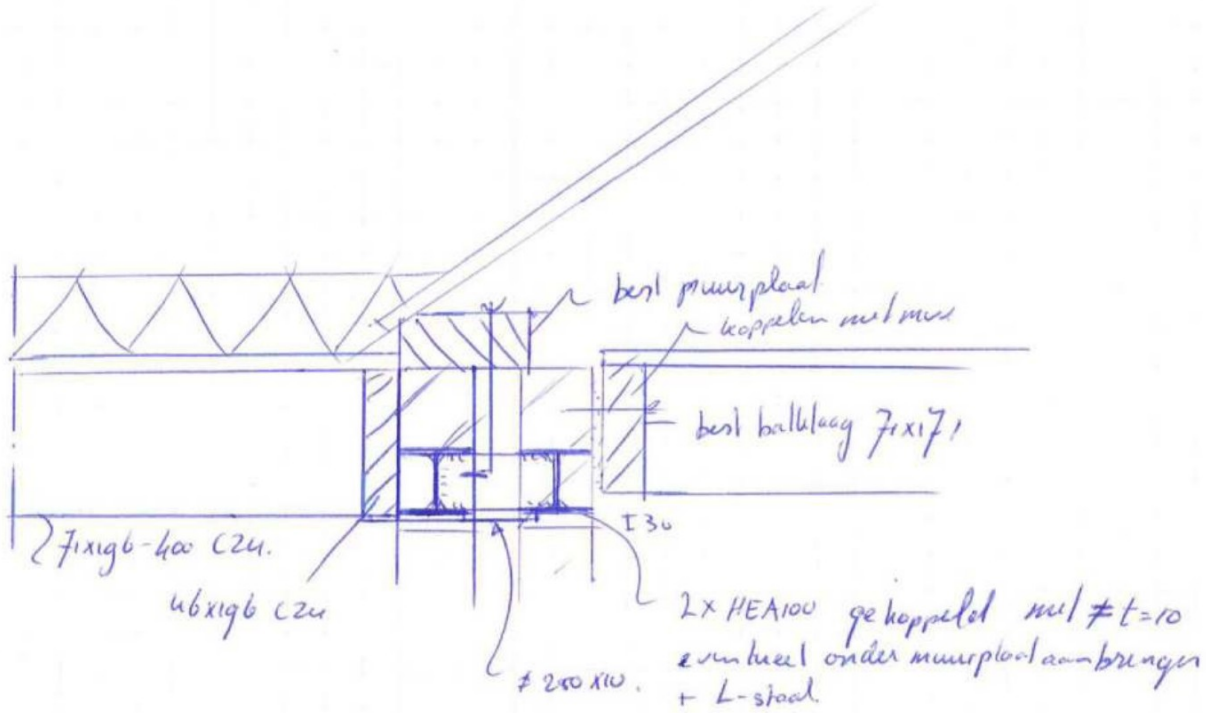
Detail 1


2x71x196 gekoppeld + verlymd C24
18mm underlayment
71x171 C24.
hoeken vrijhouden.
Schuigstuk op spant.
Balklaag 46x146-600 C24.
2 best. spant

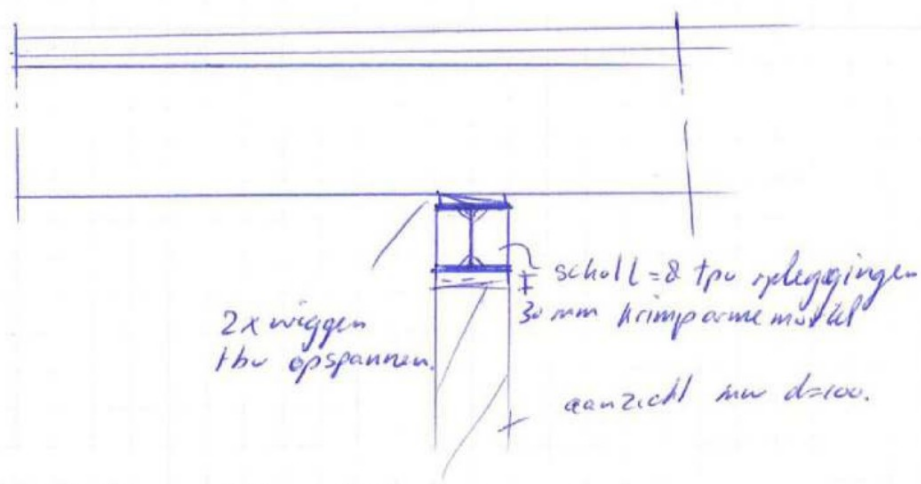
Detail 2


18 mm underlagmat
ligger 7x19b C24
Balklaag 7x19b-hart kwal C24
gevelbekleding
2x 38x18h C24
stijlen 38x18h - max C24

Detail 3

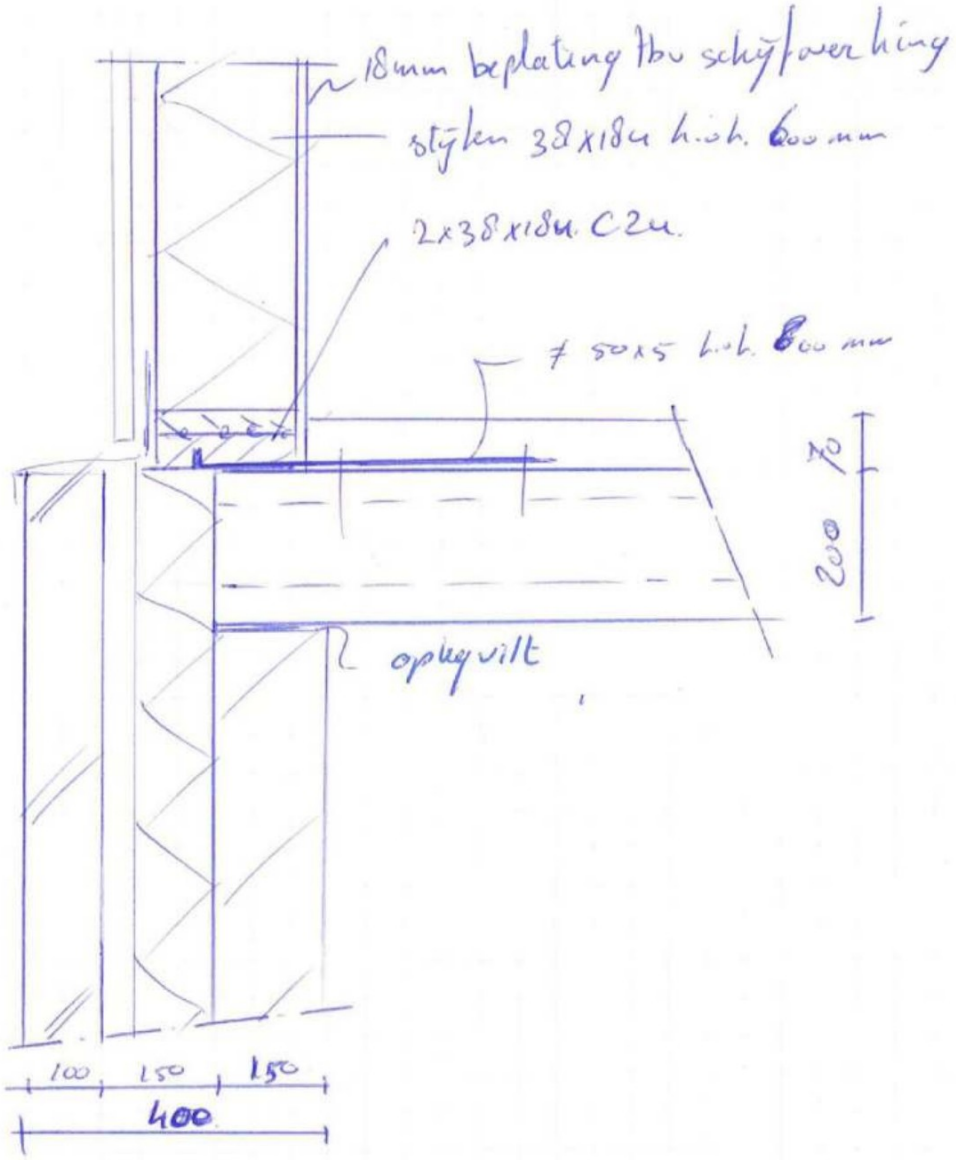


Detail 4

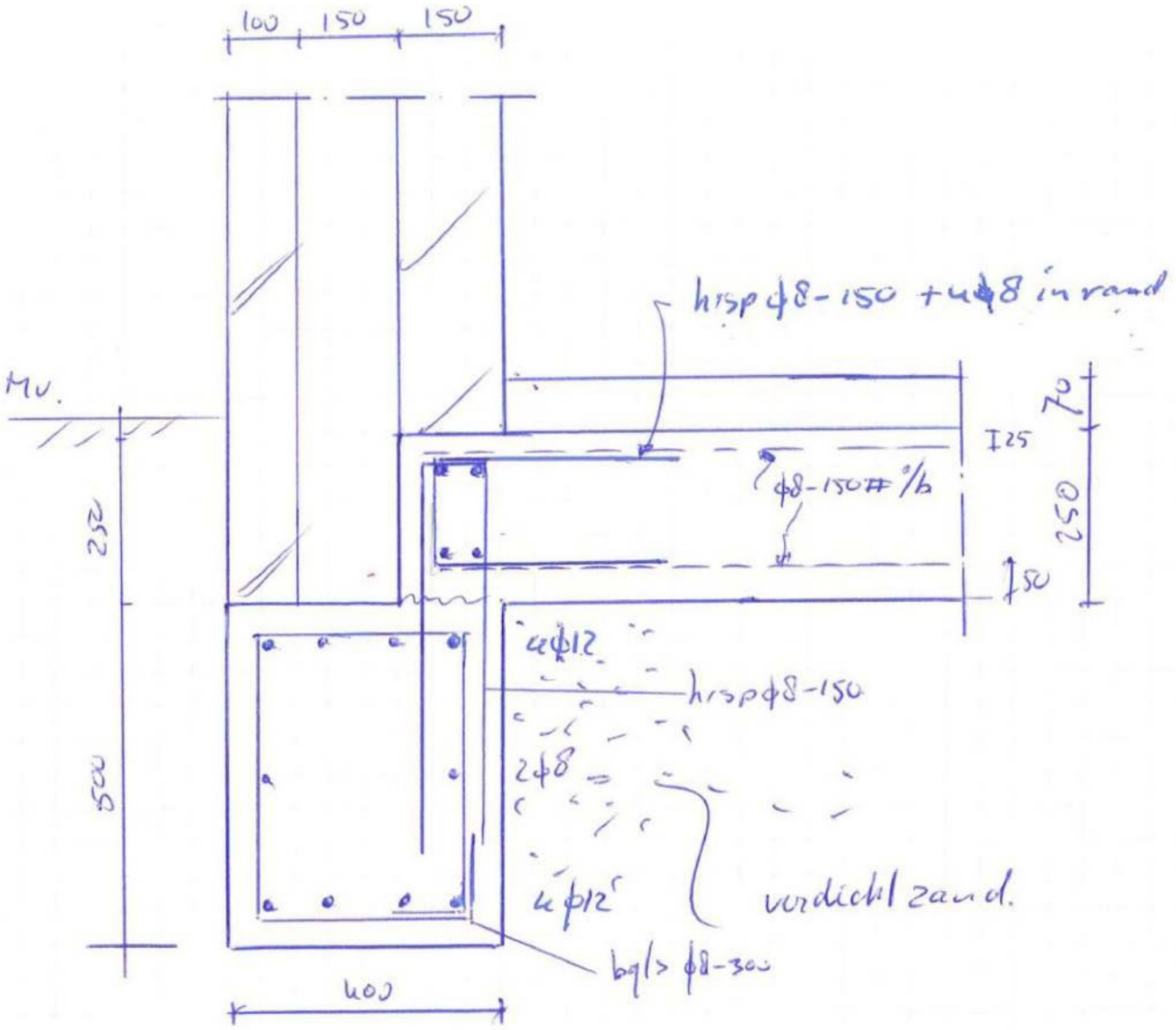


Bestaande balklaag per balk met 2 wiggen opspannen.
Ligger uitvoeren in HEA100, 150[mm] opleggen.

Detail 5


18mm beplating tbv schijfverking
stijlen 38x184 h.o.h. 600 mm
2x38x184 C24
≠ 50x5 h.o.h. 600 mm
70
200
opleggvilt
100
150
150
400

Detail 6


100
150
150
hisp ϕ8-150 + 4ϕ8 in rand
MV.
70
125
ϕ8-150 # 1/b
250
50
232
4ϕ12
hisp ϕ8-150
2ϕ8
500
4ϕ12
verdichtzand.
bgl > ϕ8-300
400

Werkomschrijving aanbrengen grondverbetering

Grondverbetering

1. De ontgraving voor de grondverbetering weer aanvullen met schoon zand in lagen van 30 cm dikte, waarbij iedere laag verdicht dient te worden met een mechanische trilplaat met een slaggewicht van 500 kg.Dit aantrillen dient te geschieden in 4 gangen per laag, welke om en om haaks op elkaar moeten worden uitgevoerd.

2. De aanvulling in den droge uitvoeren; zonodig hiervoor de grondwaterstand verlagen tot 50 cm onder het ontgravingsnivo.

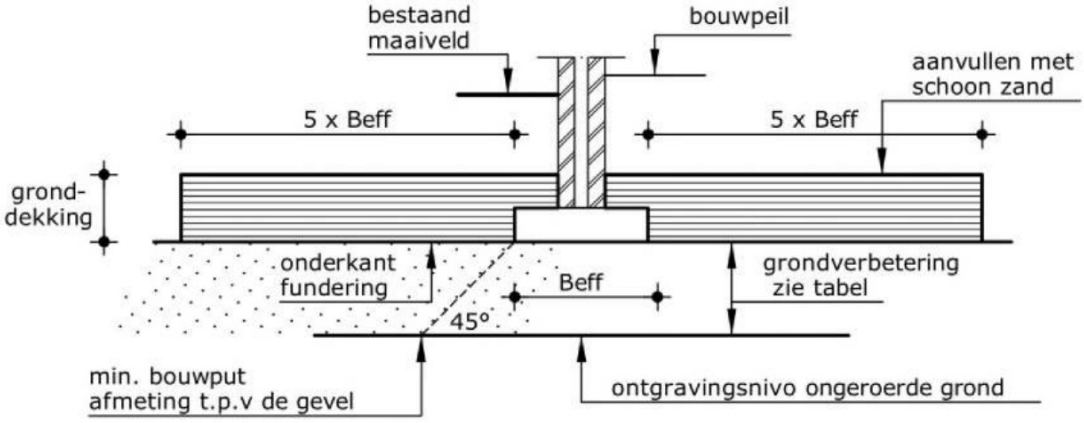
3. Het zandpakket onder de funderingsstroken dient een oplopende sondeerwaarde te hebben van 10 kgf/cm² per 10 cm diepte (1 N/mm² per 100 mm diepte) dus bijvoorbeeld: 25 kgf/cm² op 25 cm en 40 kgf/cm² op 40 cm diepte.

4. Indien geen grondverbetering hoeft te worden toegepast, de bouwput natrillen zodat aan bovenstaande eis wordt voldaan.

5. Door het lostrillen van de bovenkant van het zandpakket dient ter plaatse van de funderingsstroken het losse zand verwijderd te worden. Daarom de grondverbetering 3 cm hoger aanbrengen dan in de tabel staat aangegeven.

6. Het zandnivo aanvullen tot bovenkant funderingsstrook.

7. De eventueel benodigde gronddekking aanbrengen over minimale breedte Beff.



OPMERKING:
Indien wordt afgeweken van het aangegeven ontgravingsnivo i.v.m vervuiling, sloten, putten o.d en voordat begonnen wordt met aanvullen, contact opnemen met Ingenieursbureau Selman.

Werkomschrijving aanbrengen stalen ligger

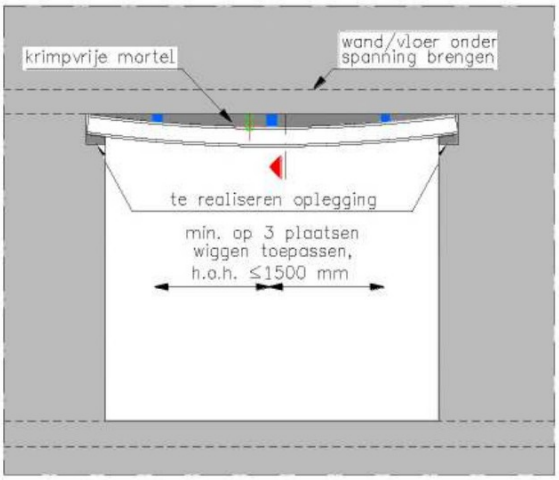
Aanbrengen stalen ligger onder bestaande vloer/metselwerk:

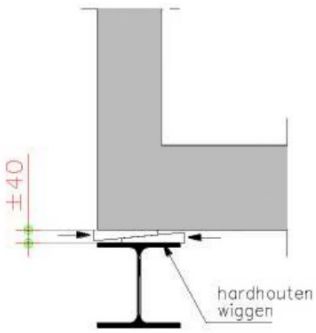
- De op te vangen wand of vloer, boven de te maken opening, dient tijdelijk te worden ondersteund m.b.v. stempels, voordat de sparing wordt aangebracht. De wand of vloer dient door deze ondersteuning onder spanning te worden gebracht.

- De stalen ligger aanbrengen en opleggen op de te realiseren oplegging.
  Er dient voldoende werkruimte te zijn tussen de ligger en de wand of vloer, bij voorkeur 40 mm.

- Met behulp van hardhouten wiggen de ligger op spanning brengen, conform bijgaand detail, op minimaal drie plaatsen, hart op hart maximaal 1500 mm.
  De ligger moet op spanning komen, zodanig dat de stempels nagenoeg worden ontlast.
  Pas dubbele wiggen toe, indien mogelijk, conform detail.

- De ruimte tussen de stalen ligger en de wand of vloer afvoegen met krimpvrije mortel.





INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 16
1.1 Algemeen 16
2 Randvoorwaarden en uitgangspunten 17
2.1 Referenties 17
2.2 Gebruikte normen en richtlijnen 17
2.3 Uitgangspunten bouwwerk 18
2.4 Gebruikte programmatuur 18
2.5 Uitgangspunten materialen 18
3 Belastingfactoren en -combinaties 20
3.1 Categorieën 20
3.2 Belastingfactoren en -combinaties voor de uiterste grenstoestand 21
4 Belastingaannamen 22
4.1 Belastingen van constructieonderdelen 22
4.2 Windbelasting 23
4.3 Sneeuwbelasting 23
5 Stabiliteit 24
6 Schema's constructieonderdelen 25
6.1 Balklaag 1 platdak dakkapel 25
6.2 Balk 1 dakkapel 25
6.3 Balk 2 dakkapel 26
6.4 Balk 3 dakkapel 26
6.5 Balklaag 2 platdak 27
6.6 Balklaag 3, 2e verdieping bestaand 27
6.7 Balklaag 4, 2e verdieping bestaand 28
6.8 Balk 4 28
6.9 Ligger 1 29
6.10 Ligger 2 30
6.11 Ligger 3 30
7 Controle fundering 31
7.1 Strook 1 begane grond 31
7.2 Balk vorstrand 32
7.3 Controle bestaande fundering achtergevel 33

Bijlage A: Computeruitvoer schema's constructieonderdelen 1
1 Balklaag 1 platdak dakkapel 2
2 Balk 1 dakkapel 5
3 Balk 2 dakkapel 8
4 Balk 3 dakkapel 11
5 Balklaag 2, platdak 14
6 Balklaag 3, 2e verdieping bestaand 17
7 Balklaag 4, 2e verdieping bestaand 27
8 Balk 4 37
9 Ligger 1 41
10 Ligger 2 43
11 Ligger 3 45

Bijlage B: Controle fundering 1
1 Computeruitvoer strook 1 2
2 Computeruitvoer balk 12
3 Controle bestaande fundering 21

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Voor het project "Constructieberekening Hatertseweg 791" te Nijmegen wordt een uitbreiding gerealiseerd van een twee onder een kap. Aan de achterzijde van de bestaande woning wordt een uitbreiding van 2 bouwlagen gerealiseerd waarin appartementen worden opgenomen.

Het bestaande pand is opgebouwd uit een metselwerk casco.
Het hellend dak bestaat uit een gordingkap bedekt met pannen. Het aansluitende platdak wordt opgebouwd uit een houten balklaag met 18 [mm] underlayment, waarop isolatie en dakbedekking. Gerekend wordt met zonnepanelen met een belasting van 30[kg/m²] incl. ballast.
De bestaande vliering is uitgevoerd in een houten balklaag met planken.
De verdiepingsvloer bestaat uit een systeemvloer type holle baksteen met een afwerklaag.
De begane grondvloer is voor een gedeelte uitgevoerd als een systeemvloer type hollebaksteen en als betonvloer.
De begane grondvloer is plaatselijk uitgevoerd als een houtenbalklaag met beschot en blijft gehandhaafd.
De fundering bestaat uit een stambeton fundering gefundeerd op de vaste grondslag.

Het casco van de uitbreiding wordt opgebouwd uit dragende kalkzandsteenwanden tot onderkant 1e verdieping, daarboven wordt een HSB casco toegepast.
De verdiepingsvloer bestaat uit betonnen systeemvloeren type kanaalplaat met een afwerklaag.
Het platdak van de uitbreiding is uitgevoerd in een houtenbalklaag met beschot. Gerekend is met belasting uit zonnepanelen met een gewicht van 30[kg/m²] incl. ballast.
De begane grondvloer van de uitbreiding wordt uitgevoerd als een vloer met vorstrand.

De stabiliteit van de uitbreiding wordt verzorgd door de schijfwerking van het dak in samenwerking met de metselwerk of HSB wanden. Er zijn voldoende wanden aanwezig t.b.v. de stabiliteit.

In dit rapport worden de controles, die nodig zijn voor de constructie, weergegeven.

Dit rapport bevat het ontwerp/controle van:
- De nieuwe constructie
- De controle van de fundering

2 RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Referenties

Tekeningen Architect:
Ref [1] Nieuwe situatie projectnr. 157022 d.d. 30-10-2022 Wijz a. 04-01-2023
Ref [2] Bestaande archiefstukken
Ref [3] Bezoek ter plaatse

2.2 Gebruikte normen en richtlijnen

Indien toegepast:
Ref [4] Bouwbesluit 2018

Eurocode 0: Grondslagen

Ref [5] NEN-EN 1990	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp

Eurocode 1: Belastingen op constructies

Ref [6] NEN-EN 1991-1-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies, Deel 1-1: Algemene belastingen
Ref [7] NEN-EN 1991-1-3	Eurocode 1: Belastingen op constructies, Deel 1-3: Sneeuwbelasting
Ref [8] NEN-EN 1991-1-4	Eurocode 1: Belastingen op constructies, Deel 1-4: Windbelasting

Eurocode 2: Betonconstructies

Ref [9] NEN-EN 1992-1-1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies, Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Eurocode 3: Staalconstructies

Ref [10] NEN-EN 1993-1-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
Ref [11] NEN-EN 1993-1-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-2: Ontwerp en berekening van constructies bij brand
Ref [12] NEN-EN 1993-1-8	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van Staalconstructies, Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

Eurocode 5: Houtconstructies

Ref [13] NEN-EN 1995-1-1	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies, Deel 1-1: Algemene regels voor gebouwen

Eurocode 6: Steenconstructies

Ref [14] NEN-EN 1996-1-1	Eurocode 6: Ontwerp en berekening van steenconstructies

Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp

Ref [15] NEN-EN 9997-1	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp, Deel 1: Algemene regels

2.3 Uitgangspunten bouwwerk

Gebruiksfunctie bouwwerk : In een woongebouw gelegen woonfunctie
Hoogste vloer verblijfsgebied : ca. 5,4 [m] boven maaiveld
Gebouw hoogte t.o.v. maaiveld : 8,3 [m]

Tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken:
- Aantal bouwlagen : 3 stuks
- Hoofddraagconstructie : 60 min. (-30 min. als wordt aangetoond dat perm. Vuurbel. < 500[MJ/m²]
- Rookvrije vluchtroute : 30 min.

Geotechnische categorie : 2 (GC2)

Er wordt gerekend met een gesloten bouwwerk zonder dominante openingen.

Indien wateraccumulatie op kan treden worden voldoende noodoverlaten of een verlaagde dakrand toegepast.

2.4 Gebruikte programmatuur

- Excel 2016 Rekenbladprogramma
- Word 2016 Tekstverwerkerprogramma
- Technosoft Raamwerkprogramma

2.5 Uitgangspunten materialen

Hout

Uitgangspunten hout
- Sterkteklasse : C24
- Sterkteklasse bestaand : C20

Beton

Uitgangspunten beton
- Sterkteklasse insitu : C20/25
- Sterkteklasse prefab : C40/45
- Milieuklasse : XC4, XF1
- Materiaalfactor blijvend/tijdelijk : $\gamma_c = 1,5$
- Materiaalfactor buitengewoon : $\gamma_c = 1,2$
- Volumiek gewicht : 25 kN/m³

Wapeningstaal

- Staalkwaliteit wapeningsstaal : B500 A/B
- Dichtheid : 7850 [kg/m³]
- Elasticiteitsmodulus : 210000 [N/mm²]

Materiaalfactor:
- Materiaalfactor blijvend/tijdelijk : $\gamma_s = 1,15$
- Materiaalfactor buitengewoon : $\gamma_s = 1,0$

Kalkzandsteen nieuw

Kwaliteit steenconstructie:
- Gemiddelde druksterkte 12,0 [N/mm²]
- Gemiddelde druksterkte mortel 10,0 [N/mm²]

Metselwerk bestaand

Kwaliteit steenconstructie:
- Gemiddelde druksterkte 10,0 [N/mm²]
- Gemiddelde druksterkte mortel 5,0 [N/mm²]

Staal

Staalkwaliteit staalconstructie:

- S235:
  Staalsterkten:

Minimum vloeigrenswaarden volgens tabel 7 van NEN-EN 10025-2:2004 [N/mm²]				
Staalsterkte	Wanddikten [mm]			
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 80$
S235	235	225	215	215
S275	275	265	255	245
S355	355	345	335	325

Minimum treksterkte volgens tabel 7 van NEN-EN 10025-2:2004 [N/mm²]		
Staalsterkte	Wanddikten [mm]	
	$t < 3$	$3 \geq t \leq 100$
S235	360	360
S275	430	410
S355	510	470

Overig:

- Profielen van warmgewalst staal;
- Kokerprofielen van warmgewals staal met kwaliteit S275

Materiaalfactor :

- γ_{M0} = 1,0 [-] Weerstand van de doorsneden, voor elke klasse;
- γ_{M1} = 1,0 [-] Weerstand van de elementen op gebied van stabiliteit via een toetsing van de elementen;
- γ_{M2} = 1,25 [-] Weerstand van de doorsneden in trek tot aan breuk;

Bouten en moeren

Staalsterkte:

- Bouten 8.8 (vloeigrens f_{yb} = 640 [N/mm²], trekgrens f_{ub} = 800 [N/mm²]);

Materiaalfactor:

- γ_{M2} = 1,25 [-]

Overig:

- Moeren voorzien van volgring;
- Bouten en moeren thermisch verzinkt, schroefdraad moeren aangepast aan verzinkte bout en moer;
- Lassen aan de bouten is niet toegestaan;

Lassen

Lassterkten volgens tabel 4.1 van Ref [12]:

Staalsterkte	β_w
S235	0,80
S275	0,85
S355	0,90

Materiaalfactor :

- γ_{M2} = 1,25 [-]

3 BELASTINGFACTOREN EN -COMBINATIES

In dit hoofdstuk worden alle belasting- en momentaanfactoren beschreven. Deze zijn in een tabel opgenomen.

3.1 Categorieën

De waarden van ψ-factoren voor gebouwen, conform tabel A1.1 van NEN-EN 1990, zijn in onderstaand tabel weergegeven (voor een specifieke categorie).

CATEGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2
Referentieperiode	50 jaar
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89
Reductiefactor referentie periode ψ_t	1,00

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
A: Woon- en verblijfsruimtes	0,4	0,5	0,3
Sneeuwbelasting	0	0,2	0
Windbelasting	0	0,2	0
	-	-	-
	-	-	-

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,5
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,5
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,9		

3.2 Belastingfactoren en -combinaties voor de uiterste grenstoestand

De belastingen worden verrekend met veiligheidsfactoren volgens de NEN-EN 1990:

Veiligheidsklasse	:	CC2
Ontwerplevensduur	:	50 jaar

Uiterste grenstoestanden:

EQU groep A

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}1\cdot G_{k,j,sup}\\ 0{,}9\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}5\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}5\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.10)$$

Deze combinaties toetsen of er verlies van het statisch evenwicht zal optreden (te denken aan opwippen). De factoren zijn voor zowel de blijvende als tijdelijke ontwerpsituatie van toepassing.

STR/GEO groep B

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}35\cdot G_{k,j,sup}\\ 0{,}9\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}5\cdot\psi_{0,1}\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}5\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.10a)$$

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}2\cdot G_{k,j,sup}\\ 0{,}9\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}5\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}5\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.10b)$$

Deze combinaties toetsen of er bezwijken of buitensporige vervorming zal optreden. De factoren zijn voor zowel de blijvende als tijdelijke ontwerpsituatie van toepassing.

STR/GEO groep C

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}0\cdot G_{k,j,sup}\\ 1{,}0\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}3\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}3\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.10)$$

buitengewoon

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}0\cdot G_{k,j,sup}\\ 1{,}0\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}0\cdot\psi_{1,1}\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}0\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.11)$$

Bruikbaarheidsgrenstoestanden:

karakteristiek

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}0\cdot G_{k,j,sup}\\ 1{,}0\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}0\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}0\cdot\psi_{0,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.14)$$

frequent

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}0\cdot G_{k,j,sup}\\ 1{,}0\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}0\cdot\psi_{1,1}\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}0\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.15)$$

quasi-blijvend

$$\sum_{j\geq 1}\begin{Bmatrix}1{,}0\cdot G_{k,j,sup}\\ 1{,}0\cdot G_{k,j,inf}\end{Bmatrix}+1{,}0\cdot\psi_{2,1}\cdot Q_{k,1}+\sum_{i\geq 2}1{,}0\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i} \qquad (6.16)$$

4 BELASTINGAANNAMEN

4.1 Belastingen van constructieonderdelen

				G_k		Q_k		ψ_0
		36 ° [kN/m²] dakvlak		[kN/m²] grondvlak				
Hellend dak 1	Pannendak met dakbeschot en gordingen	0,70	=	0,87	[kN/m²]			
	Sneeuw		=			0,45		
			G_k=	**0,87**	[kN/m²] Q_k=	**0,45**	[kN/m²]	
Platdak hoog	Plat dak met balken, beschot, plafond en isolatie		=	0,60	[kN/m²]			
	Eigengewicht zonnepanelen incl ballast		=	0,30	[kN/m²]			
	Veranderlijk dak (personen en materiaal)		=			1,00		
			G_k=	**0,90**	[kN/m²] Q_k=	**1,00**	[kN/m²]	
2e Verdieping	Houten vloer met balken en plafond		=	0,55	[kN/m²]			
	2 lagen Fermacell		=	0,50	[kN/m²]			
	Scheidingswanden zolder (0,5)		=			0,50		
	Veranderlijk vloer woning (A)		=			1,75		
			G_k=	**1,05**	[kN/m²] Q_k=	**2,25**	[kN/m²]	**0,40**
Platdak 1e	Kanaalplaatvloer d=200		=	3,03	[kN/m²]			
	Dakbedekking en isolatie		=	0,25	[kN/m²]			
	Eigengewicht zonnepanelen incl ballast		=	0,30	[kN/m²]			
	Veranderlijk dak (personen en materiaal)		=			1,00		
			G_k=	**3,58**	[kN/m²] Q_k=	**1,00**	[kN/m²]	
1e verd. nieuw	Kanaalplaatvloer d=200		=	3,03	[kN/m²]			
	Afwerking	h/d = 70	=	1,40	[kN/m²]			
	Scheidingswanden (0,85) 70 mm YTONG of gips		=			0,85		
	Veranderlijk vloer woning (A)		=			1,75		
			G_k=	**4,43**	[kN/m²] Q_k=	**2,60**	[kN/m²]	**0,40**
1e verd. bestaand	Holle baksteenvloer		=	2,20	[kN/m²]			
	Afwerking	h/d = 30 [mm]	=	0,60	[kN/m²]			
	Scheidingswanden zolder (0,5)		=			0,50		
	Veranderlijk vloer woning (A)		=			1,75		
			G_k=	**2,80**	[kN/m²] Q_k=	**2,25**	[kN/m²]	**0,40**
Begane grond nieuw	Beton	h/d = 250 [mm]	=	6,25	[kN/m²]			
	Cementdekvloer	h/d = 70 [mm]	=	1,40	[kN/m²]			
	Scheidingswanden (0,85) 70 mm YTONG of gips		=			0,85		
	Veranderlijk vloer woning (A)		=			1,75		
			G_k=	**7,65**	[kN/m²] Q_k=	**2,60**	[kN/m²]	**0,40**
Begane grond best.	Houten vloer met balken		=	0,30	[kN/m²]			
	Veranderlijk vloer woning (A)		=			1,75		
			G_k=	**0,30**	[kN/m²] Q_k=	**1,75**	[kN/m²]	**0,40**

Eigen gewichten van gevels, bouwmuren enz.

		Buitenblad			Binnenblad							
	% Kozijnen 0,50 [kN/m²]	Metselwerk 20,00 [kN/m³]	Ispo 0,30 [kN/m²]	HSB 1,00 [kN/m²]	Kzst 18,50 [kN/m³]	L.beton 16,00 [kN/m³]	Beton 25,00 [kN/m³]	HSB 0,60 [kN/m²]	Hoogte [mm]	Afw. 20,00 [kN/m³]	G_k	
KZS 150					150						**2,78**	[kN/m²]
Metselwerk		100									**2,00**	[kN/m²]
HSB gevel				1							**1,00**	[kN/m²]
gevel bestaand		210									**4,20**	[kN/m²]
												[kN/m²]

BELASTINGFACTOREN EN BELASTINGEN VOLGENS NEN-EN 1990

Gevolgklasse	CC2	γ_G	γ_Q
Bruikbaarheids Grenstoestand kar. (SLS1)		**1,00**	**1,00**
Uiterste Grenstoestand 1 (ULS1)		**1,35**	**1,50**
Uiterste Grenstoestand 2 (ULS2)		**1,20**	**1,50**
Uiterste Grenstoestand 3 (ULS3)		**0,90**	
Uiterste Grenstoestand 4 (ULS4) t.b.v. wind		**1,20**	**1,50**

BELASTINGEN IN [kN/m²]	$G_{k,uitvoering}$ opdrijven	G_k	Q_k	ψ_0	ψ_t	ULS4 $1{,}2Gk + 1{,}5\psi t \cdot \psi_0 \cdot Qk$	ULS3 $0{,}9\ G$	ULS2 $1{,}2Gk + 1{,}5\psi t \cdot Qk$	ULS1 $1{,}35Gk + 1{,}5\psi t \cdot \psi_0 \cdot Qk$	SLS1 $1\ G + 1\ Q$
Hellend dak 1	0,87	0,87	0,45		1,00	1,0	0,8	**1,7**	1,2	1,3
Platdak hoog	0,90	0,90	1,00		1,00	**1,1**	0,8	**2,6**	1,2	1,9
2e Verdieping	1,05	1,05	2,25	0,40	1,00	**2,6**	0,9	**4,6**	2,8	3,3
Platdak 1e	3,28	3,58	1,00		1,00	**4,3**	3,2	**5,8**	4,8	4,6
1e verd. nieuw	4,43	4,43	2,60	0,40	1,00	**6,9**	4,0	**9,2**	7,5	7,0
1e verd. bestaand	2,80	2,80	2,25	0,40	1,00	**4,7**	2,5	**6,7**	5,1	5,1
Begane grond nieuw	7,40	7,65	2,60	0,40	1,00	**10,8**	6,9	**13,1**	11,9	10,3
Begane grond best.	0,30	0,30	1,75	0,40	1,00	**1,4**	0,3	**3,0**	1,5	2,1
KZS 150	2,78	2,78				**3,3**	2,5	**3,3**	3,7	2,8
Metselwerk	2,00	2,00				**2,4**	1,8	**2,4**	2,7	2,0
HSB gevel	1,00	1,00				**1,2**	0,9	**1,2**	1,4	1,0
gevel bestaand	4,20	4,20				**5,0**	3,8	**5,0**	5,7	4,2

Aangehouden gewichten per volumen

Gewapend grindbeton (i.h.w. gestort en prefab)	25,0	kN/m³
Wapeningsstaal	78,5	kN/m³
Staalconstructies	78,5	kN/m³
Zandcementmortel	20,0	kN/m³
Metselwerk, steen	20,0	kN/m³
Kalkzandsteen	18,5	kN/m³
Gasbeton	7,2	kN/m³
Gips	11,0	kN/m³
Aarde, klei en leem (nat)	20,0	kN/m³
Zand	16,0	kN/m³
Grind	18,0	kN/m³

4.2 Windbelasting

Gebouwhoogte	8,3	[m]
Windgebied	III	
Terreincategorie	Onbebouwd gebied	

Wind $q_{p(ze)}$ = 0,66 [kN/m²]

4.3 Sneeuwbelasting

Q_{sneeuw} = 0,56 [kN/m²] op grondvlak.

5 STABILITEIT

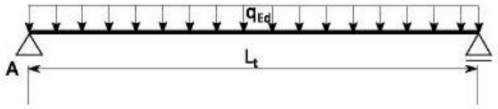
De stabiliteit van de uitbreiding wordt verzorgd door de schijfwerking van het platdak en de verdiepingsvloeren in combinatie met de wandschijven van de uitbreiding.
De belasting wordt via de wanden afgedragen naar de onderliggende fundering.
Er zijn voldoende wanden aanwezig om de stabiliteit te waarborgen.
Op de begane grond worden in dwarrichting extra stabiliteitswanden geplaats t.p.v. de bestaande openingen.

6 SCHEMA'S CONSTRUCTIEONDERDELEN

6.1 Balklaag 1 platdak dakkapel

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 1, weergegeven.
Voor de balklaag wordt een afmeting van 46·146 h.o.h. 600 [mm] en voldoet met kwal. C24

U.C. = 0,73 sterkte
U.C. = 0,61 stijfheid



L_t=2,5[m]

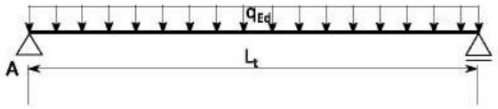
Belastingen
Permanent
q_g = 0,90 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 1,0 [kN/m²]

6.2 Balk 1 dakkapel

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 2, weergegeven.
Voor de balk wordt een afmeting van 2x71·196 [mm] en voldoet met kwaliteit C24. Geheel koppelen en verlijmen.

U.C. = 0,73 sterkte
U.C. = 0,61 stijfheid



L_t=4,4[m] belastingbreedte = 2,5/2=1,25[m]

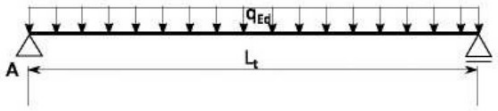
Belastingen
Permanent
q_g = 0,90 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 1,0 [kN/m²]

6.3 Balk 2 dakkapel

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 3, weergegeven.
Voor de balk wordt een afmeting van 71·196 [mm] en voldoet met kwaliteit C24.

U.C. = 0,35 sterkte
U.C. = 0,26 stijfheid



L_t=2,3[m] belastingbreedte = 2,5/2=1,25[m]

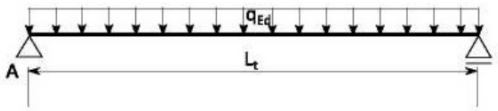
Belastingen
Permanent
q_g = 0,90 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 1,0 [kN/m²]

6.4 Balk 3 dakkapel

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 4, weergegeven.
Voor de balk wordt een afmeting van 71·196 [mm] en voldoet met kwaliteit C24. Geheel koppelen en verlijmen.

U.C. = 0,69 sterkte
U.C. = 0,91 stijfheid



L_t=3,1[m] belastingbreedte = 2,5/2=1,25[m]

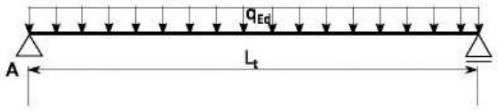
Belastingen
Permanent
q_g = 0,90 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 1,0 [kN/m²]

6.5 Balklaag 2 platdak

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 5, weergegeven.
Voor de balklaag wordt een afmeting van 71·196 h.o.h. 400 [mm] en voldoet met kwal. C24

U.C. = 0,48 sterkte
U.C. = 0,72 stijfheid



L_t=4,8[m]

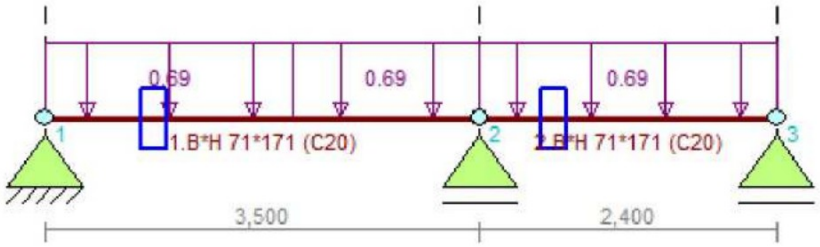
Belastingen
Permanent
q_g = 0,90 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 1,0 [kN/m²]

6.6 Balklaag 3, 2e verdieping bestaand

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 6, weergegeven.
Voor de balklaag is een afmeting van 71·171 h.o.h. 660 [mm] en voldoet met kwal. C20

U.C. = 0,91 sterkte
U.C. = 0,95 stijfheid
Trillingen niet maatgevend



L_t=5,9[m]

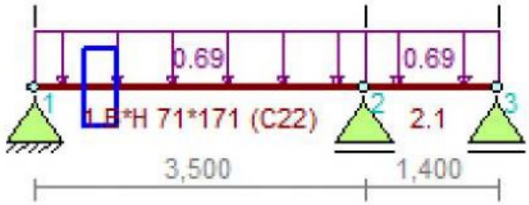
Belastingen
Permanent
q_g = 1,05 [kN/m²]·0,66=0,69[kN/m]

Veranderlijk
q_q = 2,25 [kN/m²]·0,66=1,49[kN/m]

6.7 Balklaag 4, 2e verdieping bestaand

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 7, weergegeven.
Voor de balklaag wordt een afmeting van 71·171 h.o.h. 660 [mm] en voldoet met kwal. C20

U.C. = 0,80 sterkte
U.C. = 0,84 stijfheid
Trillingen niet maatgevend



L_t=4,9[m]

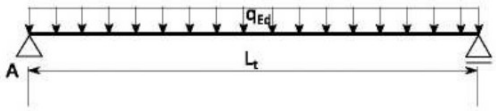
Belastingen
Permanent
q_g = 1,05 [kN/m²]·0,66[m]=0,69[kN/m]

Veranderlijk
q_q = 2,25 [kN/m²]·0,66[m]=1,49[kN/m]

6.8 Balk 4

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 8, weergegeven.
Voor de balk wordt een afmeting van 71·171 [mm] en voldoet met kwal. C24

U.C. = 0,72 sterkte
U.C. = 0,87 stijfheid
U.C. = 0,68 trillingen



L_t=2,8[m] belasting breedte 0,9[m]

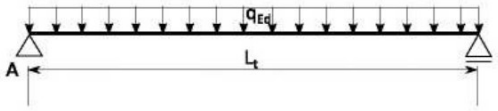
Belastingen
Permanent
q_g = 1,05 [kN/m²]

Veranderlijk
q_q = 2,25 [kN/m²]

6.9 Ligger 1

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 9, weergegeven.
Voor de ligger wordt een L150x100x10 met kwaliteit S235, toegepast. 150[mm] opleggen op metselwerk.

U.C. = 0,41 sterkte
U.C. = 0,22 stijfheid



L_t= 1,20 [m]

Belastingen:

9)Ligger 1

Lengte = 1,20 [m]

q-last 1 :

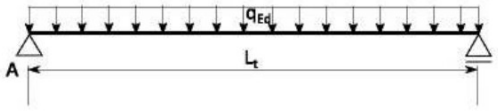
	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Platdak hoog	0,9	1,0		0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3			0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	
1e verd. nieuw	4,4	2,6	0,4	5,4	1,0	1,0	1,0	0,5	12,0	2,8	7,0	19,0	15,5	20,4	24,9	10,8	18,6	1 extr
HSB gevel	1,0			1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	3,0			3,0	3,0	4,1	3,6	2,7	3,6	
				q-last 1		[kN/m]'			15,2	2,8	7,0	22,3	18,7	24,8	28,8	13,7	22,5	
												qd;mom/qk :			1,3			
				lengte van de q-last:		1,20 m						Totaal belasting in [kN] :		29,7	34,6			

	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$	Q_k	SLS1	SLS2	ULS1	ULS2	ULS3	ULS4
Totale belasting op 9)Ligger 1	18	3	8	27	22	30	35	16	27

6.10 Ligger 2

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 10, weergegeven.
Voor de ligger wordt een L150x100x10 met kwaliteit S235, toegepast. 150[mm] opleggen op metselwerk.

U.C. = 0,66 sterkte
U.C. = 0,47 stijfheid

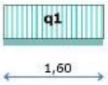


L_t= 1,60 [m]

Belastingen:

10)Ligger 2

Lengte = 1,60 [m]



q-last 1 :

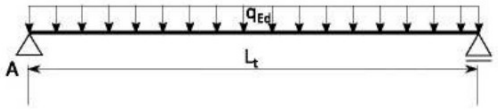
	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Hellend dak 1	0,9	0,4		1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3			1,3	1,3	1,8	1,6	1,2	1,6	
2e Verdieping	1,1	2,3	0,4	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	2,8	4,1	2,7	3,5	5,8	1,2	3,3	1 extr
1e verd. bestaand	2,8	2,3	0,4	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	3,5	1,1	2,8	6,3	4,9	6,4	8,4	3,2	5,9	1 extr
Metselwerk	2,0			1,0	1,0	4,3	1,0	1,0	8,6			8,6	8,6	11,6	10,3	7,7	10,3	
				q-last 1		[kN/m]			14,7	2,3	5,6	20,3	17,5	23,2	26,1	13,2	21,0	
												qd;mom/qk :			1,3			
				lengte van de q-last:		1,60 m						Totaal belasting in [kN] :		37,2	41,8			

	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$	Q_k	SLS1	SLS2	ULS1	ULS2	ULS3	ULS4
Totale belasting op 10)Ligger 2	24	4	9	33	28	37	42	21	34

6.11 Ligger 3

De berekening van de krachtswerking en de toetsing van de maatgevende doorsnede is in bijlage A, hoofdstuk 11, weergegeven.
Voor de ligger wordt een L100x100x10 met kwaliteit S235, toegepast. 150[mm] opleggen op metselwerk.

U.C. = 0,66 sterkte
U.C. = 0,64 stijfheid



L_t= 1,60 [m]

Belastingen:

Permanent

q_g = 4,3[m]·2=8,6 [kN/m]

7 CONTROLE FUNDERING

In dit hoofdstuk wordt de fundering gecontroleerd.

7.1 Strook 1 begane grond

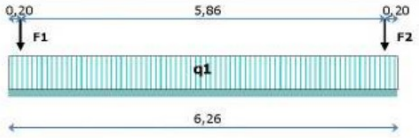
De berekening van de krachtswerking is in Bijlage B, hoofdstuk 1, weergegeven.
Betonkwaliteit C20/25. Geheel wapenen met dubbel net Ø8-150# onder en boven

Voor de bedding wordt 10000[kN/m] gehanteerd.
Grondspanning ca. 94[N/mm²] < 135 [N/mm²] akkoord

Belastingen
Permanente belasting vloer wordt door technosoft gegenereerd.
Qg=1,4[kN/m]

Strook 1

Lengte = 6,26 [m]



q-last 1 :	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Begane grond nieuw	7,7	2,6	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	7,7	1,0	2,6	10,3	9,0	11,9	13,1	6,9	10,8	1 extr
				q-last 1		[kN/m]			7,7	1,0	2,6	10,3	9,0	11,9	13,1	6,9	10,8	
												qd;mom/qk :			1,3			
lengte van de q-last:				6,26 m								Totaal belasting in [kN] :		74,4	82,0			

F-last 1 :	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Platdak hoog	0,9	1,0		2,4	2,9	1,0	1,0	1,0	6,3			6,3	6,3	8,5	7,5	5,6	7,5	
1e verd. nieuw	4,4	2,6	0,4	2,9	1,0	1,0	1,0	1,0	12,8	3,0	7,5	20,4	16,6	21,9	26,7	11,6	20,0	1 extr
HSB gevel	1,0			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	2,7			2,7	2,7	3,6	3,2	2,4	3,2	
HSB gevel	1,0			1,0	2,9	2,7	1,0	1,0	7,8			7,8	7,8	10,6	9,4	7,0	9,4	
KZS 150	2,8			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	7,5			7,5	7,5	10,1	9,0	6,7	9,0	
Metselwerk	2,0			1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	6,0			6,0	6,0	8,1	7,2	5,4	7,2	
				F-last 1		[kN]			43,1	3,0	7,5	50,7	46,9	62,8	63,1	38,8	56,3	
												Fd;mom/Fk :			1,2			
afstand tot vorige puntlast:				0,20 m														

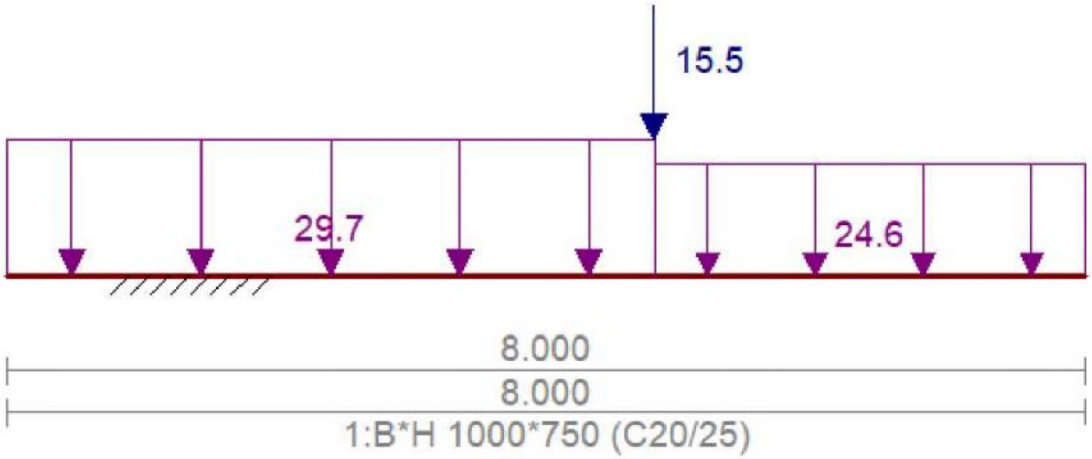
F-last 2 :	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Platdak hoog	0,9	1,0		2,4	2,9	1,0	1,0	1,0	6,3			6,3	6,3	8,5	7,5	5,6	7,5	
1e verd. nieuw	4,4	2,6	0,4	2,9	1,0	1,0	1,0	1,0	12,8	3,0	7,5	20,4	16,6	21,9	26,7	11,6	20,0	1 extr
HSB gevel	1,0			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	2,7			2,7	2,7	3,6	3,2	2,4	3,2	
HSB gevel	1,0			1,0	2,9	2,7	1,0	1,0	7,8			7,8	7,8	10,6	9,4	7,0	9,4	
KZS 150	2,8			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	7,5			7,5	7,5	10,1	9,0	6,7	9,0	
Metselwerk	2,0			1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	6,0			6,0	6,0	8,1	7,2	5,4	7,2	
				F-last 2		[kN]			43,1	3,0	7,5	50,7	46,9	62,8	63,1	38,8	56,3	
												Fd;mom/Fk :			1,2			
afstand tot vorige puntlast:				5,86 m														

	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$	Q_k	SLS1	SLS2	ULS1	ULS2	ULS3	ULS4
Totale belasting op Strook 1	134	13	31	166	150	200	208	121	180

7.2 Balk vorstrand

In verband met verschillende belastingen op de balk wordt de langrichting gecontroleerd.
De berekening van de krachtswerking is in Bijlage B, hoofdstuk 2, weergegeven.
Betonkwaliteit C20/25.

Voor de bedding wordt 10000[kN/m] gehanteerd.
Grondspanning ca. 63[kN/m²] < 135 [kN/m²] akkoord

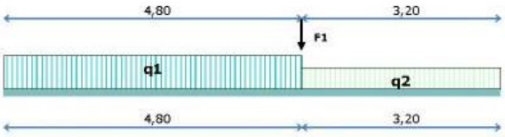


Belastingen

Permanente belasting vloer wordt door technosoft gegenereerd.

Balk t.p.v. woningscheiding

Lengte = 8,00 [m]



q-last 1 :

	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Platdak hoog	0,9	1,0		0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
1e verd. nieuw	4,4	2,6	0,4	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	13,3	3,1	7,8	21,1	17,2	22,6	27,7	12,0	20,6	1 extr
HSB gevel	1,0			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	2,7			2,7	2,7	3,6	3,2	2,4	3,2	
KZS 150	2,8			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	7,5			7,5	7,5	10,1	9,0	6,7	9,0	
Metselwerk	2,0			1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	6,0			6,0	6,0	8,1	7,2	5,4	7,2	
				q-last 1		[kN/m]			29,7	3,1	7,8	37,5	33,6	44,7	47,3	26,7	40,3	
												qd;mom/qk :			1,3			
				lengte van de q-last:		4,80 m						Totaal belasting in [kN] :		214,7	227,2			

q-last 2 :

	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0
Platdak 1e	3,6	1,0		3,1	1,0	1,0	1,0	1,0	11,1		3,1	14,2	11,1	15,0	18,0	10,0	13,3
KZS 150	2,8			1,0	1,0	2,7	1,0	1,0	7,5			7,5	7,5	10,1	9,0	6,7	9,0
Metselwerk	2,0			1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	6,0			6,0	6,0	8,1	7,2	5,4	7,2
				q-last 2		[kN/m]			24,6		3,1	27,7	24,6	33,2	34,2	22,1	29,5
												qd;mom/qk :			1,2		
				lengte van de q-last:		3,20 m						Totaal belasting in [kN] :		106,2	109,4		

F-last 1 :

	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0
HSB gevel	1,0			3,0	1,0	3,0	1,0	1,0	9,0			9,0	9,0	12,2	10,8	8,1	10,8
Platdak hoog	0,9	1,0		3,0	2,4	1,0	1,0	1,0	6,5		7,2	13,7	6,5	8,7	18,6	5,8	7,8
				F-last 1		[kN]			15,5		7,2	22,7	15,5	20,9	29,4	13,9	18,6
												Fd;mom/Fk :			1,3		
				afstand tot vorige puntlast:		4,80 m											

	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$	Q_k	SLS1	SLS2	ULS1	ULS2	ULS3	ULS4
Totale belasting op Balk t.p.v. woningscheiding	237	15	55	291	255	342	366	213	307

7.3 Controle bestaande fundering achtergevel

Doordat op de 2e verdieping een spant met ligger wordt geplaatst op de bestaande metselwerk penanten zal de belasting vanaf de 1e verdieping kunnen spreiden naar de fundering.
Conservatief is de spreiding in het metselwerk achterwege gelaten.
De berekening van de krachtswerking is in Bijlage B, hoofdstuk 3, weergegeven.

Voor de breedte van de fundering wordt 600[mm] en een gronddekking van 200[mm] gehanteerd. Uitgegaan wordt van zand-schoon-matig U.C. = 0,54 OK

Grondspanning ca. 80[kN/m²] < 147 [kN/m²] akkoord

Belastingen

Bestaande fundering

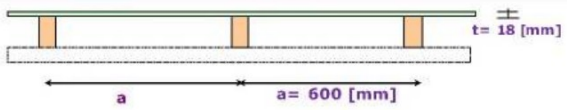
q-last 1 :	$P_{g;rep}$ [kN/m²]	$P_{q;rep}$ [kN/m²]	ψ_0	Breedte [m]	Lengte/ factor [m]	Hoogte [m]	Aantal [st]	Factor	G_k	$Q_k \cdot \psi_0$ momentaan	Q_k extreem	SLS1 1G+1Q+1Q·ψ_0 Karakteristiek	SLS2 1G+1Q·ψ_1+1Q·ψ_2 Frequent	ULS1 1,35G+ 1,50Q·ψ_0	ULS2 1,20G+ 1,50Q	ULS3 0,90G	ULS4 1,20G+ 1,50Q·ψ_0	
Platdak hoog	0,9	1,0		3,1	2,4	1,0	1,0	1,0	6,8			6,8	6,8	9,1	8,1	6,1	8,1	
2e Verdieping	1,1	2,3	0,4	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4	0,8	0,8	0,3	0,8	
1e verd. bestaand	2,8	2,3	0,4	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,3	0,7	1,7	1,3	1,7	2,2	0,8	1,6	1 extr
Begane grond best.	0,3	1,8	0,4	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,3	3,2	3,7	2,1	2,6	5,4	0,5	2,5	1 extr
gevel bestaand	4,2			1,0	1,0	6,0	1,0	1,0	25,2			25,2	25,2	34,0	30,3	22,7	30,3	
				q-last 1		[kN/m]			33,7	1,8	4,2	37,9	35,8	48,3	46,8	30,4	43,3	
												$qd_{;ex}/qk$:		1,27				
				lengte van de q-last:		1,00 m						Totaal belasting in [kN] :		48,3	46,8			

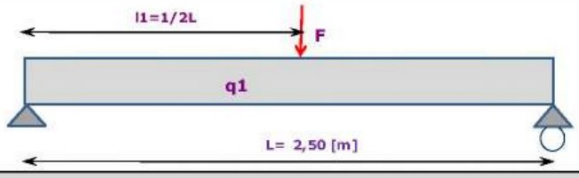
Bijlage A: Computeruitvoer schema's constructieonderdelen

1 BALKLAAG 1 PLATDAK DAKKAPEL

BEREKENING BALKLAAG PLATDAK GESTEUND AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 Versie 1.1: apr-20

SCHEMA DAKVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	u.c. max =	0,73
Balklaag voldoet op stijfheid	u.c. max =	0,61

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd naaldhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	146	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	46	x 146 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	10	[mm]	Lengte i	0	[mm]
Systeemlengte l_t	2,50	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	600	[mm]	Max. eindoorbuiging	10	[mm]	Geloten bouwwerk		
Dikte beplanking (t_p)	18	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	2		Gebouwhoogte	8,3	[m]			
Belastingduurklasse	Kort		Windgebied	III				
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL	Terreincategorie	Onbebouwd gebied				

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	0,90	[kN/m²]			
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	1,00	[kN/m²]			
	Extra over geheel dakvlak	$Q_{k,extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	2	[kN]	(0,1x0,1m²)	l1= 1250 [mm]	
Sneeuw	Blootstellings - en warmtecoëfficiënt	C_e, C_t =	1,00				
	Karakteristieke waarde van sneeuwbelasting op de grond	s_k =	0,70	[kN/m²]	Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt	μ_1 = 0,8	
		p_{sneeuw} =	0,56	[kN/m²]	$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
	extra sneeuwlast	$p_{sneeuw;extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
Regenwater		d_{hw} =	0,10	[m]			
Water		p_{water} =	1,00	[kN/m²]			
Wind	$q_{p(ze)}$= 0,66	$C_{pe;druk}$ =	0,20	$C_{pi,\ zuiging}$ =	-0,2	$c_s\ c_d$ =	1
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob}$ =	24,50 [m/s]	$C_{pe;zuiging}$ =	-0,70	$C_{pi,\ druk}$ =	-0,3	C_{dim} =	1
c_{prob}= ((1-K·ln(-ln(1-p)) / 1-K·ln(-ln(0,98)))	1,00	$w_{e;druk}$ =	0,25	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot C_{dim}$		
waarin: p	0,02	$w_{e;zuiging}$ =	-0,66	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot C_{dim}$		

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		H: Daken niet toegankelijk		
Referentieperiode	50	jaar			
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Reductiefaktor referentie periode ψ_k	1,00		0	0	0

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M =	1,3	Reductiefaktor k_r =	0,79	$k_r = 0,37+0,8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h=	1,27			waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h=	1,01	Traagheidsmoment I_{pl} =	291600	[mm⁴] $I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$
Modificatiefactor vervorming	k_{def} =	0,80			

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_n ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_m	Kort	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,01 ·	0,90 ·	24 /	1,30 =	16,71	11,14	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,27 ·	0,90 ·	14 /	1,30 =	12,28	8,18	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,80 ·	0,4 /	1,30 =	0,25	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,90 ·	21 /	1,30 =	14,54	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,90 ·	2,5 /	1,30 =	1,73	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,90 ·	4,0 /	1,30 =	2,77	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,90 ·	11000 /	1,30 =	7615,4	5076,9	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	163	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	118	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Torsie traagheidsmoment I_{tor}	380,4	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3 \cdot \{1-0,63b/h + 0,525 \cdot (b/h)^5\}$	Traagheidsmoment I_y	1193	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		Permanent G	Veranderlijk Q	$Q_{k,extra}$	Sneeuw	Water	$w_{e,druk}$	$w_{e,zuiging}$	Puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	0,90	1,00	0,00	0,56	1,00	0,25	-0,66	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-					1,58	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	0,54	0,60	0,00	0,34	0,60	0,15	-0,39	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	0,42	0,47	0,00	0,26	0,47	0,12	-0,31	0,99	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	0,68	0,75	0,00	0,42	0,75	0,19	-0,49	1,58	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.1: apr-20

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a en b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.b
ULS 7 STR/GEO	8 permanent en sneeuw	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,sneeuw})$	Formule 6.10.b
ULS 8 STR/GEO	9 permanent en water	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,water})$	Formule 6.10.b
ULS 9 STR/GEO	10 permanent en winddruk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ druk})$	Formule 6.10.b
ULS 10 STR/GEO	11 permanent en windzuiging	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ zuiging})$	Formule 6.10.b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	$Q_{k\ veranderlijk}$	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,35	· 0,54 +	1,50·	1,00·	0,00·	0,60 =	0,73	-	0,57	0,91
ULS 2 Formule 6.10.a	1,35	· 0,54 en	1,50·	1,00·	0,00·	1,58 =	0,73	0,00	0,57	0,91
ULS 3 Formule 6.10.b	1,20	· 0,54 +	1,50·	1,00·	-	0,60 =	1,55	-	1,21	1,94
ULS 4 Formule 6.10.b	1,20	· 0,54 en	1,50·	1,00·	-	1,58 =	0,65	2,38	1,99	3,19
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 0,54 =	-	-	-	-	0,49	-	0,38	0,61
ULS 6 Formule 6.10.b	1,20	· 0,54 +	1,50·	1,00·		0,34 =	1,15		0,90	1,44
ULS 7 Formule 6.10.b	1,20	· 0,54 +	1,50·	1,00·	-	0,60 =	1,55	-	1,21	1,94
ULS 8 Formule 6.10.b	1,20	· 0,54 +	1,50·	1,00·	-	0,15 =	0,87	-	0,68	1,09
ULS 9 Formule 6.10.b	0,90	· 0,54 +	1,50·	1,00·	-	-0,39 =	-0,11	-	-0,08	-0,13
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment
ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

$w_{inst;G} = 5\,G_k \cdot l^4 / 384EI$	2,09	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst,G}$	1,67	[mm]
$w_{fin;G} =$	3,77	[mm]
$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	6,09	[mm]
$w_{zeeg} =$	0	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	6,09	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	10,00	[mm]

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

Veranderlijk Q belasting is maatgevend

$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	2,33	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q} \cdot E_{gem}/E_{lang}$	0,00	[mm]
$w_{fin;Q} =$	2,33	[mm]
$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	4,00	[mm]
$w_{bij;toelaatbaar}$	10,00	[mm]

Windzuiging

$w_{inst;windzuiging}$	-1,53	[mm]
	0,00	
$w_{fin;Q,WIND} =$	-1,53	[mm]
$w_{fin,zuiging} = w_{fin;G} + w_{fin;Q,wind}$	2,24	[mm]
$w_{bij,WIND} = w_{fin,zuiging} + w_{inst;G}$	4,33	[mm]

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
6,09	≤	10,00	OK
U.C.	**0,61**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
4,00	≤	10,0	OK
U.C.	**0,40**		

$w_{bij,WIND}$	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
4,33	≤	10,00	OK
U.C.	**0,43**		

De opwaardse windbelasting heeft een gunstige invloed op de einddoorbuiging en is daarom niet als maatgevend beschouwd.

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{if} = b \cdot l_{opleg}$ 4600 [mm²] $k_{c;90} =$ 1,50 [-] $F_{c;90;d} =$ 3,19 [kN] $f_{c;90;d} =$ 1,73

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{if}$ $3{,}19 \cdot 10^3 / 4600 =$ 0,69 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,69	≤	2,60	OK	U.C.	**0,27**

Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y} =$ 1,99 [kNm] $f_{md} =$ 16,71 [N/mm²] $W_y =$ 163 [cm³]

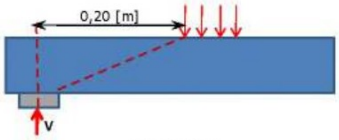
Spanning $\sigma_{m;y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ $1{,}99 \cdot 10^6 / 163 \cdot 10^3 =$ 12,18 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
12,18	≤	16,71	OK	U.C.	**0,73**

Art. 6.1.7 Dwarskracht

Dwarskracht $V_{Ed} =$ 3,19 [kN] $f_{vd} =$ 2,77 [N/mm²]

Q-last op balk $q_d =$ 0,65 [kN/m¹]



$V_{red} = (0{,}5\ l + h) \cdot q_d =$ $(0{,}5 \cdot 0{,}10 + 0{,}15) \cdot 0{,}65 =$ 0,13 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red} =$ $3{,}19 - 0{,}13 =$ 3,06 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h =$ $3 \cdot 3{,}06 \cdot 10^3 / 2 \cdot 46 \cdot 146 =$ 0,68 [N/mm²] Formule 6.11

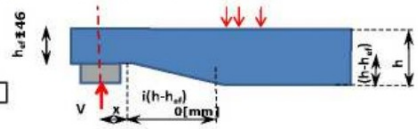
τ_d	≤	f_{vd}			
0,68	≤	2,77	OK	U.C.	**0,25**

Art. 6.5 Liggers met een uitkeping

$x = 0{,}5\ l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

$k_n =$ 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ 0 / 0 = 0,0



Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h =$ 1,00

$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1{,}1 i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0{,}8\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) $k_v =$ 1,0 $k_v =$ min. van 1 en 2 = 1,0

2) $k_v =$ 1,0

Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef} =$ $3 \cdot 3{,}19 \cdot 10^3 / 2 \cdot 46 \cdot 146 =$ 0,71 Formule 6.6 (2)

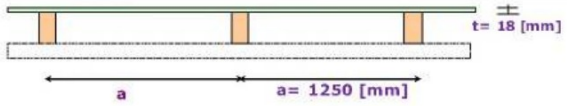
$k_v \cdot f_{vd} =$ $1{,}00 \cdot 2{,}77 =$ 2,77

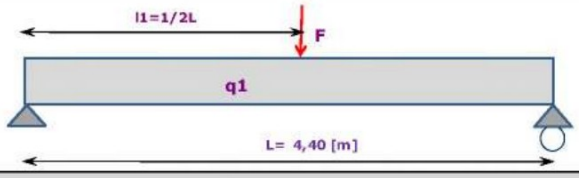
τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,71	≤	2,77	OK	U.C.	**0,26**

2 BALK 1 DAKKAPEL

BEREKENING BALKLAAG PLATDAK GESTEUND AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 — Versie 1.1: apr-20

SCHEMA DAKVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	$u.c._{max}$ =	0,52
Balklaag voldoet op stijfheid	$u.c._{max}$ =	0,93

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd naaldhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	196	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	142	x 196 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	18	[mm]	Lengte i	0	[mm]
Systeemlengte l_t	4,40	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	1250	[mm]	Max. eindoorbuiging	18	[mm]	Geloten bouwwerk		
Dikte beplanking (t_p)	18	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	2		Gebouwhoogte	8,3	[m]			
Belastingduurklasse	Kort		Windgebied	III				
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL	Terreincategorie	Onbebouwd gebied				

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	0,90	[kN/m²]			
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	1,00	[kN/m²]			
	Extra over geheel dakvlak	$Q_{k,extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	2	[kN]	(0,1x0,1m²)	l1= 2200 [mm]	
Sneeuw	Blootstellings - en warmtecoëfficiënt	C_e, C_t =	1,00				
	Karakteristieke waarde van sneeuwbelasting op de grond	s_k =	0,70	[kN/m²]	Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt	μ_1 = 0,8	
		p_{sneeuw} =	0,56	[kN/m²]	$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
	extra sneeuwlast	$p_{sneeuw;extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
Regenwater		d_{hw} =	0,10	[m]			
Water		p_{water} =	1,00	[kN/m²]			
Wind	$q_{p(ze)}$= 0,66	$C_{pe;druk}$ =	0,20	$C_{pi,\ zuiging}$ =	-0,2	$c_s\ c_d$ =	1
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob}$ =	24,50 [m/s]	$C_{pe;zuiging}$ =	-0,70	$C_{pi,\ druk}$ =	-0,3	C_{dim} =	1
c_{prob}= ((1-K·ln(-ln(1-p)) / 1-K·ln(-ln(0,98)))	1,00	$w_{e;druk}$ =	0,25	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot C_{dim}$		
waarin: p	0,02	$w_{e;zuiging}$ =	-0,66	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot C_{dim}$		

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		H: Daken niet toegankelijk		
Referentieperiode	50	jaar			
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Reductiefaktor referentie periode ψ_k	1,00		0	0	0

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M =	1,3	Reductiefaktor k_r =	1,00	$k_r = 0,37+0,8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h=	1,01			waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h=	1,00	Traagheidsmoment I_{pl} =	607500	[mm⁴] $I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$
Modificatiefactor vervorming	k_{def} =	0,80			

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_h ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_m	Kort	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,00 ·	0,90 ·	24 /	1,30 =	16,62	11,08	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,01 ·	0,90 ·	14 /	1,30 =	9,80	6,53	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,80 ·	0,4 /	1,30 =	0,25	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,90 ·	21 /	1,30 =	14,54	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,90 ·	2,5 /	1,30 =	1,73	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,90 ·	4,0 /	1,30 =	2,77	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,90 ·	11000 /	1,30 =	7615,4	5076,9	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	909	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	4677	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Torsie traagheidsmoment I_{tor}	12128,8	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3 \cdot \{1-0,63b/h + 0,525 \cdot (b/h)^5\}$	Traagheidsmoment I_y	8910	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		Permanent G	Veranderlijk Q	$Q_{k,extra}$	Sneeuw	Water	$w_{e,druk}$	$w_{e,zuiging}$	Puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	0,90	1,00	0,00	0,56	1,00	0,25	-0,66	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-					2,00	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	1,13	1,25	0,00	0,70	1,25	0,31	-0,82	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	2,72	3,03	0,00	1,69	3,03	0,76	-1,99	2,20	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	2,48	2,75	0,00	1,54	2,75	0,69	-1,81	2,00	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.1: apr-20

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a en b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.b
ULS 7 STR/GEO	8 permanent en sneeuw	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,sneeuw})$	Formule 6.10.b
ULS 8 STR/GEO	9 permanent en water	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,water})$	Formule 6.10.b
ULS 9 STR/GEO	10 permanent en winddruk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ druk})$	Formule 6.10.b
ULS 10 STR/GEO	11 permanent en windzuiging	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ zuiging})$	Formule 6.10.b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	$Q_{k\ veranderlijk}$	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 +	1,50·	1,00·	0,00·	1,25 =	1,52	-	3,68	3,34
ULS 2 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 en	1,50·	1,00·	0,00·	2,00 =	1,52	0,00	3,68	3,34
ULS 3 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	7,81	7,10
ULS 4 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 en	1,50·	1,00·	-	2,00 =	1,35	3,00	6,57	5,97
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 1,13 =	-	-	-	-	1,01	-	2,45	2,23
ULS 6 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·		0,70 =	2,40		5,81	5,28
ULS 7 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	7,81	7,10
ULS 8 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	0,31 =	1,82	-	4,40	4,00
ULS 9 Formule 6.10.b	0,90	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	-0,82 =	-0,22	-	-0,53	-0,48
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 3 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment
ULS 3 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

$w_{inst;G} = 5\,G_k \cdot l^4 / 384EI$	5,60	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst,G}$	4,48	[mm]
$w_{fin;G} =$	10,08	[mm]
$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	16,31	[mm]
$w_{zeeg} =$	0	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	16,31	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	17,60	[mm]

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

Veranderlijk Q belasting is maatgevend

$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	6,22	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q} \cdot E_{gem}/E_{lang}$	0,00	[mm]
$w_{fin;Q} =$	6,22	[mm]
$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	10,71	[mm]
$w_{bij;toelaatbaar}$	17,60	[mm]

Windzuiging

$w_{inst;windzuiging}$	-4,09	[mm]
	0,00	
$w_{fin;Q,WIND} =$	-4,09	[mm]
$w_{fin,zuiging} = w_{fin;G} + w_{fin;Q,wind}$	5,99	[mm]
$w_{bij,WIND} = w_{fin,zuiging} + w_{inst;G}$	11,60	[mm]

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
16,31	≤	17,60	OK
U.C.	**0,93**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
10,71	≤	17,6	OK
U.C.	**0,61**		

$w_{bij,WIND}$	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
11,60	≤	17,60	OK
U.C.	**0,66**		

De opwaardse windbelasting heeft een gunstige invloed op de einddoorbuiging en is daarom niet als maatgevend beschouwd.

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{if} = b \cdot l_{opl;eff}$ 14200 [mm²] $k_{c;90} =$ 1,50 [-] $F_{c;90;d} =$ 7,10 [kN] $f_{c;90;d} =$ 1,73

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{if}$ 7,10 · 10³ / 14200 = 0,50 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,50	≤	2,60	OK	U.C.	**0,19**

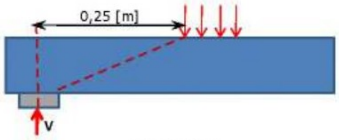
Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y} =$ 7,81 [kNm] $f_{md} =$ 16,62 [N/mm²] $W_y =$ 909 [cm³]

Spanning $\sigma_{m,y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ 7,81 ·10⁶ / 909 ·10³ = 8,59 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
8,59	≤	16,62	OK	U.C.	**0,52**

Art. 6.1.7 Dwarskracht



Dwarskracht $V_{Ed} =$ 7,10 [kN] $f_{vd} =$ 2,77 [N/mm²]

Q-last op balk $q_d =$ 3,23 [kN/m¹]

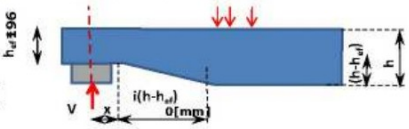
$V_{red} = (0,5\ l+h) \cdot q_d =$ (0,5 · 0,10 + 0,20) · 3,23 = 0,79 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red} =$ 7,10 - 0,79 = 6,30 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h =$ 3 · 6,30 · 10³ / 2 · 142 · 196= 0,34 [N/mm²] Formule 6.11

τ_d	≤	f_{vd}			
0,34	≤	2,77	OK	U.C.	**0,12**

Art. 6.5 Liggers met een uitkeping



$x = 0,5\ l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

$k_n =$ 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ 0 / 0 = 0,0 Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h =$ 1,00

$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1{,}1 i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0{,}8\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) $k_v =$ 1,0 $k_v =$ min. van 1 en 2= 1,0

2) $k_v =$ 1,0 Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef} =$ 3 · 7,10 · 10³ / 2 · 142 · 196= 0,38 Formule 6.6 (2)

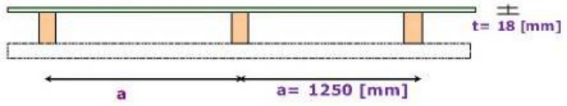
$k_v \cdot f_{vd} =$ 1,00 · 2,77= 2,77

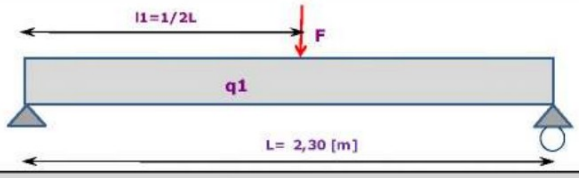
τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,38	≤	2,77	OK	U.C.	**0,14**

3 BALK 2 DAKKAPEL

BEREKENING BALKLAAG PLATDAK GESTEUND AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 — Versie 1.1: apr-20

SCHEMA DAKVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	u.c. max =	0,35
Balklaag voldoet op stijfheid	u.c. max =	0,26

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd naaldhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	196	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	71	x 196 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	9	[mm]	Lengte i	0	[mm]
Systeemlengte l_t	2,30	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	1250	[mm]	Max. eindoorbuiging	9	[mm]	Geloten bouwwerk		
Dikte beplanking (t_p)	18	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	2		Gebouwhoogte	8,3	[m]			
Belastingduurklasse	Kort		Windgebied	III				
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL	Terreincategorie	Onbebouwd gebied				

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	0,90	[kN/m²]			
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	1,00	[kN/m²]			
	Extra over geheel dakvlak	$Q_{k,extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	2	[kN]	(0,1x0,1m²)	l1= 1150 [mm]	
Sneeuw	Blootstellings - en warmtecoëfficiënt	C_e, C_t =	1,00				
	Karakteristieke waarde van sneeuwbelasting op de grond	s_k =	0,70	[kN/m²]	Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt	μ_1 = 0,8	
		p_{sneeuw} =	0,56	[kN/m²]	$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
	extra sneeuwlast	$p_{sneeuw;extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
Regenwater		d_{hw} =	0,10	[m]			
Water		p_{water} =	1,00	[kN/m²]			
Wind	$q_{p(ze)}$= 0,66	$C_{pe;druk}$ =	0,20	$C_{pi,\ zuiging}$ =	-0,2	$c_s\ c_d$ =	1
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob}$ =	24,50 [m/s]	$C_{pe;zuiging}$ =	-0,70	$C_{pi,\ druk}$ =	-0,3	C_{dim} =	1
c_{prob}= ((1-K·ln(-ln(1-p)) / 1-K·ln(-ln(0,98)))	1,00	$w_{e;druk}$ =	0,25	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot C_{dim}$		
waarin: p	0,02	$w_{e;zuiging}$ =	-0,66	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot C_{dim}$		

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		H: Daken niet toegankelijk		
Referentieperiode	50	jaar			
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Reductiefaktor referentie periode ψ_k	1,00		0	0	0

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M = 1,3	Reductiefaktor k_r =	1,00	$k_r = 0,37+0,8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h= 1,16			waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h= 1,00	Traagheidsmoment I_{pl} =	607500	[mm⁴] $I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$
Modificatiefactor vervorming	k_{def} = 0,80			

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	2	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_n ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_m	Kort	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,00 ·	0,90 ·	24 /	1,30 =	16,62	11,08	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,16 ·	0,90 ·	14 /	1,30 =	11,26	7,50	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,80 ·	0,4 /	1,30 =	0,25	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,90 ·	21 /	1,30 =	14,54	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,90 ·	2,5 /	1,30 =	1,73	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,90 ·	4,0 /	1,30 =	2,77	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,90 ·	11000 /	1,30 =	7615,4	5076,9	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	455	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	585	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Torsie traagheidsmoment I_{tor}	1812,4	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3 \cdot \{1-0,63b/h + 0,525 \cdot (b/h)^5\}$	Traagheidsmoment I_y	4455	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		Permanent G	Veranderlijk Q	$Q_{k,extra}$	Sneeuw	Water	$w_{e,druk}$	$w_{e,zuiging}$	Puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	0,90	1,00	0,00	0,56	1,00	0,25	-0,66	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-					2,00	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	1,13	1,25	0,00	0,70	1,25	0,31	-0,82	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	0,74	0,83	0,00	0,46	0,83	0,21	-0,54	1,15	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	1,29	1,44	0,00	0,81	1,44	0,36	-0,94	2,00	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.1: apr-20

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a en b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.b
ULS 7 STR/GEO	8 permanent en sneeuw	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,sneeuw})$	Formule 6.10.b
ULS 8 STR/GEO	9 permanent en water	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,water})$	Formule 6.10.b
ULS 9 STR/GEO	10 permanent en winddruk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ druk})$	Formule 6.10.b
ULS 10 STR/GEO	11 permanent en windzuiging	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ zuiging})$	Formule 6.10.b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	$Q_{k\ veranderlijk}$	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 +	1,50·	1,00·	0,00·	1,25 =	1,52	-	1,00	1,75
ULS 2 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 en	1,50·	1,00·	0,00·	2,00 =	1,52	0,00	1,00	1,75
ULS 3 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	2,13	3,71
ULS 4 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 en	1,50·	1,00·	-	2,00 =	1,35	3,00	2,62	4,55
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 1,13 =	-	-	-	-	1,01	-	0,67	1,16
ULS 6 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·		0,70 =	2,40		1,59	2,76
ULS 7 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	2,13	3,71
ULS 8 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	0,31 =	1,82	-	1,20	2,09
ULS 9 Formule 6.10.b	0,90	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	-0,82 =	-0,22	-	-0,15	-0,25
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment
ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

$w_{inst;G} = 5\,G_k \cdot l^4 / 384EI$	0,84	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst,G}$	0,67	[mm]
$w_{fin;G} =$	1,51	[mm]
$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	2,44	[mm]
$w_{zeeg} =$	0	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	2,44	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	9,20	[mm]

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

Veranderlijk Q belasting is maatgevend

$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	0,93	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q} \cdot E_{gem}/E_{lang}$	0,00	[mm]
$w_{fin;Q} =$	0,93	[mm]
$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	1,60	[mm]
$w_{bij;toelaatbaar}$	9,20	[mm]

Windzuiging

$w_{inst;windzuiging}$	-0,61	[mm]
	0,00	
$w_{fin;Q,WIND} =$	-0,61	[mm]
$w_{fin,zuiging} = w_{fin;G} + w_{fin;Q,wind}$	0,89	[mm]
$w_{bij,WIND} = w_{fin,zuiging} + w_{inst;G}$	1,73	[mm]

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
2,44	≤	9,20	OK
U.C.	**0,26**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
1,60	≤	9,2	OK
U.C.	**0,17**		

$w_{bij,WIND}$	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
1,73	≤	9,20	OK
U.C.	**0,19**		

De opwaardse windbelasting heeft een gunstige invloed op de einddoorbuiging en is daarom niet als maatgevend beschouwd.

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{if} = b \cdot l_{opleg}$ 7100 [mm²] $k_{c;90} =$ 1,50 [-] $F_{c;90;d} =$ 4,55 [kN] $f_{c;90;d} =$ 1,73

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{if}$ 4,55 · 10³ / 7100 = 0,64 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,64	≤	2,60	OK	U.C.	**0,25**

Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y} =$ 2,62 [kNm] $f_{md} =$ 16,62 [N/mm²] $W_y =$ 455 [cm³]

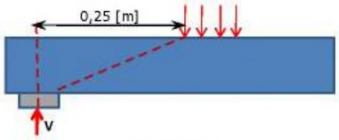
Spanning $\sigma_{m;y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ 2,62 ·10⁶ / 455 ·10³ = 5,76 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
5,76	≤	16,62	OK	U.C.	**0,35**

Art. 6.1.7 Dwarskracht

Dwarskracht $V_{Ed} =$ 4,55 [kN] $f_{vd} =$ 2,77 [N/mm²]

Q-last op balk $q_d =$ 1,35 [kN/m¹]



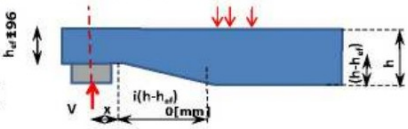
$V_{red} = (0,5\ l+h) \cdot q_d =$ (0,5 · 0,10 + 0,20) · 1,35 = 0,33 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red} =$ 4,55 - 0,33 = 4,22 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h =$ 3 · 4,22 · 10³ / 2 · 71 · 196= 0,46 [N/mm²] Formule 6.11

τ_d	≤	f_{vd}			
0,46	≤	2,77	OK	U.C.	**0,16**

Art. 6.5 Liggers met een uitkeping



$x = 0,5\ l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

$k_n =$ 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ 0 / 0 = 0,0 Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h =$ 1,00

$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1{,}1 i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0{,}8\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) $k_v =$ 1,0 $k_v =$ min. van 1 en 2= 1,0

2) $k_v =$ 1,0 Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef} =$ 3 · 4,55 · 10³ / 2 · 71 · 196= 0,49 Formule 6.6 (2)

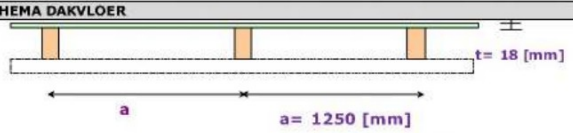
$k_v \cdot f_{vd} =$ 1,00 · 2,77= 2,77

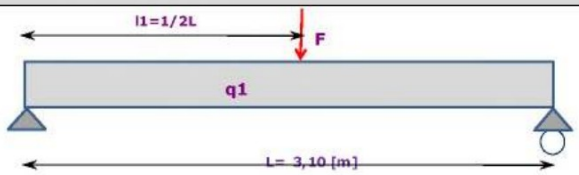
τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,49	≤	2,77	OK	U.C.	**0,18**

4 BALK 3 DAKKAPEL

BEREKENING BALKLAAG PLATDAK GESTEUND AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 — Versie 1.1: apr-20

SCHEMA DAKVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	u.c. max =	0,69
Balklaag voldoet op stijfheid	u.c. max =	0,91

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd naaldhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	171	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	71	x 171 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	12	[mm]	Lengte i	0	[mm]
Systeemlengte l_t	3,10	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	1250	[mm]	Max. eindoorbuiging	12	[mm]	Geloten bouwwerk		
Dikte beplanking (t_p)	18	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	1		Gebouwhoogte	8,3	[m]			
Belastingduurklasse	Kort		Windgebied	III				
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL	Terreincategorie	Onbebouwd gebied				

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	0,90	[kN/m²]			
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	1,00	[kN/m²]			
	Extra over geheel dakvlak	$Q_{k,extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	2	[kN]	(0,1x0,1m²)	l1= 1550 [mm]	
Sneeuw	Blootstellings - en warmtecoëfficiënt	C_e, C_t =	1,00				
	Karakteristieke waarde van sneeuwbelasting op de grond	s_k =	0,70	[kN/m²]	Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt	μ_1 =	0,8
		p_{sneeuw} =	0,56	[kN/m²]	$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
	extra sneeuwlast	$p_{sneeuw;extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
Regenwater		d_{hw} =	0,10	[m]			
Water		p_{water} =	1,00	[kN/m²]			
Wind	$q_{p(ze)}$= 0,66	$C_{pe;druk}$ =	0,20	$C_{pi,\ zuiging}$ =	-0,2	$c_s\ c_d$ =	1
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob}$ =	24,50 [m/s]	$C_{pe;zuiging}$ =	-0,70	$C_{pi,\ druk}$ =	-0,3	C_{dim} =	1
$c_{prob} = ((1-K \cdot \ln(-\ln(1-p)) / 1-K \cdot \ln(-\ln(0,98)))$	1,00	$w_{e;druk}$ =	0,25	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot C_{dim}$		
waarin: p	0,02	$w_{e;zuiging}$ =	-0,66	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot C_{dim}$		

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		H: Daken niet toegankelijk		
Referentieperiode	50	jaar			
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Reductiefaktor referentie periode ψ_k	1,00		0	0	0

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M =	1,3	Reductiefaktor k_r =	1,00	$k_r = 0,37+0,8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h=	1,16			waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h=	1,00	Traagheidsmoment I_{pl} =	607500	[mm⁴] $I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$
Modificatiefactor vervorming	k_{def} =	0,60			

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_n ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_m	Kort	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,00 ·	0,90 ·	24 /	1,30 =	16,62	11,08	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,16 ·	0,90 ·	14 /	1,30 =	11,26	7,50	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,80 ·	0,4 /	1,30 =	0,25	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,90 ·	21 /	1,30 =	14,54	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,90 ·	2,5 /	1,30 =	1,73	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,90 ·	4,0 /	1,30 =	2,77	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,90 ·	11000 /	1,30 =	7615,4	5076,9	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	346	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	510	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Torsie traagheidsmoment I_{tor}	1519,7	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3 \cdot \{1-0,63b/h + 0,525 \cdot (b/h)^5\}$	Traagheidsmoment I_y	2958	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		Permanent G	Veranderlijk Q	$Q_{k,extra}$	Sneeuw	Water	$w_{e,druk}$	$w_{e,zuiging}$	Puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	0,90	1,00	0,00	0,56	1,00	0,25	-0,66	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-					2,00	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	1,13	1,25	0,00	0,70	1,25	0,31	-0,82	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	1,35	1,50	0,00	0,84	1,50	0,37	-0,99	1,55	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	1,74	1,94	0,00	1,09	1,94	0,48	-1,27	2,00	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.1: apr-20

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a en b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.b
ULS 7 STR/GEO	8 permanent en sneeuw	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,sneeuw})$	Formule 6.10.b
ULS 8 STR/GEO	9 permanent en water	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,water})$	Formule 6.10.b
ULS 9 STR/GEO	10 permanent en winddruk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ druk})$	Formule 6.10.b
ULS 10 STR/GEO	11 permanent en windzuiging	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ zuiging})$	Formule 6.10.b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	$Q_{k\ veranderlijk}$	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 +	1,50·	1,00·	0,00·	1,25 =	1,52	-	1,82	2,35
ULS 2 Formule 6.10.a	1,35	· 1,13 en	1,50·	1,00·	0,00·	2,00 =	1,52	0,00	1,82	2,35
ULS 3 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	3,88	5,00
ULS 4 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 en	1,50·	1,00·	-	2,00 =	1,35	3,00	3,95	5,10
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 1,13 =	-	-	-	-	1,01	-	1,22	1,57
ULS 6 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·		0,70 =	2,40		2,89	3,72
ULS 7 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	1,25 =	3,23	-	3,88	5,00
ULS 8 Formule 6.10.b	1,20	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	0,31 =	1,82	-	2,19	2,82
ULS 9 Formule 6.10.b	0,90	· 1,13 +	1,50·	1,00·	-	-0,82 =	-0,22	-	-0,26	-0,34
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment
ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

$w_{inst;G} = 5\,G_k \cdot l^4 / 384EI$	4,16	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst,G}$	2,49	[mm]
$w_{fin;G} =$	6,65	[mm]
$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	11,27	[mm]
$w_{zeeg} =$	0	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	11,27	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	12,40	[mm]

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

Veranderlijk Q belasting is maatgevend

$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	4,62	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q} \cdot E_{gem}/E_{lang}$	0,00	[mm]
$w_{fin;Q} =$	4,62	[mm]
$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	7,11	[mm]
$w_{bij;toelaatbaar}$	12,40	[mm]

Windzuiging

$w_{inst;windzuiging}$	-3,04	[mm]
	0,00	
$w_{fin;Q,WIND} =$	-3,04	[mm]
$w_{fin,zuiging} = w_{fin;G} + w_{fin;Q,wind}$	3,62	[mm]
$w_{bij,WIND} = w_{fin,zuiging} + w_{inst;G}$	7,77	[mm]

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
11,27	≤	12,40	OK
U.C.	**0,91**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
7,11	≤	12,4	OK
U.C.	**0,57**		

$w_{bij,WIND}$	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
7,77	≤	12,40	OK
U.C.	**0,63**		

De opwaardse windbelasting heeft een gunstige invloed op de einddoorbuiging en is daarom niet als maatgevend beschouwd.

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{if} = b \cdot l_{opleg}$ 7100 [mm²] $k_{c;90} =$ 1,50 [-] $F_{c;90;d} =$ 5,10 [kN] $f_{c;90;d} =$ 1,73

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{if}$ 5,10 · 10³ / 7100 = 0,72 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,72	≤	2,60	OK	U.C.	**0,28**

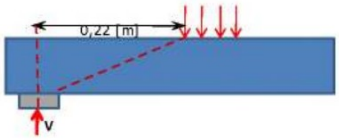
Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y} =$ 3,95 [kNm] $f_{md} =$ 16,62 [N/mm²] $W_y =$ 346 [cm³]

Spanning $\sigma_{m;y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ 3,95 ·10⁶ / 346 ·10³ = 11,41 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
11,41	≤	16,62	OK	U.C.	**0,69**

Art. 6.1.7 Dwarskracht



Dwarskracht $V_{Ed} =$ 5,10 [kN] $f_{vd} =$ 2,77 [N/mm²]

Q-last op balk $q_d =$ 1,35 [kN/m¹]

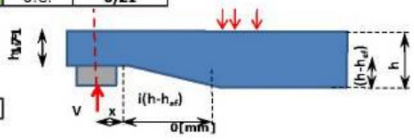
$V_{red} = (0,5\,l + h) \cdot q_d =$ (0,5 · 0,10 + 0,17) · 1,35 = 0,30 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red} =$ 5,10 - 0,30 = 4,80 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h =$ 3 · 4,80 · 10³ / 2 · 71 · 171= 0,59 [N/mm²] Formule 6.11

τ_d	≤	f_{vd}			
0,59	≤	2,77	OK	U.C.	**0,21**

Art. 6.5 Liggers met een uitkeping



$x = 0,5\,l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

$k_n =$ 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ 0 / 0 = 0,0 Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h =$ 1,00

$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1{,}1 i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0{,}8\,\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) $k_v =$ 1,0 $k_v =$ min. van 1 en 2= 1,0

2) $k_v =$ 1,0 Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef} =$ 3 · 5,10 · 10³ / 2 · 71 · 171= 0,63 Formule 6.6 (2)

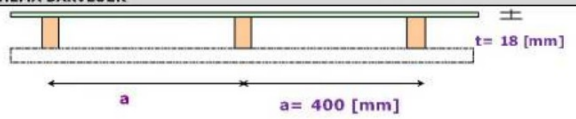
$k_v \cdot f_{vd} =$ 1,00 · 2,77= 2,77

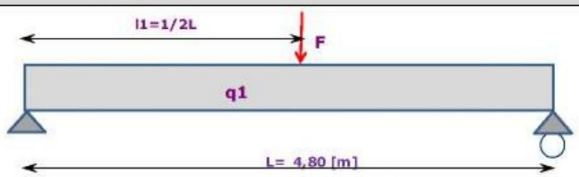
τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,63	≤	2,77	OK	U.C.	**0,23**

5 BALKLAAG 2, PLATDAK

BEREKENING BALKLAAG PLATDAK GESTEUND AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 Versie 1.1: apr-20

SCHEMA DAKVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	$u.c._{max}$ =	0,48
Balklaag voldoet op stijfheid	$u.c._{max}$ =	0,72

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd naaldhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	196	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	71	x 196 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	19	[mm]	Lengte i	0	[mm]
Systeemlengte l_t	4,80	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_t$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	400	[mm]	Max. eindoorbuiging	19	[mm]	Geloten bouwwerk		
Dikte beplanking (t_p)	18	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	1		Gebouwhoogte	8,3	[m]			
Belastingduurklasse	Kort		Windgebied	III				
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL	Terreincategorie	Onbebouwd gebied				

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	0,90	[kN/m²]			
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	1,00	[kN/m²]			
	Extra over geheel dakvlak	$Q_{k,extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	2	[kN]	(0,1x0,1m²)	l1= 2400 [mm]	
Sneeuw	Blootstellings - en warmtecoëfficiënt	C_e, C_t =	1,00				
	Karakteristieke waarde van sneeuwbelasting op de grond	s_k =	0,70	[kN/m²]	Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënt	μ_1 = 0,8	
		p_{sneeuw} =	0,56	[kN/m²]	$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		
	extra sneeuwlast	$p_{sneeuw;extra}$ =	0,00	[kN/m²]			
Regenwater		d_{hw} =	0,10	[m]			
Water		p_{water} =	1,00	[kN/m²]			
Wind	$q_{p(ze)}$= 0,66	$C_{pe;druk}$ =	0,20	$C_{pi,\ zuiging}$ =	-0,2	$c_s\ c_d$ = 1	
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \cdot c_{prob}$ =	24,50 [m/s]	$C_{pe;zuiging}$ =	-0,70	$C_{pi,\ druk}$ =	-0,3	C_{dim} = 1	
c_{prob}= ((1-K·ln(-ln(1-p)) / 1-K·ln(-ln(0,98)))	1,00	$w_{e;druk}$ =	0,25	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} - c_{pi}) \cdot C_{dim}$		
waarin: p	0,02	$w_{e;zuiging}$ =	-0,66	[kN/m²]	$w_e = q_{p(ze)} \cdot (c_{pe} + c_{pi}) \cdot C_{dim}$		

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2	H: Daken niet toegankelijk			
Referentieperiode	50 jaar				
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Reductiefaktor referentie periode ψ_k	1,00	0	0	0	

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M = 1,3	Reductiefaktor k_r =	0,65	$k_r = 0,37+0,8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h= 1,16			waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h= 1,00	Traagheidsmoment I_{pl} =	194400	[mm⁴] $I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$
Modificatiefactor vervorming	k_{def} = 0,60			

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_n ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_m	Kort	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,00 ·	0,90 ·	24 /	1,30 =	16,62	11,08	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,16 ·	0,90 ·	14 /	1,30 =	11,26	7,50	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,80 ·	0,4 /	1,30 =	0,25	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,90 ·	21 /	1,30 =	14,54	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,90 ·	2,5 /	1,30 =	1,73	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,90 ·	4,0 /	1,30 =	2,77	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,90 ·	11000 /	1,30 =	7615,4	5076,9	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	455	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	585	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Torsie traagheidsmoment I_{tor}	1812,4	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3 \cdot \{1-0,63b/h + 0,525 \cdot (b/h)^5\}$	Traagheidsmoment I_y	4455	[cm⁴] $I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,35	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q =	1,50
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		Permanent G	Veranderlijk Q	$Q_{k,extra}$	Sneeuw	Water	$w_{e,druk}$	$w_{e,zuiging}$	Puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	0,90	1,00	0,00	0,56	1,00	0,25	-0,66	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-					1,30	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	0,36	0,40	0,00	0,22	0,40	0,10	-0,26	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	1,04	1,15	0,00	0,65	1,15	0,29	-0,76	1,56	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	0,86	0,96	0,00	0,54	0,96	0,24	-0,63	1,30	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.1: apr-20

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k + Q_{k,extra})$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a en b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.b
ULS 7 STR/GEO	8 permanent en sneeuw	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,sneeuw})$	Formule 6.10.b
ULS 8 STR/GEO	9 permanent en water	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,water})$	Formule 6.10.b
ULS 9 STR/GEO	10 permanent en winddruk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ druk})$	Formule 6.10.b
ULS 10 STR/GEO	11 permanent en windzuiging	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_{k,wind\ zuiging})$	Formule 6.10.b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	$Q_{k\ veranderlijk}$	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,35	· 0,36 +	1,50·	1,00·	0,00·	0,40 =	0,49	-	1,40	1,17
ULS 2 Formule 6.10.a	1,35	· 0,36 en	1,50·	1,00·	0,00·	1,30 =	0,49	0,00	1,40	1,17
ULS 3 Formule 6.10.b	1,20	· 0,36 +	1,50·	1,00·	-	0,40 =	1,03	-	2,97	2,48
ULS 4 Formule 6.10.b	1,20	· 0,36 en	1,50·	1,00·	-	1,30 =	0,43	1,95	3,59	2,99
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 0,36 =	-	-	-	-	0,32	-	0,93	0,78
ULS 6 Formule 6.10.b	1,20	· 0,36 +	1,50·	1,00·		0,22 =	0,77		2,21	1,84
ULS 7 Formule 6.10.b	1,20	· 0,36 +	1,50·	1,00·	-	0,40 =	1,03	-	2,97	2,48
ULS 8 Formule 6.10.b	1,20	· 0,36 +	1,50·	1,00·	-	0,10 =	0,58	-	1,68	1,40
ULS 9 Formule 6.10.b	0,90	· 0,36 +	1,50·	1,00·	-	-0,26 =	-0,07	-	-0,20	-0,17
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment
ULS 4 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

$w_{inst;G} = 5\,G_k \cdot l^4 / 384EI$	5,08	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst,G}$	3,05	[mm]
$w_{fin;G} =$	8,12	[mm]
$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	13,77	[mm]
$w_{zeeg} =$	0	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	13,77	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	19,20	[mm]

Gerekend met gemiddelde E 11000 [N/mm²]

Veranderlijk Q belasting is maatgevend

$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	5,64	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q} \cdot E_{gem}/E_{lang}$	0,00	[mm]
$w_{fin;Q} =$	5,64	[mm]
$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	8,69	[mm]
$w_{bij;toelaatbaar}$	19,20	[mm]

Windzuiging

$w_{inst;windzuiging}$	-3,71	[mm]
	0,00	
$w_{fin;Q,WIND} =$	-3,71	[mm]
$w_{fin,zuiging} = w_{fin;G} + w_{fin;Q,wind}$	4,42	[mm]
$w_{bij,WIND} = w_{fin,zuiging} + w_{inst;G}$	9,49	[mm]

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
13,77	≤	19,20	OK
U.C.	**0,72**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
8,69	≤	19,2	OK
U.C.	**0,45**		

$w_{bij,WIND}$	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
9,49	≤	19,20	OK
U.C.	**0,49**		

De opwaardse windbelasting heeft een gunstige invloed op de einddoorbuiging en is daarom niet als maatgevend beschouwd.

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{if} = b \cdot l_{opleg}$ 7100 [mm²] $k_{c;90} =$ 1,50 [-] $F_{c;90;d} =$ 2,99 [kN] $f_{c;90;d} =$ 1,73

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{if}$ 2,99 · 10³ / 7100 = 0,42 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,42	≤	2,60	OK	U.C.	**0,16**

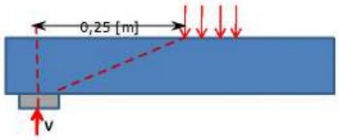
Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y} =$ 3,59 [kNm] $f_{md} =$ 16,62 [N/mm²] $W_y =$ 455 [cm³]

Spanning $\sigma_{m;y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ 3,59 ·10⁶ / 455 ·10³ = 7,90 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
7,90	≤	16,62	OK	U.C.	**0,48**

Art. 6.1.7 Dwarskracht



Dwarskracht $V_{Ed} =$ 2,99 [kN] $f_{vd} =$ 2,77 [N/mm²]

Q-last op balk $q_d =$ 0,43 [kN/m¹]

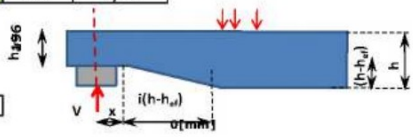
$V_{red} = (0,5\ l+h) \cdot q_d =$ (0,5 · 0,10 + 0,20) · 0,43 = 0,11 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red} =$ 2,99 - 0,11 = 2,89 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h =$ 3 · 2,89 · 10³ / 2 · 71 · 196= 0,31 [N/mm²] Formule 6.11

τ_d	≤	f_{vd}			
0,31	≤	2,77	OK	U.C.	**0,11**

Art. 6.5 Liggers met een uitkeping



$x = 0,5\ l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

$k_n =$ 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ 0 / 0 = 0,0 Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h =$ 1,00

$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1{,}1 i^{1{,}5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0{,}8\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) $k_v =$ 1,0 $k_v =$ min. van 1 en 2= 1,0

2) $k_v =$ 1,0 Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef} =$ 3 · 2,99 · 10³ / 2 · 71 · 196= 0,32 Formule 6.6 (2)

$k_v \cdot f_{vd} =$ 1,00 · 2,77= 2,77

τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,32	≤	2,77	OK	U.C.	**0,12**

6 BALKLAAG 3, 2E VERDIEPING BESTAAND

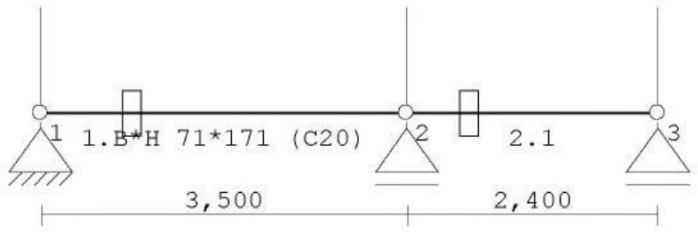
Technosoft Raamwerken release 6.77 mrt 2023

```
Project......: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.
Dimensies....: kN;m;rad  (tenzij anders aangegeven)
Datum........: Maart  2023
Bestand......: y:\werken\opdrachtnummers\2022\22101 uitbreiding woonhuis
               hatertseweg 791 nijmegen\06 berekeningen ibs\oud\rapport
               a\6)balklaag 3\6)balklaag 3.rww

Belastingbreedte.:   0.660
Rekenmodel.......: 2e-orde-elastisch.
Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:
1) Uiterste grenstoestand:
   Geometrisch niet lineair alle staven.
   Fysisch lineair alle staven.
2) Gebruiksgrenstoestand:
   Lineaire-elasticiteitstheorie

Maximum aantal iteraties......: 50
Max.deellengte kolommen/wanden:  0.500 Max.deellengte balken/vloeren:  0.500
Max. X-verplaatsing in UGT....:  0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...:  0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.
```

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011,C1:2006	NB:2013(nl)

GEOMETRIE



STRAMIENLIJNEN

Nr.	Naam	X	Z-min	Z-max
1		0.000	0.000	1.000
2		3.500	0.000	1.000
3		5.900	0.000	1.000

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	C20	9500	3.3	4.0	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 71*171	1:C20	1.2141e+04	2.9585e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	71	171	85.5	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 71*171

KNOPEN

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	3.500	0.000
3	5.900	0.000

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:B*H 71*171	NDM	NDM	3.500	
2	2	3	1:B*H 71*171	NDM	NDM	2.400	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110	0.00
2	2	010	0.00
3	3	010	0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....:	2	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	0.50

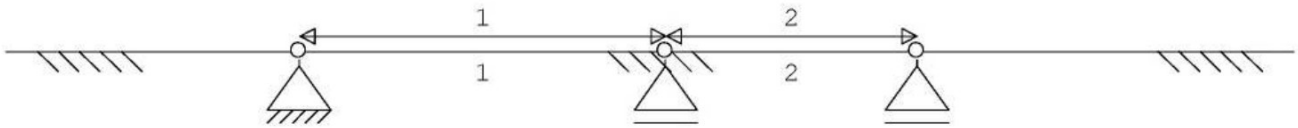
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

STAAFTYPEN

Type	staven
1:Vloer.	: 1,2

LASTVELDEN

Veranderlijke belastingen door personen



LASTVELDEN

Nr	Staaf	Tabel	Klasse-Gebruiksfunctie	Verd.	q_k	Q_k	F_t/F_{t0}
1	1-1	6.2	A-Vloeren	0	-1.75	-3.00	1.00
2	2-2	6.2	A-Vloeren	0	-1.75	-3.00	1.00

BELASTINGGEVALLEN

	B.G.	Omschrijving		Type
	1	Permanente belasting	EGZ=-1.00	1
g	2	Ver. bel. pers. ed. (q_k)		2
g	3	Ver. bel. pers. ed. (Q_k)		3

g = gegenereerd belastinggeval

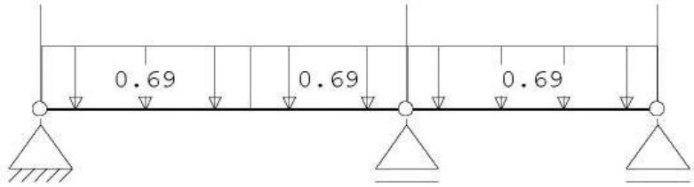
BELASTINGGEVALLEN vervolg

B.G.	Omschrijving	Belastingduurklasse
1	Permanente belasting	Blijvend
2	Ver. bel. pers. ed. (q_k)	Middellang
3	Ver. bel. pers. ed. (Q_k)	Middellang

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

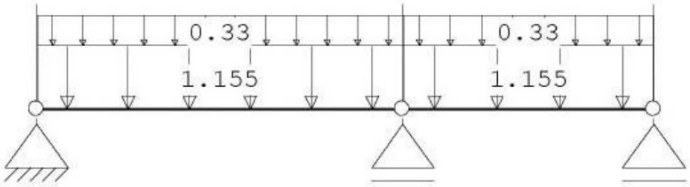
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	-0.69	-0.69	0.000	1.500			
1	3:QZgeProj.	-0.69	-0.69	2.000	0.000			
2	3:QZgeProj.	-0.69	-0.69	0.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)



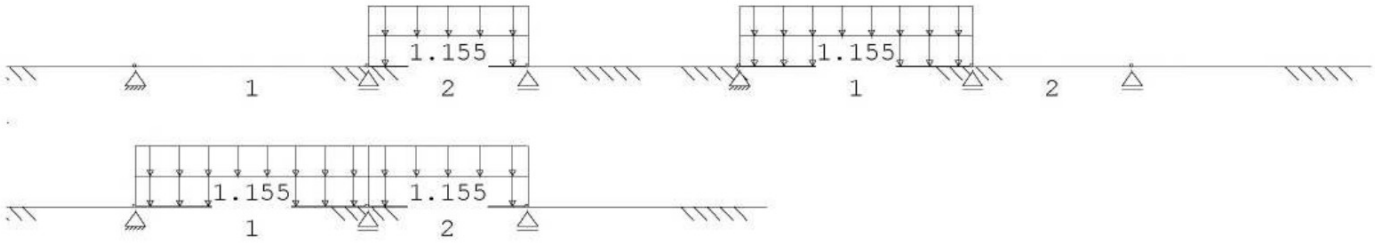
STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	-1.16	-1.16	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
1	3:QZgeProj.	-0.33	-0.33	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
2	3:QZgeProj.	-1.16	-1.16	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
2	3:QZgeProj.	-0.33	-0.33	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)



SITUATIES BELAST/ONBELAST

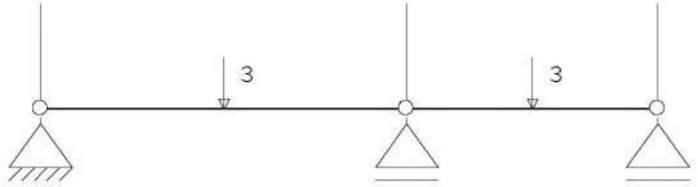
Belastingtype: q_k

Nr	Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1	2	1
2	1	2
3	1,2	

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

BELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)



STAAFBELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	10:PZGeproj.	-3.00		1.750		0.40	0.50	0.30
2	10:PZGeproj.	-3.00		1.200		0.40	0.50	0.30

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)

SITUATIES BELAST/ONBELAST

Belastingtype: Q_k

Nr	Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1	1	2
2	2	1

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratie	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	1	Lineaire berekening
12	1	Lineaire berekening
13	1	Lineaire berekening
14	1	Lineaire berekening
15	1	Lineaire berekening
16	1	Lineaire berekening
17	1	Lineaire berekening
18	1	Lineaire berekening
19	1	Lineaire berekening

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	0.90									
3	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	Perm	1.35	3	psi0	1.50						
5	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	Perm	1.20	3	Extr	1.50						
7	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
8	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
9	Fund.	1	Perm	0.90	3	psi0	1.50						
10	Fund.	1	Perm	0.90	3	Extr	1.50						
11	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
12	Kar.	1	Perm	1.00	3	Extr	1.00						
13	Quas.	1	Perm	1.00									
14	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
15	Quas.	1	Perm	1.00	3	psi2	1.00						
16	Freq.	1	Perm	1.00									
17	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
18	Freq.	1	Perm	1.00	3	psi1	1.00						
19	Blij.	1	Perm	1.00									

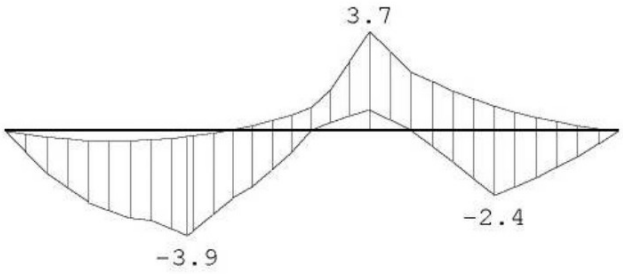
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Staven met gunstige werking
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Alle staven de factor:0.90
8	Alle staven de factor:0.90
9	Alle staven de factor:0.90
10	Alle staven de factor:0.90

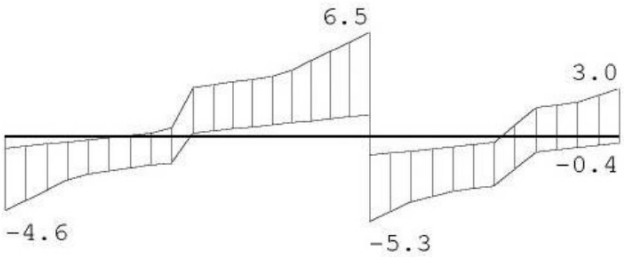
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN 2e orde Fundamentele combinatie

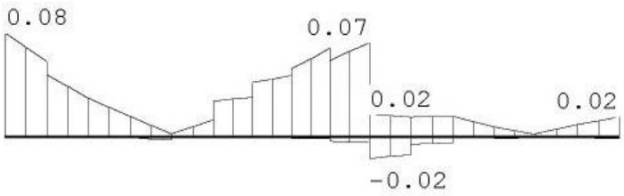


DWARSKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

NORMAALKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie

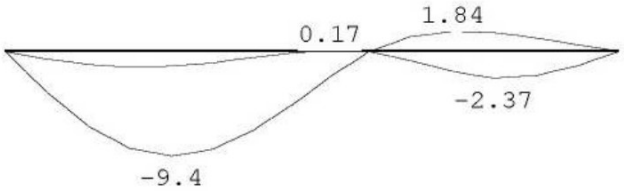


REACTIES 2e orde Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	0.70	4.57		
2			2.52	11.81		
3			-0.38	3.02		

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN 1e orde [mm] Karakteristieke combinatie



REACTIES 1e orde Karakteristieke combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	0.88	3.25		
2			4.69	8.43		
3			-0.05	2.12		

MATERIAALGEGEVENS

Mt	Kwaliteit	$f_{m,y,k}$ [N/mm²]	ρ_k [kg/m³]	ρ_{mean} [kg/m³]	$f_{t,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$f_{v,k}$ [N/mm²]
1	C20	20	330	400	11.5	0.4	19.0	2.3	3.6

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Mt	Kwaliteit	G_{mean} [N/mm²]	$E_{0,05}$ [N/mm²]	E_{90mean} [N/mm²]	$E_{0,mean}$ [N/mm²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0mean,fin}$ [N/mm²]

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Mt	Kwaliteit	G_{mean} [N/mm²]	$E_{0,05}$ [N/mm²]	E_{90mean} [N/mm²]	$E_{0,mean}$ [N/mm²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0mean,fin}$ [N/mm²]
1	C20	590	6400	320	9500	II	0.80	5278

KIPSTABILITEIT

Staaf	Plts. aangr.		l sys. [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven:	3.50	0;3,5
		onder:	3.50	0;3,5
2	1.0*h	boven:	2.40	2,4
		onder:	2.40	2,4

STABILITEIT

Stf	b_{gem} [mm]	h_{gem} [mm]	l_{sys} [mm]	$l_{buc,y/z}$ [mm]	[mm]	λ_y	λ_z	$\lambda_{rel,y/z}$		β_c	k_y	k_z	$k_{c,y}$	$k_{c,z}$
1	71	171	3500	nvt	3500	70.9	170.8	1.230	2.962	0.2	1.349	5.152	0.525	0.107
2	71	171	2400	nvt	2400	48.6	117.1	0.843	2.031	0.2	0.910	2.735	0.799	0.219

STABILITEIT (vervolg)

Staaf	positie [mm]	$l_{ef,y}$ [mm]	$\sigma_{my,crit}$ [N/mm²]	$\lambda_{rel,my}$	$k_{crit,y}$
1	1750	3842	38.30	0.72	1.00
2	0	2314	63.58	0.56	1.00

TOETSING SPANNINGEN

Staaf	1	BC / Sit.	6 / 1	UC frm(6.17)	0.91
Staaf	2	BC / Sit.	5 / 3	UC frm(6.23)	0.88

TOETSING DOORBUIGING

Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i	j	BC	Sit	u_{bij} [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1	$u_{fin,net}$ [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vloer	db	3500	Nee	Nee	14	2	-10.5	-10.5	0.003	-13.3	-14.0	0.004
2	Vloer	db	2400	Nee	Nee	15	2	-2.8	-7.2	0.003	-2.9	-9.6	0.004

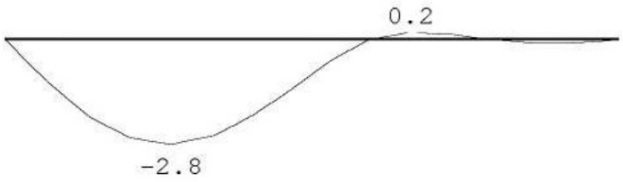
TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i	j	Zeeg [mm]	BC	Sit	u_{inst} [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vloer	db	3500	Nee	Nee	0.0	11	2	-9.4	-14.0	0.004
2	Vloer	db	2400	Nee	Nee	0.0	12	2	-2.4	-9.6	0.004

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 6)Balklaag 3, 2e verdieping best.

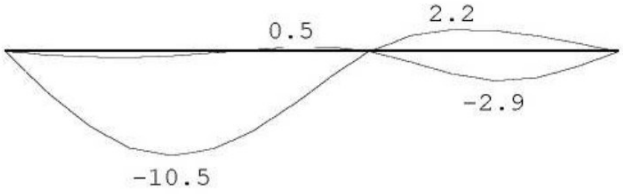
VERVORMINGEN w1

Blijvende combinatie



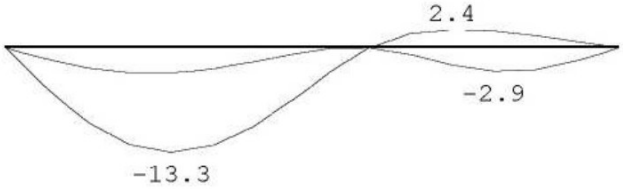
VERVORMINGEN Wbij

Karakteristieke combinatie



VERVORMINGEN Wmax

Karakteristieke combinatie



DOORBUIGINGEN

Karakteristieke combinatie

Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	|-- w_{bij} --| [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	|-- w_{max} --| [mm]	[lrep/]
1	1	Neg.	1.600	3500	-2.8	-3.8	-10.5	333	-13.3		-13.3	264
1	1	Pos.	2.750	3500	-1.3	-0.7	0.5	7738	-0.8		-0.8	4160
2	2	Neg.	1.200	2400		-0.6	-2.9	817	-2.9		-2.9	817
2	2	Pos.	0.800	2400	0.1	0.5	2.2	1079	2.4		2.4	1017

7 BALKLAAG 4, 2E VERDIEPING BESTAAND

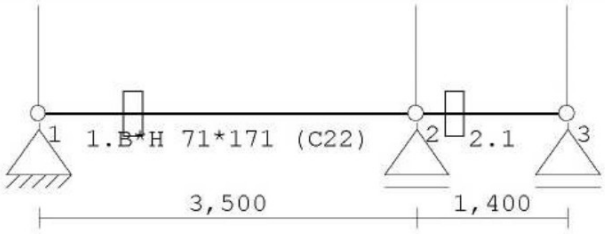
Technosoft Raamwerken release 6.77 mrt 2023

```
Project......: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.
Dimensies....: kN;m;rad  (tenzij anders aangegeven)
Datum........: Maart 2022
Bestand......: y:\werken\opdrachtnummers\2022\22101 uitbreiding woonhuis
               hatertseweg 791 nijmegen\06 berekeningen ibs\oud\rapport
               a\7)balklaag 4\7)balklaag 4.rww

Belastingbreedte.:   0.660
Rekenmodel.......: 2e-orde-elastisch.
Theorieën voor de bepaling van de krachtsverdeling:
1) Uiterste grenstoestand:
   Geometrisch niet lineair alle staven.
   Fysisch lineair alle staven.
2) Gebruiksgrenstoestand:
   Lineaire-elasticiteitstheorie

Maximum aantal iteraties......: 50
Max.deellengte kolommen/wanden:  0.500 Max.deellengte balken/vloeren:  0.500
Max. X-verplaatsing in UGT....:  0.500 Max. Z-verplaatsing in UGT...:  0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.
```

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011,C1:2006	NB:2013(nl)

GEOMETRIE



STRAMIENLIJNEN

Nr.	Naam	X	Z-min	Z-max
1		0.000	0.000	1.000
2		3.500	0.000	1.000
3		4.900	0.000	1.000

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	C22	10000	3.4	4.1	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 71*171	1:C22	1.2141e+04	2.9585e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	71	171	85.5	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 71*171

KNOPEN

Knoop	X	Z
1	0.000	0.000
2	3.500	0.000
3	4.900	0.000

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:B*H 71*171	NDM	NDM	3.500	
2	2	3	1:B*H 71*171	NDM	NDM	1.400	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110	0.00
2	2	010	0.00
3	3	010	0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....:	2	Referentieperiode.....:	50
Gebouwdiepte.....:	0.00	Gebouwhoogte.....:	0.00
Niveau aansl.terrein.....:	0.00	E.g. scheid.w. [kN/m2]:	0.50

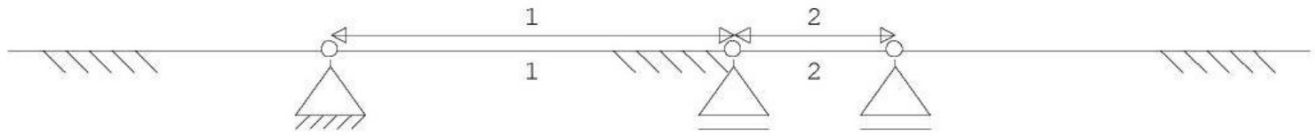
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

STAAFTYPEN

Type	staven
1:Vloer.	: 1,2

LASTVELDEN

Veranderlijke belastingen door personen



LASTVELDEN

Nr	Staaf	Tabel	Klasse-Gebruiksfunctie	Verd.	q_k	Q_k	F_t/F_{t0}
1	1-1	6.2	A-Vloeren	0	-1.75	-3.00	1.00
2	2-2	6.2	A-Vloeren	0	-1.75	-3.00	1.00

BELASTINGGEVALLEN

	B.G.	Omschrijving		Type
	1	Permanente belasting	EGZ=-1.00	1
g	2	Ver. bel. pers. ed. (q_k)		2
g	3	Ver. bel. pers. ed. (Q_k)		3

g = gegenereerd belastinggeval

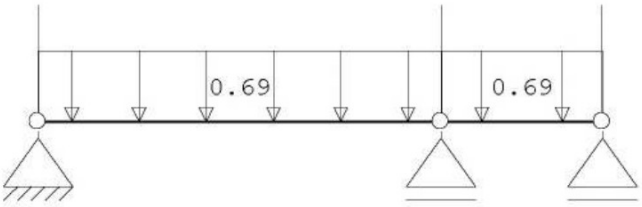
BELASTINGGEVALLEN vervolg

B.G.	Omschrijving	Belastingduurklasse
1	Permanente belasting	Blijvend
2	Ver. bel. pers. ed. (q_k)	Middellang
3	Ver. bel. pers. ed. (Q_k)	Middellang

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

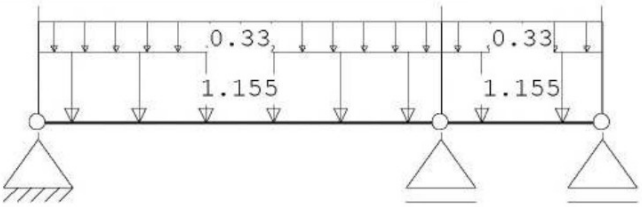
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	-0.69	-0.69	0.000	0.000			
2	3:QZgeProj.	-0.69	-0.69	0.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)



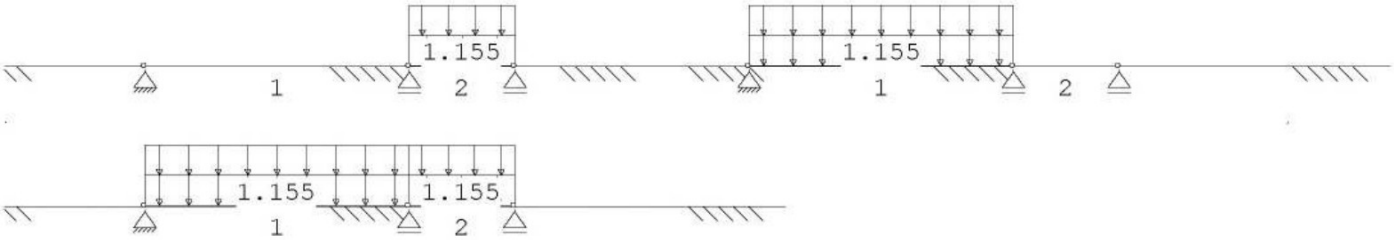
STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	-1.16	-1.16	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
1	3:QZgeProj.	-0.33	-0.33	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
2	3:QZgeProj.	-1.16	-1.16	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30
2	3:QZgeProj.	-0.33	-0.33	0.000	0.000	0.40	0.50	0.30

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)



SITUATIES BELAST/ONBELAST

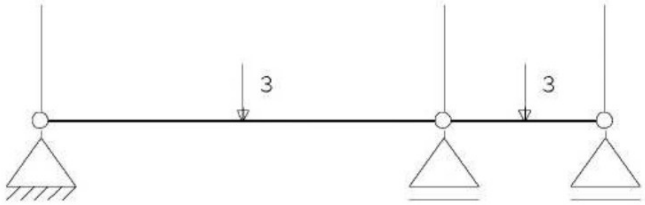
Belastingtype: q_k

Nr	Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1	2	1
2	1	2
3	1,2	

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

BELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)



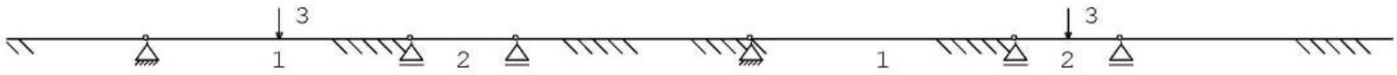
STAAFBELASTINGEN

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	10:PZGeproj.	-3.00		1.750		0.40	0.50	0.30
2	10:PZGeproj.	-3.00		0.700		0.40	0.50	0.30

SITUATIES BELAST/ONBELAST

B.G:3 Ver. bel. pers. ed. (Q_k)



SITUATIES BELAST/ONBELAST

Belastingtype: Q_k

Nr	Lastvelden belast	Lastvelden onbelast
1	1	2
2	2	1

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratie	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	1	Lineaire berekening
12	1	Lineaire berekening
13	1	Lineaire berekening
14	1	Lineaire berekening
15	1	Lineaire berekening
16	1	Lineaire berekening
17	1	Lineaire berekening
18	1	Lineaire berekening

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratie	Status
19	1	Lineaire berekening

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	0.90									
3	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
4	Fund.	1	Perm	1.35	3	psi0	1.50						
5	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
6	Fund.	1	Perm	1.20	3	Extr	1.50						
7	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
8	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
9	Fund.	1	Perm	0.90	3	psi0	1.50						
10	Fund.	1	Perm	0.90	3	Extr	1.50						
11	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
12	Kar.	1	Perm	1.00	3	Extr	1.00						
13	Quas.	1	Perm	1.00									
14	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
15	Quas.	1	Perm	1.00	3	psi2	1.00						
16	Freq.	1	Perm	1.00									
17	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
18	Freq.	1	Perm	1.00	3	psi1	1.00						
19	Blij.	1	Perm	1.00									

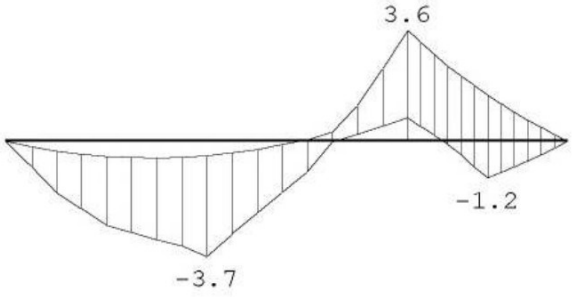
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Staven met gunstige werking
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Alle staven de factor:0.90
8	Alle staven de factor:0.90
9	Alle staven de factor:0.90
10	Alle staven de factor:0.90

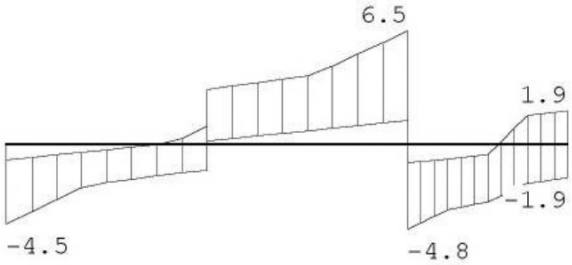
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN 2e orde Fundamentele combinatie

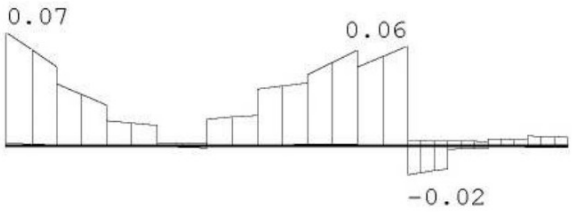


DWARSKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

NORMAALKRACHTEN 2e orde Fundamentele combinatie

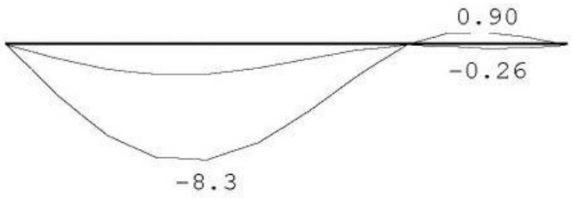


REACTIES 2e orde Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	0.85	4.46		
2			2.41	11.26		
3			-1.86	1.92		

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN 1e orde [mm] Karakteristieke combinatie



REACTIES 1e orde Karakteristieke combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	0.00	0.00	0.98	3.18		
2			3.82	8.04		
3			-1.26	1.24		

MATERIAALGEGEVENS

Mt	Kwaliteit	$f_{m,y,k}$ [N/mm²]	ρ_k [kg/m³]	ρ_{mean} [kg/m³]	$f_{t,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$f_{v,k}$ [N/mm²]
1	C22	22	340	410	13.0	0.4	20.0	2.4	3.8

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Mt	Kwaliteit	G_{mean} [N/mm²]	$E_{0,05}$ [N/mm²]	E_{90mean} [N/mm²]	$E_{0,mean}$ [N/mm²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0mean,fin}$ [N/mm²]

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Mt	Kwaliteit	G_{mean} [N/mm²]	$E_{0,05}$ [N/mm²]	E_{90mean} [N/mm²]	$E_{0,mean}$ [N/mm²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{0mean,fin}$ [N/mm²]
1	C22	630	6700	330	10000	II	0.80	5556

KIPSTABILITEIT

Staaf	Plts. aangr.		l sys. [m]	Kipsteunafstanden [m]
1	1.0*h	boven:	3.50	0;3,5
		onder:	3.50	0;3,5
2	1.0*h	boven:	1.40	1,4
		onder:	1.40	1,4

STABILITEIT

Stf	b_{gem} [mm]	h_{gem} [mm]	l_{sys} [mm]	$l_{buc,y/z}$ [mm]	[mm]	λ_y	λ_z	$\lambda_{rel,y/z}$		β_c	k_y	k_z	$k_{c,y}$	$k_{c,z}$
1	71	171	3500	nvt	3500	70.9	170.8	1.233	2.970	0.2	1.354	5.177	0.523	0.106
2	71	171	1400	nvt	1400	28.4	68.3	0.493	1.188	0.2	0.641	1.294	0.952	0.553

STABILITEIT (vervolg)

Staaf	positie [mm]	$l_{ef,y}$ [mm]	$\sigma_{my,crit}$ [N/mm²]	$\lambda_{rel,my}$	$k_{crit,y}$
1	1750	3842	40.10	0.74	1.00
2	0	1174	131.17	0.41	1.00

TOETSING SPANNINGEN

Staaf	1	BC / Sit.	6 / 1	UC frm(6.17)	0.80
Staaf	2	BC / Sit.	5 / 3	UC frm(6.23)	0.77

TOETSING DOORBUIGING

Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i	j	BC	Sit	u_{bij} [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1	$u_{fin,net}$ [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vloer	db	3500	Nee	Nee	14	2	-9.1	-10.5	0.003	-11.7	-14.0	0.004
2	Vloer	db	1400	Nee	Nee	14	2	1.0	4.2	0.003	1.3	5.6	0.004

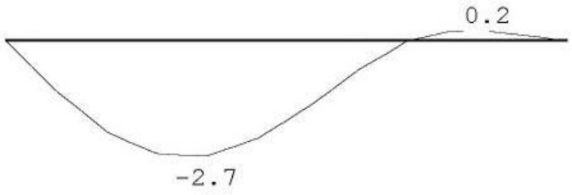
TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	Mtg	l_{sys} [mm]	Overstek i	j	Zeeg [mm]	BC	Sit	u_{inst} [mm]	Toelaatbaar [mm]	*1
1	Vloer	db	3500	Nee	Nee	0.0	11	2	-8.3	-14.0	0.004
2	Vloer	db	1400	Nee	Nee	0.0	11	2	0.9	5.6	0.004

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: 7)Balklaag 4, 2e verdieping best.

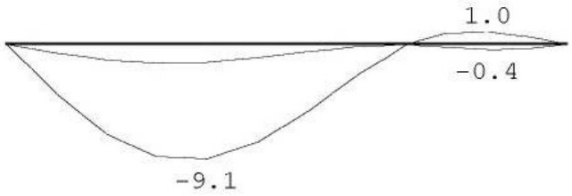
VERVORMINGEN w1

Blijvende combinatie



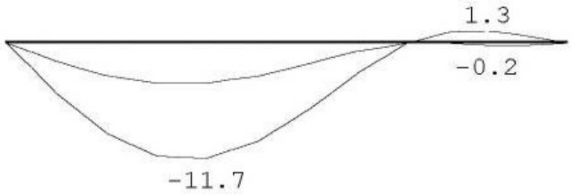
VERVORMINGEN Wbij

Karakteristieke combinatie



VERVORMINGEN Wmax

Karakteristieke combinatie



DOORBUIGINGEN

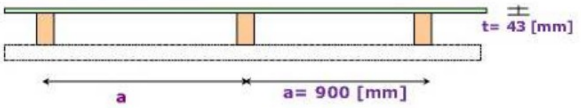
Karakteristieke combinatie

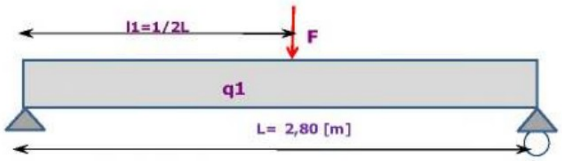
Nr.	staven	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	|-- w_{bij} --| [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	|-- w_{max} --| [mm]	[lrep/]
1	1	Neg.	1.750	3500	-2.7	-3.5	-9.1	386	-11.7		-11.7	298
2	2	Neg.	0.700	1400	0.2	0.1	-0.4	3347	-0.2		-0.2	7490
2	2	Pos.	0.700	1400	0.2	0.3	1.0	1374	1.3		1.3	1120

8 BALK 4

BEREKENING GESTEUNDE BALKLAAG AAN DRUKZIJDE CONFORM NEN-EN-1995 Versie 1.0: mrt-19

SCHEMA VERDIEPINGSVLOER





Balklaag voldoet op sterkte	u.c. $_{max}$ =	0,72
Balklaag voldoet op stijfheid	u.c. $_{max}$ =	0,87
Balklaag voldoet op trillingen	u.c. $_{max}$ =	0,68

INVOER GEGEVENS

Sterkteklasse	C24		Houtsoort	Gezaagd loofhout		Hoogte t.p.v. oplegging h_{ef}	171	[mm]
Materiaal	Gezaagd hout		Max. bijk. doorbuiging	0,003	$\cdot l_f$	Opleglengte l_{opleg}	100	[mm]
Breedte x Hoogte	71	x 171 [mm²]	Max. bijk. doorbuiging	8	[mm]	Lengte i	200	[mm]
Systeemlengte l_f	2,80	[m]	Max. eindoorbuiging	0,004	$\cdot l_f$	Uitkeping ter plaatse van het steunpunt		
Hart-op-hart (a)	900	[mm]	Max. eindoorbuiging	11	[mm]	Breedte vloerveld	4,00	[m]
Dikte beplanking (t_p)	43	[mm]	Toegepaste zeeg	0	[mm]			
Klimaatklasse	1							
Belastingduurklasse	Middellang							
Factor (s) voor volume effect	0,12	alleen bij LVL						

INVOER BELASTINGEN

Permanent	Totaal	G_k =	1,05	[kN/m²]	
Veranderlijk	Gelijkmatig verdeeld	Q_k =	2,25	[kN/m²]	
	Geconcentreerd	$F_{Q;k}$ =	3	[kN]	(0,5x0,5m²)
		l1 =	1400	[mm]	

CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC1		A: Woon- en verblijfsruimtes, vloeren
Referentieperiode	50	jaar	
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		ψ_0 = 0,4; ψ_1 = 0,5; ψ_2 = 0,3
Reductiefaktor referentie periode ψ_t	1,00		

MATERIAAL-, HOOGTE- EN MODIFICATIEFACTOREN

Materiaalfactor sterkte	γ_M =	1,3	Reductiefaktor k_r =	-0,10
Hoogtefactor treksterkte; breedte	k_h =	1,16		
Hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k_h =	1,00	Traagheidsmoment I_{pl} =	5963025 [mm⁴]
Modificatiefactor vervorming	k_{def} =	0,60		

$k_r = 0{,}37+0{,}8 \cdot a / a_{ref} - E_{0;mean;k} \cdot I_{pl} / E_{0;mean;k} \cdot 500000000$ waarbij a_{ref} = 1000 [mm] vergelijking NB.5.1

$I_{pl} = 1/12 \cdot a \cdot t_p^3$

Tabel 3.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	Modificatiefactor sterkte

Tabel NB.1 — Waarden van k_{mod}

Materiaal	Klimaatklasse	Belastingsduurklasse					
		Blijvend	Lang	Middellang	Kort	Zeer kort	
Gezaagd hout	1	0,50	0,50	0,65	0,80	1,10	Modificatiefactor treksterkte loodrecht op vezelrichting

MATERIAALEIGENSCHAPPEN

	Formule 2.14 art. 2.4		$f_{x;d}$ =	k_h ·	k_{mod} ·	$f_{x;rep}$ /	γ_M	Middellang	Blijvend	
Buigsterkte $f_{m;k}$	24	[N/mm²]	$f_{m;d}$ =	1,00 ·	0,80 ·	24 /	1,30 =	14,77	11,08	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;0;k}$	14	[N/mm²]	$f_{t;0;d}$ =	1,16 ·	0,80 ·	14 /	1,30 =	10,01	7,50	[N/mm²]
Treksterkte $f_{t;90;k}$	0,40	[N/mm²]	$f_{t;90;d}$ =	-	0,65 ·	0,4 /	1,30 =	0,20	0,15	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;0;k}$	21	[N/mm²]	$f_{c;0;d}$ =	-	0,80 ·	21 /	1,30 =	12,92	9,69	[N/mm²]
Druksterkte $f_{c;90;k}$	2,50	[N/mm²]	$f_{c;90;d}$ =	-	0,80 ·	2,5 /	1,30 =	1,54	1,15	[N/mm²]
Schuifsterkte $f_{v;k}$	4,00	[N/mm²]	$f_{v;k}$ =	-	0,80 ·	4,0 /	1,30 =	2,46	1,85	[N/mm²]
Volumieke massa ρ_k	350	[kg/m³]	$E_{0;u;d}$ =	-	0,80 ·	11000 /	1,30 =	6769	5077	[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k}$	11000	[N/mm²]	$E_{0;mean;d}$ =	-	-	11000 /	1,00 =	11000		[N/mm²]
E-modulus $E_{90;mean;k}$	370	[N/mm²]	$E_{90;mean;d}$ =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0,05;k}$	7400	[N/mm²]	$E_{0,05;d}$ =	-	-	7400 /	1,00 =	7400		[N/mm²]
Glijdingsmodules G_k	370	[N/mm²]	G_d =	-	-	370 /	1,00 =	370		[N/mm²]
E-modulus $E_{0;mean;k\ vloer}$	8000	[N/mm²]								

PROFIEL GEGEVENS

Weerstandsmoment W_y	346	[cm³]	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2$	Traagheidsmoment I_z	510	[cm⁴]	$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
Traagheidsmoment I_y	2958	[cm⁴]	$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	Torsie traagheidsmoment I_{tor}	2040	[cm⁴]	$I_{tor} = 1/3 \cdot h \cdot b^3$

BELASTINGFACTOREN

Formule 6.10.a	γ_G =	1,22	γ_Q =	1,35
Formule 6.10.b	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,08	γ_Q =	1,35
Formule 6.10.a en b	γ_G =	0,90		

KARAKTERISTIEKE BELASTINGEN

		permanent G	veranderlijk Q	puntlast F		
Oppervlakte belasting	p_k	1,05	2,25	-	[kN/m²]	
Kracht	F_k	-	-	-0,31	[kN]	$F_k = F \cdot k_r$
Gelijkmatige belasting	$q_{y;k}$	0,95	2,03	-	[kN/m¹]	$q_{y;k} = a \cdot p_k$
Moment	$M_{y;k}$	0,93	1,98	-0,22	[kNm]	$M_{y;k} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$ en $1/4\ F \cdot l$
Dwarskracht	$V_{y;k}$	1,32	2,84	-0,31	[kN]	$V_{y;k} = 0,5q \cdot l$ en F

BELASTINGCOMBINATIES Versie 1.0: mrt-19

ULS 1 STR/GEO	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.10.a
ULS 2 STR/GEO	2 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.a
ULS 3 STR/GEO	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.10.b
ULS 4 STR/GEO	4 permanent en puntlast	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot F_k)$	Formule 6.10.b
ULS 5 EQU en STR/GEO	5 permanent	$(\gamma_G \cdot G_k)$	Formule 6.10.a en b

	γ_G	G_k	γ_Q	ψ_t	ψ_0	Q_k en F_k	q_d	F_d	$M_{y,Ed}$	$V_{y,Ed}$
ULS 1 Formule 6.10.a	1,22	· 0,95 +	1,35·	1,00·	0,40·	2,03 =	2,24	-	2,20	3,14
ULS 2 Formule 6.10.a	1,22	· 0,95 en	1,35·	1,00·	0,40·	-0,31 =	1,15	-0,17	1,01	1,44
ULS 3 Formule 6.10.b	1,08	· 0,95 +	1,35·	1,00·	-	2,03 =	3,76	-	3,68	5,26
ULS 4 Formule 6.10.b	1,08	· 0,95 en	1,35·	1,00·	-	-0,31 =	1,02	-0,42	0,71	1,02
ULS 5 Formule 6.10. a en b	0,90	· 0,95 =	-	-	-	-	0,85	-	0,83	1,19
							[kN/m¹]	[kN]	[kNm]	[kN]

ULS 3 Formule 6.10.b Maatgevend voor moment

ULS 3 Formule 6.10.b Maatgevend voor dwarskracht

SLS 1 Karakteristiek	1 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.14.b
SLS 2 Frequent	2 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{1,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.15.b
SLS 3 Quasie-blijvend (kruip)	3 permanent en veranderlijk	$(\gamma_G \cdot G_k)$ en $(\gamma_Q \cdot \psi_{2,1} \cdot \psi_t \cdot Q_k)$	Formule 6.16.b

TOETS BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

Gerekend met gemiddelde E	11000	[N/mm²]	**Gerekend met gemiddelde E**	11000	[N/mm²]
$w_{inst;G} = 5\ G_k \cdot l^4 / 384EI$	2,32	[mm]	$w_{inst;Q} = 5Q_k \cdot l^4/384EI \cdot \psi_t$ of $Fl^3/48EI$	4,98	[mm]
$w_{kruip} = k_{def} \cdot w_{inst}$	1,39	[mm]	$w_{kruip} = k_{def} \cdot \psi_2 \cdot w_{inst;Q}$	0,90	[mm]
$w_{fin;G}$ =	3,72	[mm]	$w_{fin;Q}$ =	5,88	[mm]
			$w_{fin} = w_{fin;G} + w_{fin;Q}$	9,59	[mm]
w_{zeeg} =	0,00	[mm]	$w_{bij} = w_{fin} - w_{inst;G}$	7,27	[mm]
$w_{eind} = w_{fin} - w_{zeeg}$	9,59	[mm]	$w_{bij;toelaatbaar}$	8,40	[mm]
$w_{eind;toelaatbaar}$	11,20	[mm]			

w_{eind}	≤	$w_{eind;toelaatbaar}$	
9,59	≤	11,20	OK
U.C.	**0,86**		

w_{bij}	≤	$w_{bij;toelaatbaar}$	
7,27	≤	8,40	OK
U.C.	**0,87**		

TOETS UITERSTE GRENSTOESTAND

Art. 6.1.5 Elementen op discrete steunpunten

Oppervlak $A_{lf} = b \cdot l_{opleg}$ 7100 [mm²] $k_{c;90}$ = 1,50 [-] $F_{c;90;d}$ = 5,26 [kN] $f_{c;90;d}$ = 1,54

Spanning $\sigma_{c;90;d} = F_{c;90;d} / A_{lf}$ $5,26 \cdot 10^3 / 7100 =$ 0,74 [N/mm²] Formule 6.4.(1)

$\sigma_{c;90;d} \leq k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$ Formule 6.3.(1)

$\sigma_{c;90;d}$	≤	$k_{c;90;d} \cdot f_{c;90;d}$			
0,74	≤	2,31	OK	U.C.	**0,32**

Art. 6.1.6 Enkele buiging

Moment $M_{Ed;y}$ = 3,68 [kNm] f_{md} = 14,77 [N/mm²] W_y = 346 [cm³]

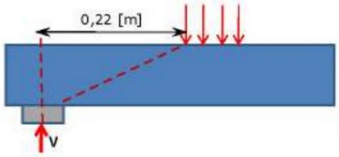
Spanning $\sigma_{m;y;d} = M_{Ed;y} / W_y$ $3,68 \cdot 10^6 / 346 \cdot 10^3 =$ 10,64 [N/mm²] Formule 6.11

$\sigma_{m;y;d}$	≤	f_{md}			
10,64	≤	14,77	OK	U.C.	**0,72**

Art. 6.1.7 Dwarskracht

Dwarskracht V_{Ed} = 5,26 [kN] f_{vd} = 2,46 [N/mm²]

Q-last op balk q_d = 3,76 [kN/m']



$V_{red} = (0,5\ l+h) \cdot q_d$ = $(0,5 \cdot 0,10 + 0,17) \cdot 3,76 =$ 0,830 [kN]

Dwarskracht incl red. $V_{Ed} = V_{Ed} - V_{Ed;red}$ = 5,26 - 0,83 = 4,43 [kN]

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h$ = $3 \cdot 4,43 \cdot 10^3 / 2 \cdot 71 \cdot 171 =$ 0,55 [N/mm²]

Formule 6.13

τ_d	≤	f_{vd}			
0,55	≤	2,46	OK	U.C.	**0,22**

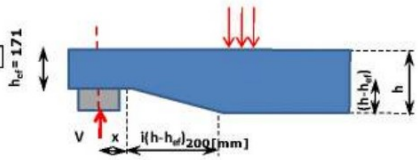
Art. 6.5 Liggers met een uitkeping

$x = 0,5\ l_{opl} + 10$ [mm] = 60 [mm]

k_n = 5

helling uitkeping $i = i(h-h_{ef})/h-h_{ef}$ = 200 / 0 = 0,0 Formule 6.63

$\alpha = h_{ef} / h$ = 1,00



$$2)\ k_v = \frac{k_n\left(1 + \frac{1,1 l^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h}\left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8\frac{x}{h}\sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} =$$

1) k_v = 1,0 k_v = min. van 1 en 2 = 1,0

2) k_v = 1,0 Formule 6.62

$\tau_d = 3 \cdot V_{Ed} / 2 \cdot b \cdot h_{ef}$ = $3 \cdot 5,26 \cdot 10^3 / 2 \cdot 71 \cdot 171 =$ 0,65 Formule 6.6 (2)

$k_v \cdot f_{vd}$ = $1,00 \cdot 2,46 =$ 2,46

τ_d	≤	$k_v \cdot f_{vd}$			
0,65	≤	2,46	OK	U.C.	**0,26**

TRILLINGEN, NATUURLIJKE EERSTE EIGENFREQUENTIE VAN HOUTEN BUIGLIGGER OP TWEE STEUNPUNTEN — Versie 1.0: mrt-19

Rustende belasting	105,00	[kg/m²]		Type ligger:			Tweezijdig vrij opgelegt
A=	9,87		Constante A	μ =	95	[kg/m¹]	μ = massa op de ligger = RB + EG x h.o.h.
l_t =	2,80	[m]	l1= overspanning van de balklaag	E =	11000	[N/mm²]	E = elasticiteitsmodulus
EI_t =	325430	[Nm²/m]	EI_t = buigstijfheid van een enkele balk	I =	29584582	[mm⁴]	I = traagheidsmoment
EI_b =	53005	[Nm²/m]	EI_b = buigstijfheid van de beplating				
ω_1 =	73,87	[rad/s]	eerste eigenfrequentie $\omega_1 = A \cdot \sqrt{\frac{EI}{\mu \cdot L^4}}$				
f =	11,76	[Hz]	Natuurlijke eerste eigenfrequentie	$f = w_1 / 2\pi$			
f_{min} =	8,00	[Hz]	Minimale natuurlijke eerste eigenfrequentie	art. 7.3.3			

TOETSEN

Natuurlijke eerste eigen frequentie

f_{min} in [Hz]	≤	f in [Hz]			
8,0	≤	11,8	OK	U.C.	**0,68**

Trillingen volgens art. 7.3.3

$w_F/F \leq a$ met a = 1 [mm/kN]	-0,14	[mm]	formule 7.3
$w_F = Q_F * l_1^3/48EI$ =	-0,43	[mm]	
F=	3	[kN]	

w_F/F	≤	a			
-0,14	≤	1,00	OK	U.C.	**-0,14**

Trillingsgevoeligheid stoot

$v \leq b^{(f\,l_t-1)}$ =	0,0146	[m/Ns²]
Dempingsfactor ξ =	0,01	
b=	120	
f=	11,76	[Hz]

$$v = \frac{4(0,4 + 0,6 \cdot n_{40})}{m \cdot b \cdot l + 200} =$$

0,0093 [m/Ns²]

waarin:
v is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting, in [m/Ns²] — formule 7.6

m=μ=	95	[kg/m²]
b=	4,00	[m]
l=	2,80	[m]

m is de massa, in [kg/m²]
b is de breedte van de vloer, in [m]
l is de overspanning van de vloer, in [m]

$$n_{40} = \left\{\left(\left(\left(\frac{40}{f}\right)^2 - 1\right) \cdot \left(\frac{b}{l}\right)^4 \cdot \left(\frac{EI_t}{EI_b}\right)\right)\right\}^{0,25} =$$

4,18

n_{40} is het aantal eerste-ordetrillingen met een eigenfrequentie kleiner dan 40 [Hz] waarin EI_b de equivalente buigstijfheid van de vloer is, in [Nm2/m], om een as evenwijdig aan de liggeras, met $EI_b < EI_t$ — formule 7.7

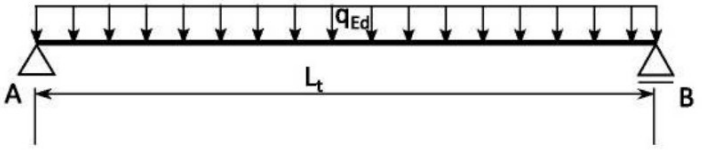
v	≤	$b^{(f\,l_t-1)}$			
0,009	≤	0,015	OK	U.C.	**0,63**

9 LIGGER 1

LIGGER 2-STEUNPUNTEN VOLGENS NEN-EN 1993-1-1 (nl) zijdelings gesteund

ALGEMENE GEGEVENS

Profiel	L150x100x10	
Systeemlengte L_1	1,2	[m]
Belast in	y-as	
Kwaliteit	S235	



CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		A: Woon- en verblijfsruimtes
Referentieperiode	50	jaar	
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		
Reductiefaktor referentie periode ψ_t	1,00		

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,4	0,5	0,3

MATERIAAL EN BELASTING FACTOREN

Materiaal factoren

	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Materiaal factor staalprofiel:	1	1	1,25

Belastingfactoren

Formule 6.10.a	γ_G =	0,9	γ_G =	1,35	γ_Q = 1,5
Formule 6.10.b	γ_G =	0,9	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q = 1,5
Bijzondere combinaties			γ_G =	1,00	γ_Q = 1,0

INVOER BELASTINGEN

Permanente belasting G_k

g_k	=	15,20	[kN/m]
e.g. ligger: $A \cdot \rho_a$	=	0,19	[kN/m] +
g_k	=	15,39	[kN/m]

Veranderlijke belasting Q_k

q_k = 7,0 [kN/m]

DOORSNEDE GEGEVENS

Hoogte (h)	150	[mm]	f_y	235	[N/mm²]	S = ½h²·t	113	[cm³]	
Breedte (b)	100	[mm]	ρ_a	7850	[kg/m³]	h_w / t_w =	13	≤	72 ε / η
Dikte flens (t)	10	[mm]	E	210	[kN/mm²]				
straal (r)	13	[mm]	A =	2418	[mm²]				
I =	552	[cm⁴]	W_{el} =	54	[cm³]				

Doorsnedeklassificatie voor gewalste profielen — ***Doorsnedeklasse 3***

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ =	1,0	[‰]	c_{lijf} / t_w =	12,7	≤	14	$\varepsilon \rightarrow$ *klasse*	*3*
η =	1,2		c_{flens} / t_f =	7,7	≤	9	$\varepsilon \rightarrow$ *klasse*	*1*

BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties (belast):

$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k + \psi_0 \cdot \gamma_q \cdot q_k$ =	25,0	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	13,9	[kN/m]	q_{kar} =	15,4	[kN/m]
$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot q_k$ =	29,0	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	20,8	[kN/m]			
$q_{kar} = g_k + q_k$ =	22,4	[kN/m]	$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k$ =	18,5	[kN/m]			

MECHANICA

$V_{Ed,A}$	17,4	[kN]	M_{Ed} =	5,2	[kNm]

TOETSEN BUIGEND MOMENT VOLGENS ARTIKEL 6.2.5.

Check op buigend moment ter plaatse van maatgevende positie — Er is gerekend met het elastisch weerstandsmoment

Rekenweerstand voor buiging $M_{c,Rd}$	12,71	[kNm]	$M_{c,Rd} = M_{Rd} = W \cdot f_y/\gamma_{M0}$
Rekenwaarde van buiging $M_{Ed,y}$	5,22	[kNm]	

$M_{Ed,y}$	≤	$M_{c,Rd,y}$				
5,22	≤	12,71	OK	U.C.	0,41	**Voldoet**

maximale spanning:

σ_{Ed} = **97** **[N/mm²]** **voldoet**

TOETSEN DWARSKRACHT VOLGENS ARTIKEL 6.2.6.

Check op dwarskracht ter plaatse van maximale — Er is elastisch gerekend

Rekenweerstand voor dwarskracht $V_{el,Rd}$	66,52	[kN]	$V_{el,Rd} = I \cdot t \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0} \cdot S)$
Rekenwaarde van dwarskracht V_{ed}	17,39	[kN]	

$V_{Ed,y}$	≤	$V_{c,Rd,y}$		Formule (6.18)		
17,39	≤	66,52	OK	U.C.	0,26	**Voldoet**

CONTROLE BRUIKBAARHEIDSTOESTAND

doorbuiging: (veld 1)

$\delta_{per} = l_t /$	3345	=	0,4	[mm]
$\delta_{bij} = l_t /$	7355	=	0,2	[mm] +
$\delta_{eind} = l_t /$	2299	=	0,5	[mm]
$\delta_{bij} \leq$	0,002 l_t		OK	**voldoet**
$\delta_{eind} \leq$	0,002 l_t		OK	**voldoet**

OPLEGREACTIE IN [kN]

		per		vb
$R_{A,Ed}$ =	17,4	(9,2	/	4,2)

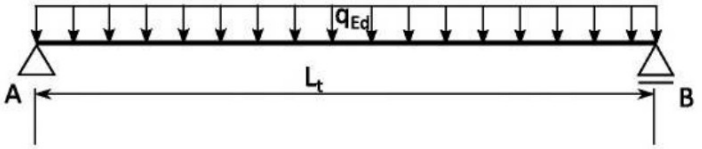
U.C.	0,07
U.C.	0,22

10 LIGGER 2

LIGGER 2-STEUNPUNTEN VOLGENS NEN-EN 1993-1-1 (nl) zijdelings gesteund

ALGEMENE GEGEVENS

Profiel	L150x100x10	
Systeemlengte L_1	1,6	[m]
Belast in	y-as	
Kwaliteit	S235	



CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		A: Woon- en verblijfsruimtes
Referentieperiode	50	jaar	
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		
Reductiefaktor referentie periode ψ_t	1,00		

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,4	0,5	0,3

MATERIAAL EN BELASTING FACTOREN

Materiaal factoren

	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Materiaal factor staalprofiel:	1	1	1,25

Belastingfactoren

Formule 6.10.a	γ_G =	0,9	γ_G =	1,35	γ_Q = 1,5
Formule 6.10.b	γ_G =	0,9	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q = 1,5
Bijzondere combinaties			γ_G =	1,00	γ_Q = 1,0

INVOER BELASTINGEN

Permanente belasting G_k

g_k	=	14,70	[kN/m]
e.g. ligger: $A \cdot \rho_a$	=	0,19	[kN/m] +
g_k	=	14,89	[kN/m]

Veranderlijke belasting Q_k

q_k = 5,6 [kN/m]

DOORSNEDE GEGEVENS

Hoogte (h)	150	[mm]	f_y	235	[N/mm²]	S = ½h²·t	113	[cm³]	
Breedte (b)	100	[mm]	ρ_a	7850	[kg/m³]	h_w / t_w =	13	≤	72 ε / η
Dikte flens (t)	10	[mm]	E	210	[kN/mm²]				
straal (r)	13	[mm]	A =	2418	[mm²]				
I =	552	[cm⁴]	W_{el} =	54	[cm³]				

Doorsnedeklassificatie voor gewalste profielen — ***Doorsnedeklasse 3***

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ =	1,0	[‰]	c_{lijf} / t_w =	12,7	≤	14	ε → *klasse*	*3*
η =	1,2		c_{flens} / t_f =	7,7	≤	9	ε → *klasse*	*1*

BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties (belast):

$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k + \psi_0 \cdot \gamma_q \cdot q_k$ =	23,5	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	13,4	[kN/m]	q_{kar} =	14,9	[kN/m]
$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot q_k$ =	26,3	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	20,1	[kN/m]			
$q_{kar} = g_k + q_k$ =	20,5	[kN/m]	$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k$ =	17,9	[kN/m]			

MECHANICA

$V_{Ed,A}$	21,0	[kN]	M_{Ed} =	8,4	[kNm]

TOETSEN BUIGEND MOMENT VOLGENS ARTIKEL 6.2.5.

Check op buigend moment ter plaatse van maatgevende positie — Er is gerekend met het elastisch weerstandsmoment

Rekenweerstand voor buiging $M_{c,Rd}$	12,71	[kNm]	$M_{c,Rd} = M_{Rd} = W \cdot f_y/\gamma_{M0}$
Rekenwaarde van buiging $M_{Ed,y}$	8,41	[kNm]	

$M_{Ed,y}$	≤	$M_{c,Rd,y}$				
8,41	≤	12,71	OK	U.C.	0,66	**Voldoet**

maximale spanning:

σ_{Ed} = **156** [N/mm²] **voldoet**

TOETSEN DWARSKRACHT VOLGENS ARTIKEL 6.2.6.

Check op dwarskracht ter plaatse van maximale — Er is elastisch gerekend

Rekenweerstand voor dwarskracht $V_{el,Rd}$	66,52	[kN]	$V_{el,Rd} = I \cdot t \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0} \cdot S)$
Rekenwaarde van dwarskracht V_{ed}	21,03	[kN]	

$V_{Ed,y}$	≤	$V_{c,Rd,y}$		Formule (6.18)		
21,03	≤	66,52	OK	U.C.	0,32	**Voldoet**

CONTROLE BRUIKBAARHEIDSTOESTAND

doorbuiging: (veld 1)

$\delta_{per} = l_t /$	1459	=	1,1	[mm]
$\delta_{bij} = l_t /$	3878	=	0,4	[mm] +
$\delta_{eind} = l_t /$	1060	=	1,5	[mm]
$\delta_{bij} \leq$	0,002	l_t	OK	**voldoet**
$\delta_{eind} \leq$	0,002	l_t	OK	**voldoet**

OPLEGREACTIE IN [kN]

		per		vb
$R_{A,Ed}$ =	21,0	(11,9	/	4,5)

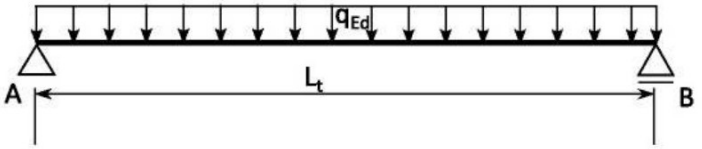
U.C.	0,13	
U.C.	0,47	

11 LIGGER 3

LIGGER 2-STEUNPUNTEN VOLGENS NEN-EN 1993-1-1 (nl) zijdelings gesteund

ALGEMENE GEGEVENS

Profiel	L100x10	
Systeemlengte L_1	1,6	[m]
Belast in	y-as	
Kwaliteit	S235	



CATOGORIE BOUWWERK

Gevolgklasse (CC)	CC2		A: Woon- en verblijfsruimtes
Referentieperiode	50	jaar	
Correctiefactor ξ voor formule 6.10.b NEN-EN 1990	0,89		
Reductiefaktor referentie periode ψ_t	1,00		

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,4	0,5	0,3

MATERIAAL EN BELASTING FACTOREN

Materiaal factoren

	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
Materiaal factor staalprofiel:	1	1	1,25

Belastingfactoren

Formule 6.10.a	γ_G =	0,9	γ_G =	1,35	γ_Q = 1,5
Formule 6.10.b	γ_G =	0,9	$\xi \cdot \gamma_G$ =	1,20	γ_Q = 1,5
Bijzondere combinaties			γ_G =	1,00	γ_Q = 1,0

INVOER BELASTINGEN

Permanente belasting G_k

g_k	=	8,60	[kN/m]
e.g. ligger: $A \cdot \rho_a$	=	0,15	[kN/m] +
g_k	=	8,75	[kN/m]

Veranderlijke belasting Q_k

q_k = 0,1 [kN/m]

DOORSNEDE GEGEVENS

Hoogte (h)	100	[mm]	f_y	235	[N/mm²]	S = ½h²·t	50	[cm³]	
Breedte (b)	100	[mm]	ρ_a	7850	[kg/m³]	h_w / t_w =	8	≤	72 ε / η
Dikte flens (t)	10	[mm]	E	210	[kN/mm²]				
straal (r)	12	[mm]	A =	1915	[mm²]				
I =	177	[cm⁴]	W_{el} =	25	[cm³]				

Doorsnedeklassificatie voor gewalste profielen — ***Doorsnedeklasse 1***

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ =	1,0	[‰]	c_{lijf} / t_w =	7,8	≤	9	ε → klasse	1
η =	1,2		c_{flens} / t_f =	7,8	≤	9	ε → klasse	1

BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties (belast):

$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k + \psi_0 \cdot \gamma_q \cdot q_k$ =	11,9	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	7,9	[kN/m]	q_{kar} =	8,8	[kN/m]
$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot q_k$ =	10,7	[kN/m]	$q_{Ed} = \gamma_g \cdot g_k$ =	11,8	[kN/m]			
$q_{kar} = g_k + q_k$ =	8,9	[kN/m]	$q_{Ed} = \xi \cdot \gamma_g \cdot g_k$ =	10,5	[kN/m]			

MECHANICA

$V_{Ed,A}$	9,5	[kN]	M_{Ed} =	3,8	[kNm]

TOETSEN BUIGEND MOMENT VOLGENS ARTIKEL 6.2.5.

Check op buigend moment ter plaatse van maatgevende positie — Er is gerekend met het elastisch weerstandsmoment

Rekenweerstand voor buiging $M_{c,Rd}$	5,79	[kNm]	$M_{c,Rd} = M_{Rd} = W \cdot f_y/\gamma_{M0}$
Rekenwaarde van buiging $M_{Ed,y}$	3,80	[kNm]	

$M_{Ed,y}$	≤	$M_{c,Rd,y}$				
3,80	≤	5,79	OK	U.C.	0,66	**Voldoet**

maximale spanning:

σ_{Ed} = **154** [N/mm²] **voldoet**

TOETSEN DWARSKRACHT VOLGENS ARTIKEL 6.2.6.

Check op dwarskracht ter plaatse van maximale — Er is elastisch gerekend

Rekenweerstand voor dwarskracht $V_{el,Rd}$	47,95	[kN]	$V_{el,Rd} = I \cdot t \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0} \cdot S)$
Rekenwaarde van dwarskracht V_{ed}	9,50	[kN]	

$V_{Ed,y}$	≤	$V_{c,Rd,y}$		Formule (6.18)		
9,50	≤	47,95	OK	U.C.	0,20	**Voldoet**

CONTROLE BRUIKBAARHEIDSTOESTAND

doorbuiging: (veld 1)

$\delta_{per} = l_t /$	795	=	2,0	[mm]
$\delta_{bij} = l_t /$	69576	=	0,0	[mm] +
$\delta_{eind} = l_t /$	786	=	2,0	[mm]
$\delta_{bij} \leq$	0,002	l_t	OK	**voldoet**
$\delta_{eind} \leq$	0,002	l_t	OK	**voldoet**

OPLEGREACTIE IN [kN]

		per		vb
$R_{A,Ed}$ =	9,5	(7,0	/	0,1)

U.C.	0,01
U.C.	0,64

Bijlage B: Controle fundering

1 COMPUTERUITVOER STROOK 1

Technosoft Liggers release 6.76 mrt 2023

```
Project......: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1
Constructeur.: A. Selman
Dimensies....: kN/m/rad
Datum........: Maart 2023
Bestand......: y:\werken\opdrachtnummers\2022\22101 uitbreiding woonhuis
               hatertseweg 791 nijmegen\06 berekeningen ibs\oud\rapport
               a\strook\vloer.dlw

Betrouwbaarheidsklasse        : 2        Referentieperiode          : 50
Herverdelen van momenten      : nee      Maximale deellengte        : 0.000
Ouderdom bij belasten         :  28      Relatieve vochtigheid      : 50%
Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.
Fys.NLE.kort    : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).
Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.
```

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

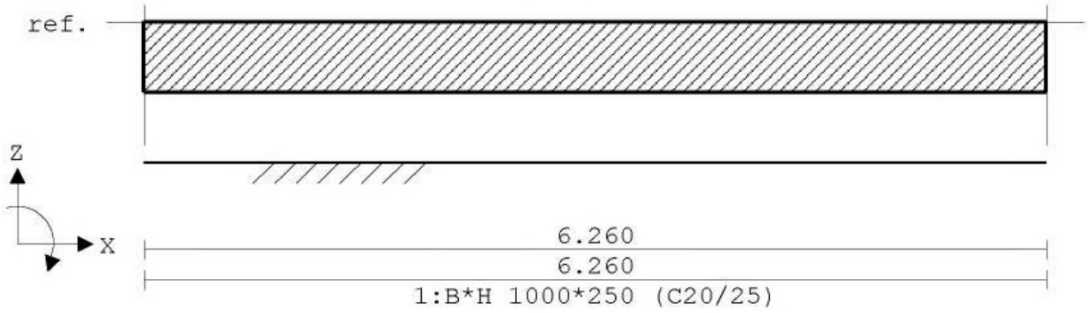
Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)

K82509

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

GEOMETRIE

Ligger:|Strook 1



VELDLENGTEN

Ligger:|Strook 1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.260	6.260

MATERIALEN

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

MATERIALEN vervolg

Mt	Kwaliteit	Cement	Kruipfac.
1	C20/25	N	3.01

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*250	1:C20/25	2.5000e+05	1.3021e+09	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	250	125.0	0:RH				

DOORSNEDEN

Ligger:|Strook 1

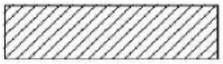
sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	6.260	6.260	1:B*H 1000*250	0.000	1:B*H 1000*250	0.000

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	6.260	6.260	1:Vast	10000	1000

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*250



BELASTINGGEVALLEN

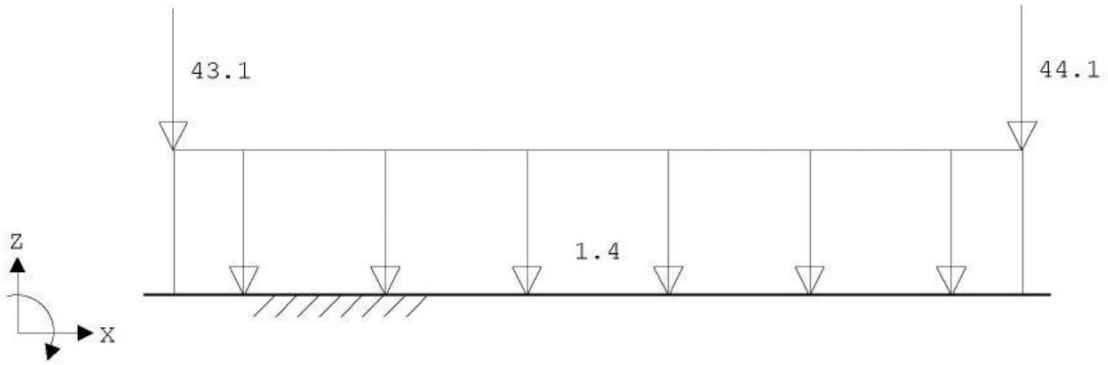
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.60	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

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

VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:1 Permanent

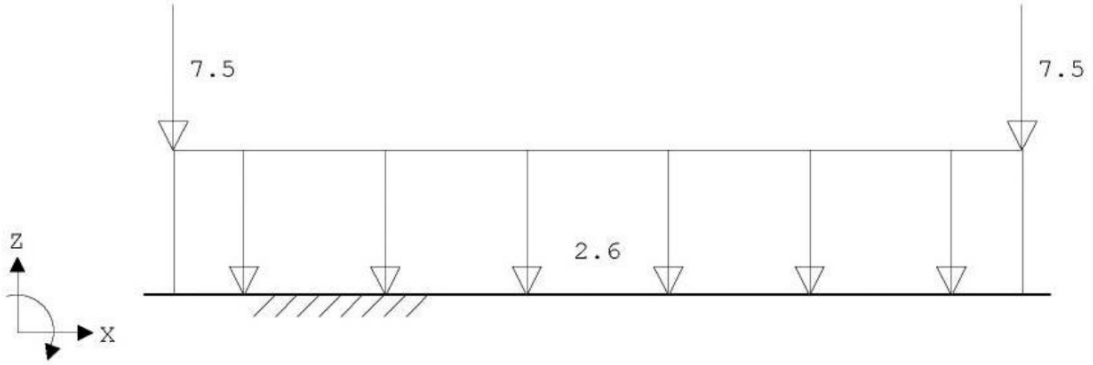
Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		1:q-last		-1.400	-1.400		0.200	5.860
2		8:Puntlast		-43.100			0.200	
3		8:Puntlast		-44.100			6.060	

0.00 : (absoluut) grootste som reacties
-134.53 : (absoluut) grootste som belastingen

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-2.600	-2.600		0.200	5.860
2	8:Puntlast		-7.500			0.200	
3	8:Puntlast		-7.500			6.060	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
3	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
4	Fund.	1	Perm	0.90									
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Freq.	1	Perm	1.00									
9	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
10	Quas.	1	Perm	1.00									
11	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

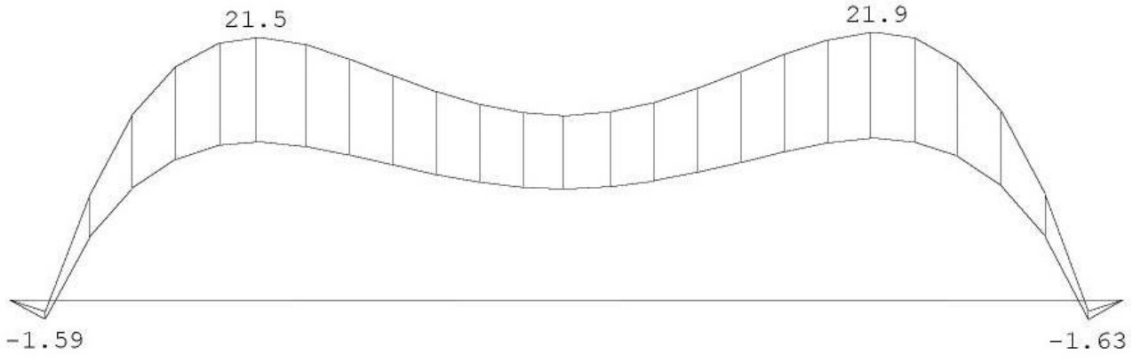
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Geen
3	Geen
4	Alle velden de factor:0.90
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

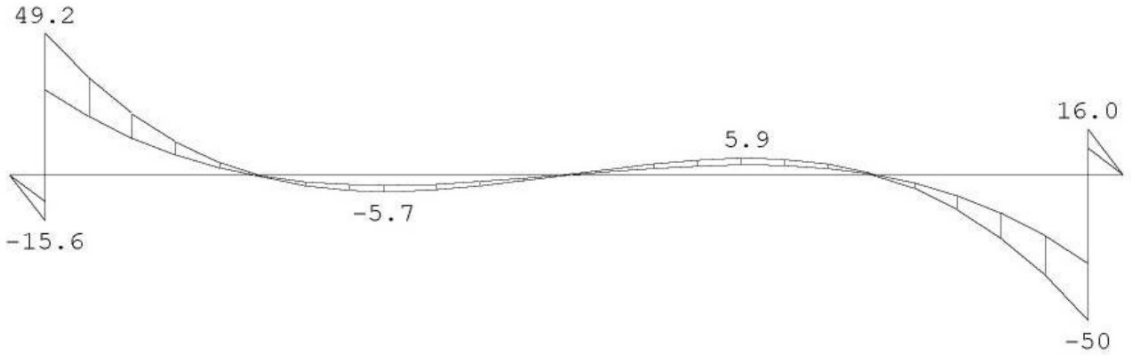
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie



TUSSENPUNTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie

		Grondspan.[kN/m2]		Dwarskr		Moment	
Veld	Pos.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	0.000	54.558	91.902	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.200	48.517	81.868	-15.69	-9.18	-1.60	-0.94
1	0.200	48.517	81.868	29.61	49.25	-1.60	-0.94
1	0.595	36.808	62.416	15.70	26.12	7.61	12.62
1	0.991	26.251	44.874	5.96	9.93	11.80	19.60
1	1.386	17.531	30.383	-0.13	0.32	12.94	21.49
1	1.745	11.444	20.425	-4.26	-2.57	12.36	20.55
1	2.104	6.929	13.185	-5.68	-3.42	11.25	18.69
1	2.439	4.071	8.601	-4.79	-2.88	10.18	16.91
1	2.775	2.430	5.970	-2.69	-1.61	9.42	15.65
1	3.110	1.801	4.958	-0.05	0.06	9.11	15.13
1	3.456	2.353	5.840	1.70	2.80	9.44	15.68
1	3.801	4.015	8.496	3.02	4.99	10.27	17.05
1	4.146	6.932	13.159	3.60	5.95	11.43	18.96

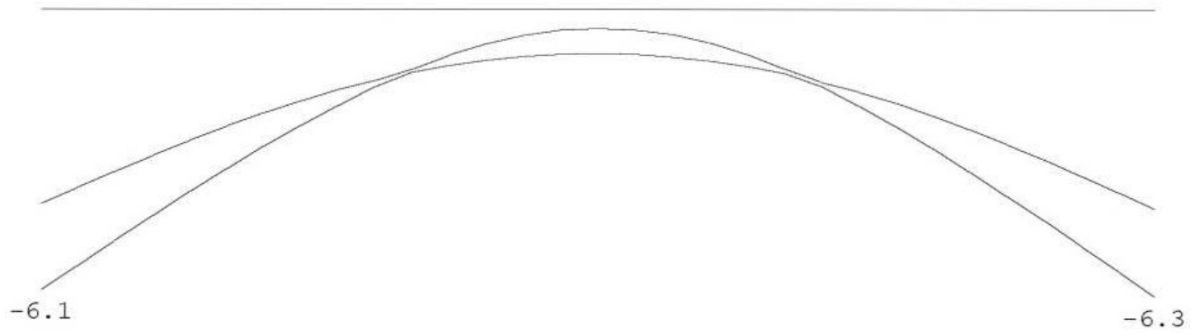
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

TUSSENPUNTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie

		Grondspan.[kN/m2]		Dwarskr		Moment	
Veld	Pos.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	4.511	11.590	20.606	2.71	4.47	12.62	20.93
1	4.877	17.900	30.945	-0.34	0.14	13.24	21.94
1	5.271	26.785	45.681	-10.18	-6.12	12.07	20.00
1	5.666	37.546	63.526	-26.72	-16.09	7.78	12.86
1	6.060	49.477	83.308	-50.29	-30.30	-1.63	-0.96
1	6.060	49.477	83.308	9.39	16.00	-1.63	-0.96
1	6.260	55.646	93.533	-0.00	-0.00	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

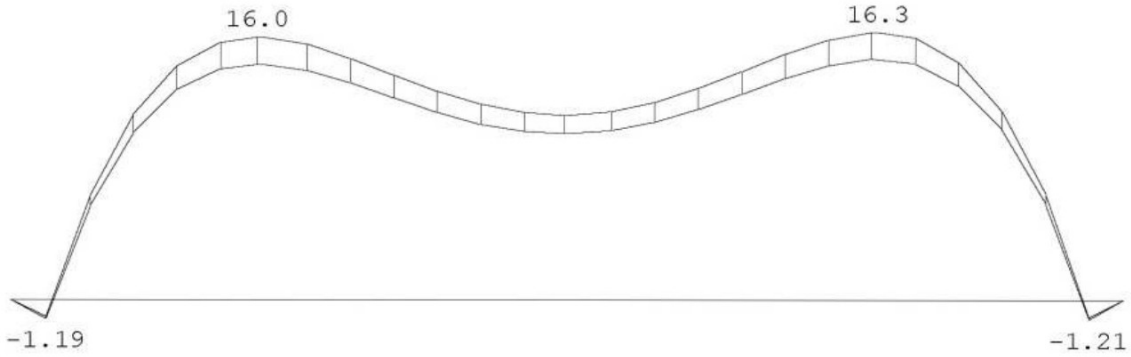
VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.kortLigger:|Strook1Karakteristiekecombinatie



N.B. In deze verplaatsingen is de kruipvervorming (w2) niet verwerkt!

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Frequente combinatie



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

PROFIELGEGEVENS Vloer [N] [mm] t.b.v.profiel:1B*H 1000*250

Algemeen
Materiaal : C20/25

Doorsnede
breedte : 1000 hoogte : 250 zwaartepunt tov onderkant : 125
Fictieve dikte : 200.0

Betonkwaliteit element	:	C20/25	Kruipcoëf.	: 3.010
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ε_{uk}	: 2.50

Betondekking		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	25	50
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	33	58

Wapening		Boven	Onder
Basiswapening	:	8-150	8-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0

Hoofdwapening Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie

8-150 a

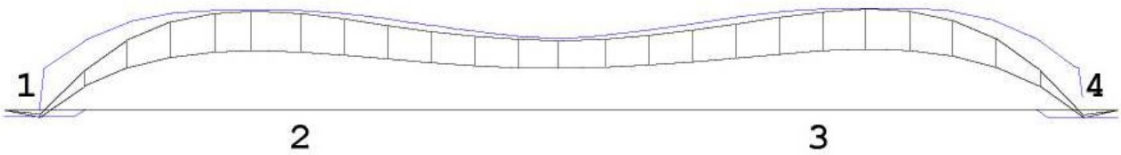
ref.

Inhoud:1.6 m3 Hoofdwap.gew:34.2 (zonder verdeelwap.)

8-150 b

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

MEd dekkingslijn Fysisch lineairLigger:|Strook1Fundamentelecombinatie



Hoofdwapening

Ligger:|Strook 1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z [mm]	B/O	A_b [mm²]	A_a [mm²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	200	-1.60	-24.36	137	Ond	222*	336	8-150	54
2	1386	21.49	38.07	127	Bov	275*	336	8-150	1
3	4877	21.94	38.07	127	Bov	281*	336	8-150	1
4	6060	-1.63	-24.36	137	Ond	222*	336	8-150	54

Opmerkingen
[1] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening zijn toegepast, zie nationale bijlage art. 9.2.1.1(1).
[54] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

Scheurvorming volgens artikel 7.3.4

Ligger:|Strook 1

Geb.	Pos. [mm]	Zijde	$M_{E;freq}$ [kNm]	$s_{r,max}$ [mm]	$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ [‰]	w_k [mm]	k_x	w_{max} [mm]	U.C.	Opm.
1	1386	Bov	16.00	284	0.663	0.189	1.67	0.667	0.28	
1	4877	Bov	16.33	284	0.677	0.193	1.67	0.667	0.29	
1	200	Ond	-1.19	272	0.057	0.016	1.67	0.500	0.03	
1	275	Ond	-1.19	272	0.057	0.016	1.67	0.500	0.03	
1	5985	Ond	-1.22	272	0.058	0.016	1.67	0.500	0.03	
1	6060	Ond	-1.22	272	0.058	0.016	1.67	0.500	0.03	

Verloop hoofdwapening

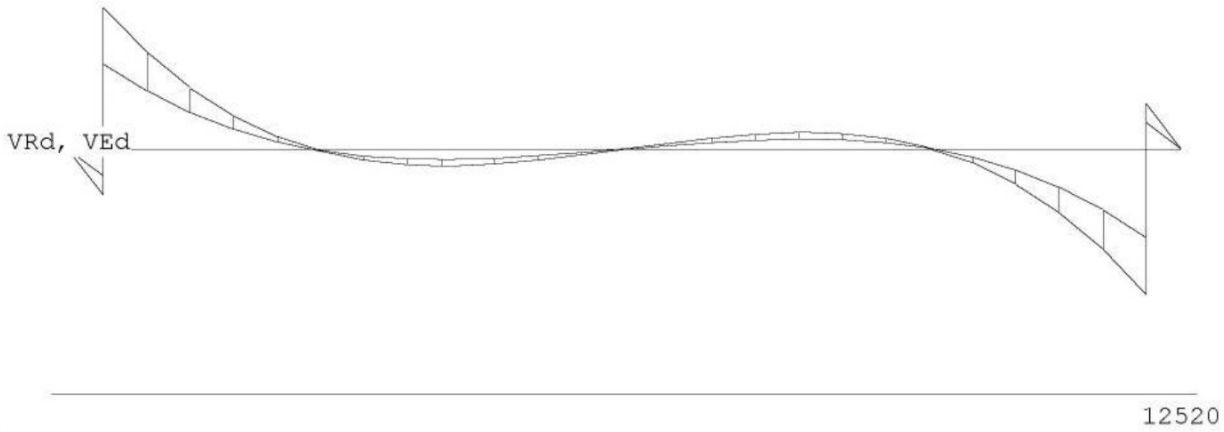
Ligger:|Strook 1

Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd;begin}$ [mm]	$L_{bd;eind}$ [mm]
a	Boven	8-150	-100	6360	6460	100	100
b	Onder	8-150	-100	6360	6460	100	100

Opmerkingen
Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

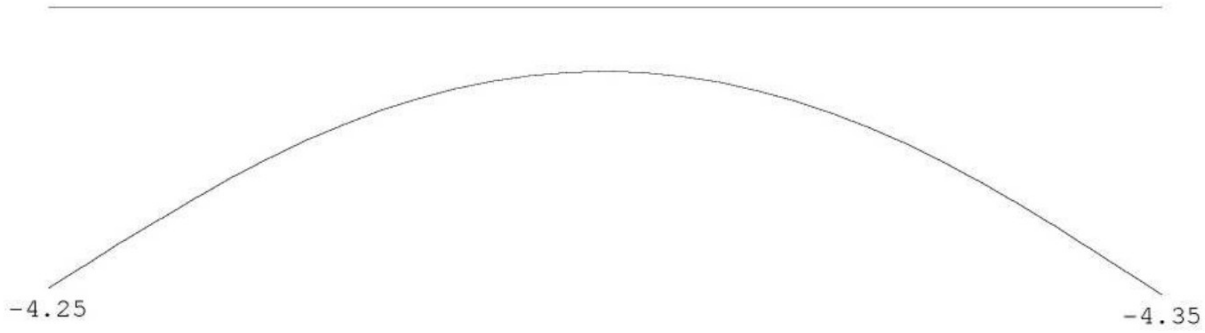
DWARSKRACHTEN Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie



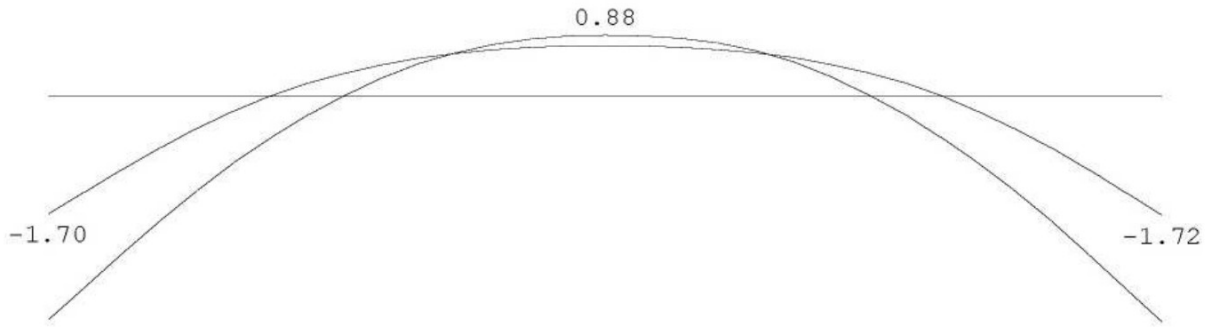
Wapeningsgewicht

Inhoud:1.6 m3 Hoofdwap.gewicht:34.2 kg, 21.9 kg/m3 (zonder verdeelwap.)

DOORBUIGINGEN w1 [mm] Ligger:|Strook 1 Blijvende combinatie

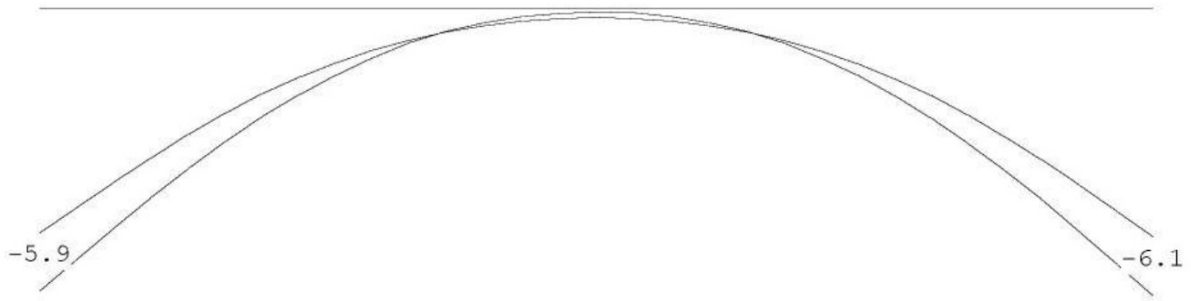


DOORBUIGINGEN Wbij [mm]Ligger:|Strook 1 Karakteristieke combinatie



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Strook 1

DOORBUIGINGEN Wmax [mm]Ligger:|Strook 1 Karakteristieke combinatie



DOORBUIGINGEN Karakteristieke combinatie

Veld	Zijde	positie [m]	l_{rep} [mm]	w_1 [mm]	w_2 [mm]	|-- w_{bij} --| [mm]	[lrep/]	w_{tot} [mm]	w_c [mm]	|-- w_{max} --| [mm]	[lrep/]
1	Pos.	3.130	6260	3.3	2.4	4.1	1512	7.5		7.5	837

2 COMPUTERUITVOER BALK

Technosoft Liggers release 6.76 mrt 2023

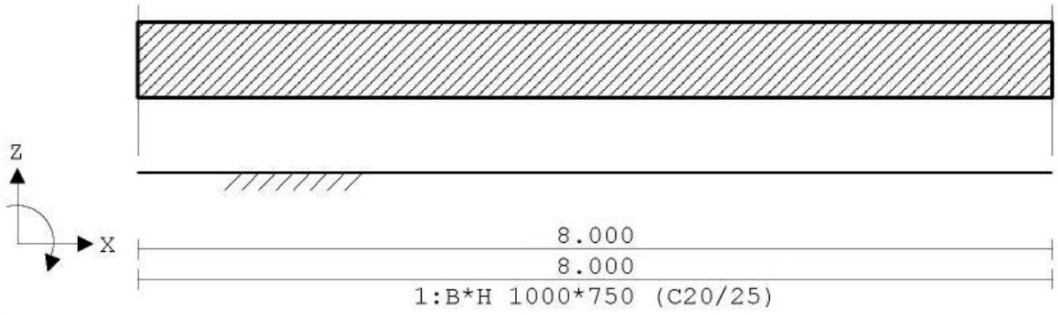
```
Project......: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand
Constructeur.: A. Selman
Dimensies....: kN/m/rad
Datum........: Maart 2023
Bestand......: y:\werken\opdrachtnummers\2022\22101 uitbreiding woonhuis
               hatertseweg 791 nijmegen\06 berekeningen ibs\oud\rapport
               a\strook\balk.dlw

Betrouwbaarheidsklasse        : 2        Referentieperiode          : 50
Herverdelen van momenten      : nee      Maximale deellengte        : 0.000
Ouderdom bij belasten         :  28      Relatieve vochtigheid      : 50%
Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.
Fys.NLE.kort    : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).
Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.
```

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)

GEOMETRIE

Ligger:|Strook 1



VELDLENGTEN

Ligger:|Strook 1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	8.000	8.000

MATERIALEN

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

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

MATERIALEN vervolg

Mt	Kwaliteit	Cement	Kruipfac.
1	C20/25	N	3.01

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*750	1:C20/25	3.8750e+05	1.8752e+10	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	750	431.5	27:Gest	50	50		

DOORSNEDEN

Ligger:|Strook 1

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	8.000	8.000	1:B*H 1000*750	0.000	1:B*H 1000*750	0.000

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	8.000	8.000	1:Vast	10000	1000

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*750

BELASTINGGEVALLEN

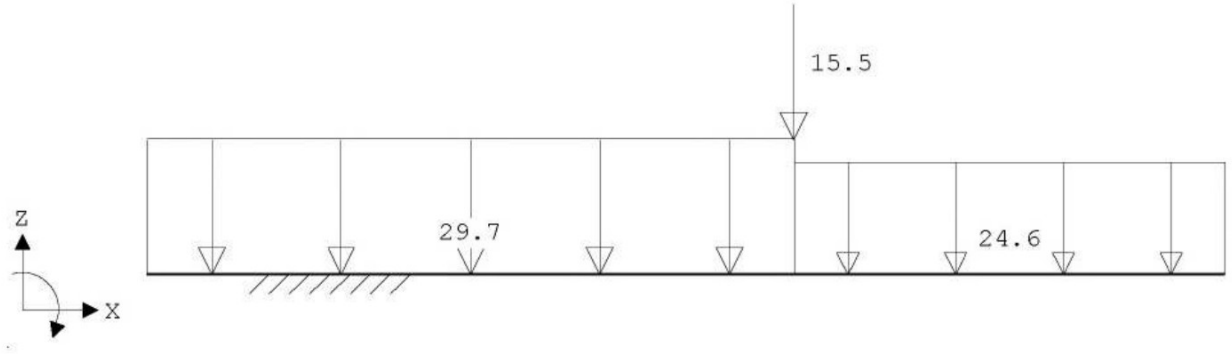
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.60	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

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

VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:1 Permanent



Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

VELDBELASTINGEN

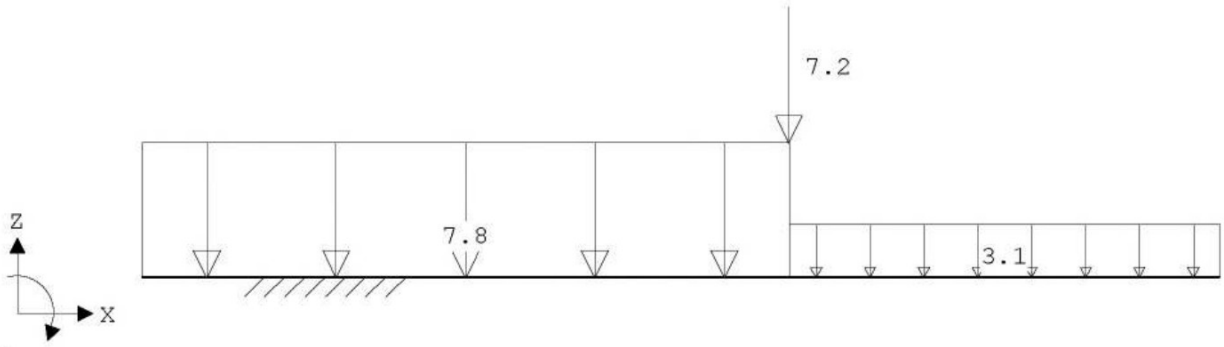
Ligger:|Strook 1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-29.700	-29.700		0.000	4.800
2	1:q-last		-24.600	-24.600		4.800	3.200
3	8:Puntlast		-15.500			4.800	

0.00 : (absoluut) grootste som reacties
-314.28 : (absoluut) grootste som belastingen

VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:|Strook 1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-7.800	-7.800		0.000	4.800
2	1:q-last		-3.100	-3.100		4.800	3.200
3	8:Puntlast		-7.200			4.800	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.35									
2	Fund.	1	Perm	1.35	2	psi0	1.50						
3	Fund.	1	Perm	1.20	2	Extr	1.50						
4	Fund.	1	Perm	0.90									
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.50						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.50						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Freq.	1	Perm	1.00									
9	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
10	Quas.	1	Perm	1.00									
11	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

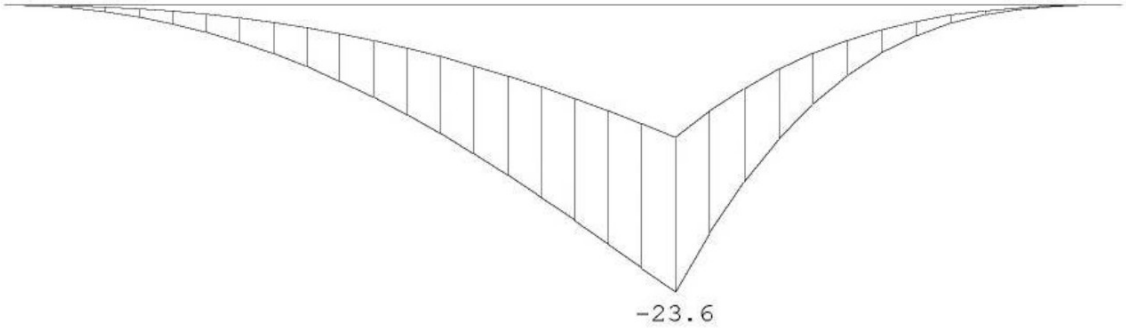
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

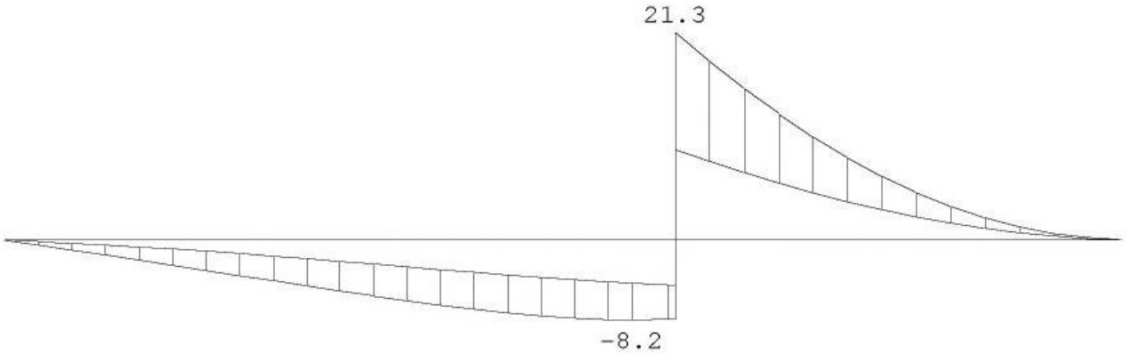
BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Geen
3	Geen
4	Alle velden de factor:0.90
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie



TUSSENPUNTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie

		Grondspan.[kN/m2]		Dwarskr		Moment	
Veld	Pos.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	0.000	36.075	61.885	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.499	36.199	62.006	-1.06	-0.34	-0.27	-0.08
1	0.998	36.322	62.122	-2.14	-0.75	-1.07	-0.36
1	1.497	36.437	62.222	-3.25	-1.21	-2.41	-0.85
1	1.995	36.537	62.284	-4.36	-1.73	-4.31	-1.58
1	2.494	36.609	62.280	-5.44	-2.30	-6.76	-2.58

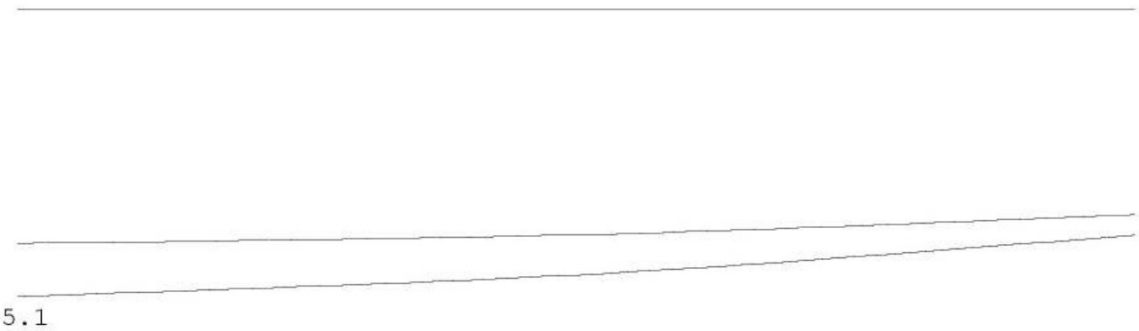
Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

TUSSENPUNTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Fundamentele combinatie

		Grondspan.[kN/m2]		Dwarskr		Moment	
Veld	Pos.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	2.993	36.634	62.171	-6.46	-2.88	-9.73	-3.88
1	3.492	36.591	61.910	-7.32	-3.47	-13.18	-5.46
1	3.991	36.450	61.440	-7.94	-4.01	-17.00	-7.33
1	4.490	36.179	60.699	-8.20	-4.45	-21.04	-9.44
1	4.800	35.933	60.079	-8.10	-4.64	-23.57	-10.85
1	4.800	35.933	60.079	9.31	21.32	-23.57	-10.85
1	5.257	35.439	58.903	7.10	15.96	-15.11	-7.12
1	5.714	34.840	57.519	5.14	11.29	-8.94	-4.35
1	6.171	34.176	56.010	3.48	7.38	-4.72	-2.39
1	6.629	33.476	54.433	2.12	4.28	-2.08	-1.12
1	7.086	32.759	52.824	1.08	2.01	-0.68	-0.40
1	7.543	32.035	51.203	0.38	0.61	-0.12	-0.08
1	8.000	31.309	49.580	0.00	0.00	0.00	0.00

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.kortLigger:|Strook1Karakteristiekecombinatie

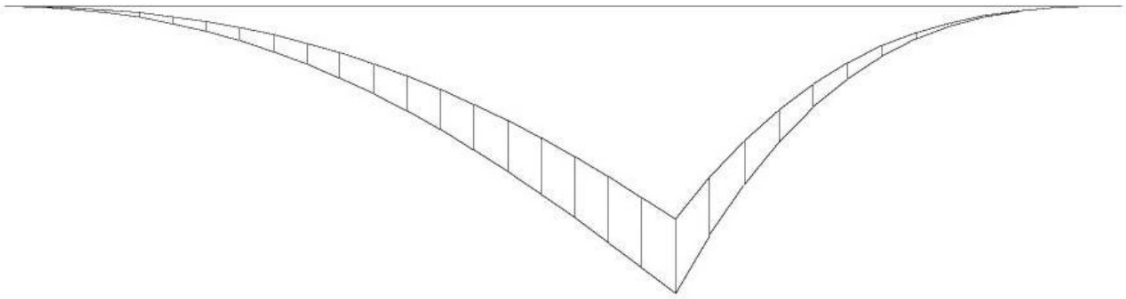


N.B. In deze verplaatsingen is de kruipvervorming (w2) niet verwerkt!

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

OMHULLENDE VAN DE FREQUENTE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair Ligger:|Strook 1 Frequente combinatie



PROFIELGEGEVENS Balk [N] [mm] t.b.v.profiel:1B*H 1000*750

Algemeen
Materiaal : C20/25

Doorsnede

Nr	z [mm]	h [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	druklaag	materiaal
1	0	500	400	400	nee	C20/25
2	500	250	750	750	nee	C20/25

Fictieve dikte : 221.4

Betonkwaliteit element	:	C20/25	Kruipcoëf.	: 3.010
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ε_{uk}	: 5.00
Staalkwaliteit beugels	:	500		

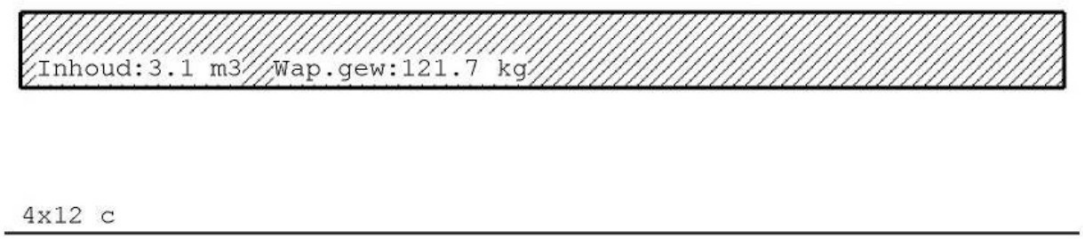
Betondekking		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	20	35
Toegepaste dekking	:	43	58
Toegepaste zijdekking	:	43	
Beugel / Verdeelwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	20	35
Toegepaste dekking	:	35	50
Toegepaste zijdekking	:	35	

Wapening		Boven	Onder
Basiswapening buitenste laag	:	4x12+4x8	4x12
H.o.h.afstand 2e laag	:	0	0

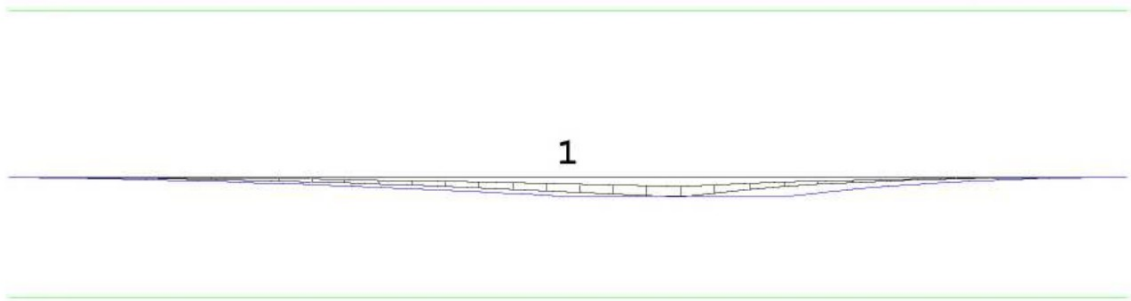
Beugels
Beugeldiameter : 8
Min. hoek betondrukdiagonaal θ : 21.8 z berekenen via: MRd

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

Hoofdwapening Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie



MEd dekkingslijn Fysisch lineairLigger:|Strook1Fundamentelecombinatie



Hoofdwapening

Ligger:|Strook 1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z [mm]	B/O	A_b [mm²]	A_a [mm²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	4800	-23.57	-144.10	488	Ond	376*	453	4x12	54

Opmerkingen
[54] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

Scheurvorming volgens artikel 7.3.3

Ligger:|Strook 1

Geb.	Pos. [mm]	$M_{E;freq}$ [kNm]	B/O	σ_s [N/mm²]	art.	s opt. [mm]	s max. [mm]	$Ø_{km}$ opt. [mm]	$Ø_{km}$ max. [mm]	σ_b opt. [N/mm²]	σ_b max. [N/mm²]	Opm.
1	4800	-16.30	Ond	54.4	7.3.3	101	300	12.0	41.1			

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

Verloop hoofdwapening

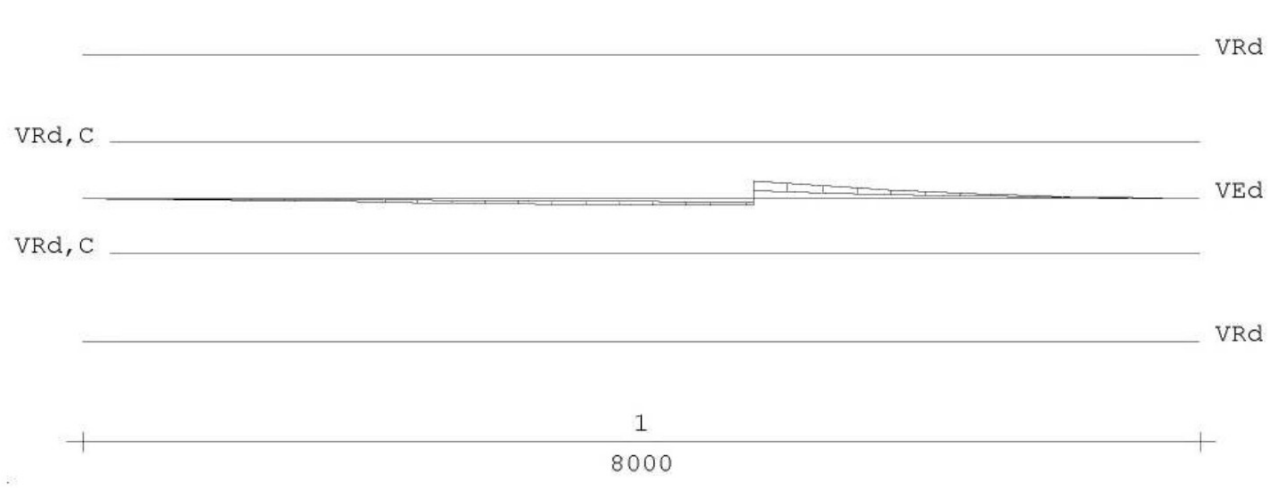
Ligger:|Strook 1

Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd;begin}$ [mm]	$L_{bd;eind}$ [mm]
a	Boven	4x12	-120	8120	8240	120	120
b	Boven	4x8	-100	8100	8200	100	100
c	Onder	4x12	-120	8120	8240	120	120

Opmerkingen
Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

DWARSKRACHTEN

Fysisch lineairLigger:|Strook1 Fundamentele combinatie



Dwarskrachtwapening

Ligger:|Strook 1

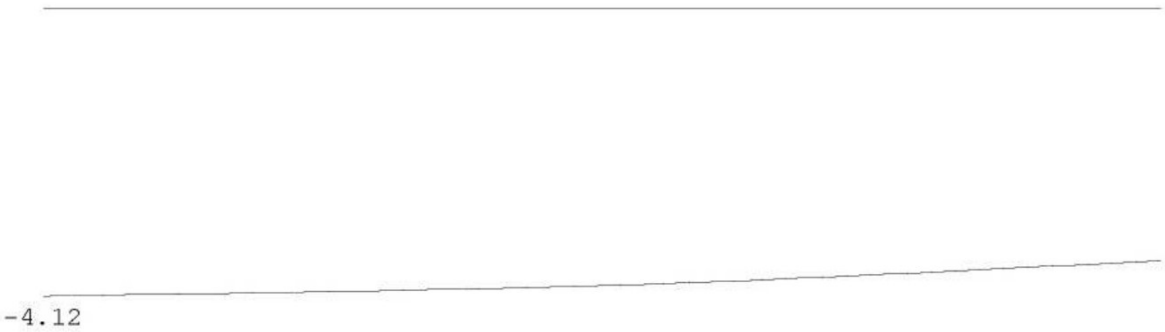
Geb.	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Beugels	Lengte [mm]	A_{sw} [mm²/m]	V_{Ed} [kN]	A_{opg} [mm²]	Opm.
1	0	8000	Ø8-300	8000	286	21		

Wapeningsgewicht

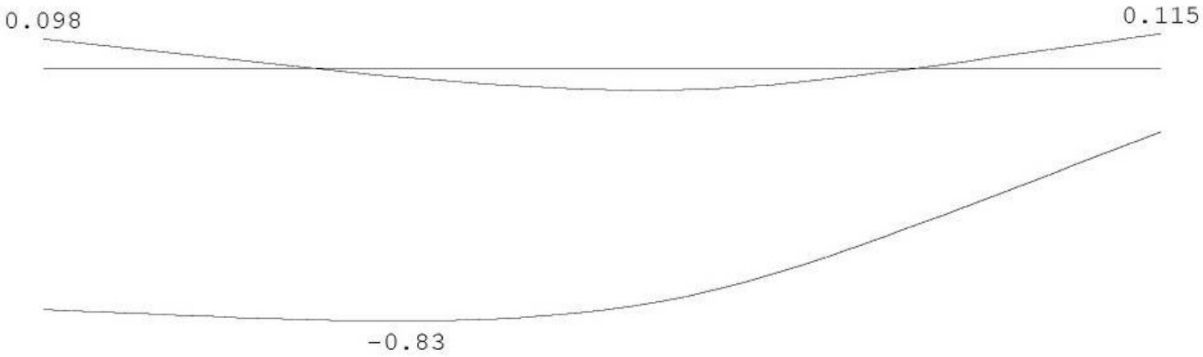
Inhoud:3.1 m3 Wap.gewicht:121.7 kg, 39.2 kg/m3

Project.....: 22101 - Uitbreiding woonhuis Nijmegen
Onderdeel....: Balk vorstrand

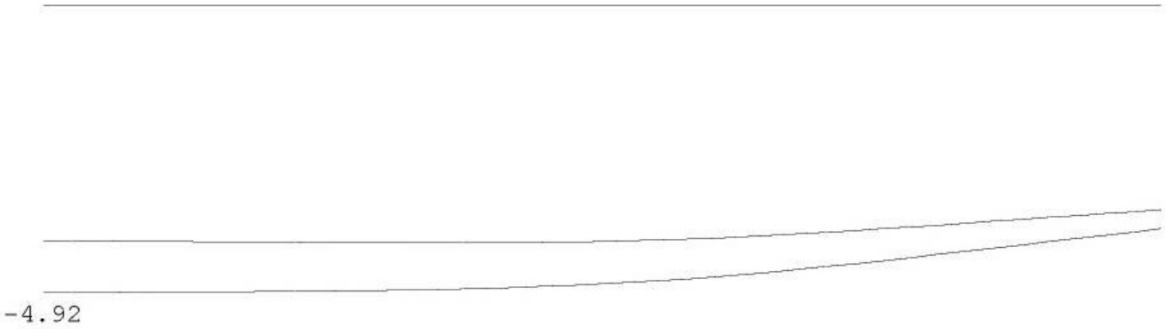
DOORBUIGINGEN w1 [mm] Ligger:|Strook 1 Blijvende combinatie



DOORBUIGINGEN Wbij [mm]Ligger:|Strook 1 Karakteristieke combinatie



DOORBUIGINGEN Wmax [mm]Ligger:|Strook 1 Karakteristieke combinatie



DOORBUIGINGEN Karakteristieke combinatie

Alle vervormingen zijn kleiner dan lrep/9999 of h/9999

3 CONTROLE BESTAANDE FUNDERING

DRAAGVERMOGEN STROOK VOLGENS NEN 9997-1

Gedraineerde toestand / Versie 1.0: jul-16

INVOER

Geometrie fundering:

b' =	0,60	[m]
l' =	∞	[m]
A' =	0,60	[m²/m]
	STROOK	

Belastingen:

V_d =	48	[kN]	α =	0 °	
$H_{x,d}$ =	0,00	[kN]	κ =	90 °	
$H_{y,d}$ =	0	[kN]	$\sigma'_{v,z,d}$ =	80	[kPa]
H_d =	0,0	[kN]	β =	0 °	

Partiële factoren volgens: Fundering op staal

Factoren helling volgens: bijlage D

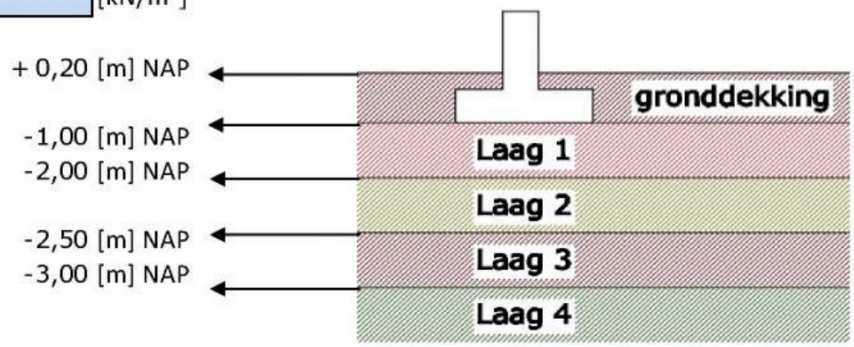
Waterniveau in de laag gronddekking indien aanwezig: *artikel 2.4.5.2*

d_w = - m $d_{g,sat}$ = - m

Grondgeigenschappen:

	Grondsoort Naam - Bijmengsel - Consistentie	φ'_k [graden]	γ_k [kN/m³]	$\gamma_{sat,k}$ [kN/m³]	c' [kPa]	Bovenkant laag [m] NAP	
Gronddekking	Zand - Schoon - Matig	32,5 °	18	20	0	+ 0,20	= d_g
Laag 1	Zand - Schoon - Matig	32,5 °	18	20	0	-1,00	
Laag 2	Zand - Schoon - Matig	32,5 °	18	20	0	-2,00	
Laag 3	Zand - Schoon - Matig	32,5 °	18	20	0	-2,50	
Laag 4	Zand - Schoon - Matig	32,5 °	18	20	0	-3,00	
GWS op bovenzijde		[m] NAP					

Water u = [kN/m³]



BEREKENING Gedraineerde toestand / Versie 1.0: jul-16

Partiële factoren: Laag 1 t/m 4 bepaal op basis van gewogen gemiddelden *bijlage A.3.2*

$\gamma_{\varphi'}$ =	1,15	»	$\varphi'_{gem;d}$ =	29,0 °	
$\gamma_{c'}$ =	1,60	»	$c'_{gem;d}$ =	0,0	[kPa]
γ_{γ} =	1,10	»	$\gamma'_{gem,d}$ =	18,2	[kN/m^3]

Eigenschappen gronddekking:

$\gamma_{d;\,gd}$ = 16,4 [kN/m^3] $\gamma_{sat,d;\,gd}$ = 18,2 [kN/m^3] $\gamma_d = \gamma_k / \gamma_\gamma$

Bezwijkvlak: *invloedsbreedte* *invloedsdiepte* *artikel 6.5.2.2 (d)*

a_e = 2,45 [m] z_e = 0,92 [m]

Draagkrachtfactoren: *artikel 6.5.2.2 (i)*

Cohesie:	N_c =	27,8	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\varphi'_{gem;d})$
Gronddekking:	N_q =	16,4	$N_q = \exp(\pi \cdot \tan\varphi'_{gem;d}) \cdot \tan^2(45° + 0{,}5 \cdot \varphi'_{gem;d})$
Effectieve vol. gewicht:	N_γ =	17,1	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi'_{gem;d})$

Reductiefactoren: *artikel 6.5.2.2 (i/j/k/q)*

vorm (i)

s_c =	1,00	$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$	
s_q =	1,00	$s_q = 1 + (b'/l') \cdot \sin(\varphi'_{gem;d})$	met $(b'/l') = 0$
s_γ =	1,00	$s_\gamma = 1 - 0{,}3 \cdot (b'/l')$	met $(b'/l') = 0$

helling (j)

b_c =	1,00	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan(\varphi'_{gem;d})$
b_q =	1,00	$b_q = (1 - \alpha \cdot \tan(\varphi'_{gem;d}))^2$
b_γ =	1,00	$b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \tan(\varphi'_{gem;d}))^2$

helling belasting, volgens Bijlage D (k)

i_c =	1,00	$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$
i_q =	1,00	$i_q = 1 - (H_d / (V_d + A' \cdot c'_{gem;d} \cdot \cot(\varphi_{gem;d})))$
$i_{\gamma'}$ =	1,00	$i_\gamma = [1 - H/V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi'))^{m+1}$

maaiveld helling (q)

α =	0,00	$\alpha = 0{,}0349 \cdot \beta \cdot \tan(\varphi'_{gem;d})$ met $\beta \leq \varphi'_{gem;d}$
λ_c =	1,00	$\lambda_c = (N_q \cdot e^{-\alpha} - 1) / (N_q - 1)$
λ_q =	1,00	$\lambda_q = (1 - \tan(\beta))^{1,9}$
λ_γ =	1,00	$\lambda_\gamma = (1 - 0{,}5 \cdot \tan(\beta))^6$

Gewogen gemiddelde van $\varphi'_{gem;d}$, $c'_{gem;d}$ en $\gamma'_{j;d}$: *artikel 6.5.2.2 (n)*

	$\varphi'_{j;d}$	$c'_{j;d}$	$\gamma'_{;d}$		h_j	X_j	$h_j \cdot \varphi'_{j;d} \cdot X_j$	$h_j \cdot c'_{j;d} \cdot X_j$	$h_j \cdot \gamma'_{j;d} \cdot X_j$	$h_j \cdot X_j$
laag1=	28,99	0,00	droog	18,18	0,92	0,46	12,39	0,00	7,77	0,43
laag2=	28,99	0,00	droog	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
laag3=	28,99	0,00	droog	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
laag4=	28,99	0,00	droog	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						som Σ	12,39	0,00	7,77	0,43

$\varphi'_{gem;d}$ =	28,99	$\varphi'_{gem;d} = h_j \cdot \varphi'_{j;d} \cdot X_j \,/\, h_j \cdot X_j$
$c'_{gem;d}$ =	0,00	$c'_{gem;d} = h_j \cdot c'_{j;d} \cdot X_j \,/\, h_j \cdot X_j$
$\gamma'_{gem,d}$ =	18,18	$\gamma'_{gem;d} = h_j \cdot \gamma'_{j;d} \cdot X_j \,/\, h_j \cdot X_j$

Draagkracht: *artikel 6.5.2.1 (1)*

$\sigma'_{v,z,d}$ =	3,3	[kPa]	$\sigma'_{v,z,d} = (d_g - d_w \cdot \gamma_{d,gd}) + (d_w \cdot \gamma_{sat;d;gd}) - d_w \cdot u$
$\sigma'_{max,d}$ =	147	[kPa]	$\sigma'_{max,d} = c'_{gem;d} \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot \lambda_c + \sigma'_{v,z,d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot \lambda_q + 0{,}5 \cdot \gamma'_{gem,d} \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \lambda_\gamma$
R_d =	88	[kN /m]	$R_d = \sigma'_{max,d} \cdot A'$

V_d	≤	R_d			
48	≤	88	U.C.	**0,54**	**OK**

breedte B_{ef} (m)	lengte L_{ef} (m)		grondekking d_i (m) 0,00	0,10	0,20	0,30	0,80	
0,60	∞	R_d	**56**	**72**	**88**	**104**	**185**	
		U.C.	**0,86**	**0,67**	**0,54**	**0,46**	**0,26**	
		$\sigma'_{max,d}$ =	93	120	147	174	308	[kPa]