



U wilt advies, wij zijn Helder!

Constructief adviesrapport

Opdrachtgever:



Architect/ tekenbureau:

DakkapelDirect BV
Cargadoorweg 10
6541 BT Nijmegen
Tel. 024 675 63 09
E. Info@dakkapeldirect.nl

Constructeur:

Helder Bouwkundig Ingenieursbureau



Projectnummer:

2022-110

Betreft:

Dakkapel/dakopbouw woonhuis

Projectlocatie:

Buurmansweg 30
Nijmegen

Datum (rapport):

20-09-2022

1e wijz. datum:

2e wijz. datum:

Gebaseerd op stukken:

Tekening A2H
Archieftekening

d.d. 21-07-2022

Voor de constructieve berekeningen is gebruik gemaakt van de door de opdrachtgever verstrekte informatie in de vorm van omschrijving(en) en tekening(en). Het berekeningsadvies is alleen geldig indien voldaan wordt aan de wijze van uitvoeren zoals beschreven en aangegeven in het berekeningsrapport. Geen enkele aansprakelijkheid kan genomen worden indien niet voldaan wordt aan de gestelde voorwaarden en/of indien er foutieve constructieve zaken, die als basis dienen voor de berekening, niet juist zijn vermeld c.q. verstrekt ter opstelling van het berekeningsrapport. Op al onze diensten zijn de algemene voorwaarde DNR 2011 van toepassing.





U wilt advies, wij zijn Helder!

Inhoudsopgave

1.0 INLEIDING	3
2.0 CONSTRUCTIEOPZET, KRACHTSAFDRACHT EN STABILITEIT	3
3.0 ALGEMENE BEPALINGEN.....	4
3.1 Normen & voorschriften:	4
3.2 Uitgangspunten constructieberekeningen:	4
3.3 Uitgangspunten materialen	4
3.4 Gebruikte eenheden:	5
3.5 Algemene opmerkingen m.b.t. de constructies:	5
4.0 AANGENOMEN BELASTINGEN	7
4.1 Blijvende belasting (G)	7
4.2 Opgelegde belastingen (Q)	8
4.3 Belasting combinaties m.b.t. Woning	8
5.0 DIMENSIONERING EN CONTROLE BEREKENINGEN	9
5.1 Houten gordingen	9
5.2 Houten dakbalklaag dakkapel.....	9
5.3 Houten slapers	10
5.4 Houten zoldervloer balklaag.....	10
6.0 BIJLAGEN	11
6.1 Schetsmatige tekenwerk van de constructie	11

1.0 INLEIDING

De opdrachtgever is voornemens om een dakkapel/ opbouw te maken.
Het werk vindt plaats aan de Buurmansweg 30 te Nijmegen.

Het bouwkundig tekenwerk wordt verzorgt door 3D Design en wij zijn in het bezit van de op de voorzijde van dit rapport zijnde stukken. Indien er wijzigingen plaatsvinden op deze stukken dient dit te alle tijden aan ons bureau doorgegeven te worden.

Alle genoemde overspanningen zijn theoretische overspanningen en geen bestelmaten.
De opdrachtgever/ aannemer dient deze te allen tijde te controleren/ meten.

2.0 CONSTRUCTIEOPZET, KRACHTSAFDRACHT EN STABILITEIT

Bestaand gebouw:

De hoofdconstructie opzet van deze woning betreft:

- Met dakpannen bedekte zadeldak;
- Houten gordingen opgelegd op dragende bouwmuren en dragende tussenspan;
- Houten zoldervloer voorzien van vloerbeschot en gipsplaten plafond;
- Houten verdiepingsvloer voorzien van vloerbeschot en gipsplaten plafond;
- Dragende binnenmuren van het type: baksteen o.g.;
- Buitengevel bestaat uit een gemetselde spouwmuurconstructie;
- Fundering bestaat uit een op staal gefundeerde gemetselde fundering;

Krachtenafdracht:

Het gewicht van de dakconstructie, zoldervloer en verdiepingsvloer wordt overgebracht naar de dragende spant/ binnenmuur en bouwmuren waarna deze worden afgedragen naar de fundering.

Bestaande houten spant handhaven, nieuwe HSB wand onder en boven het spantbeen afsteunen op de bestaande dragende wand op de 1^e verdieping en begane grond.

Stabiliteit:

Over de houten stijlen van de wanden en houten platdakbalklagen 18mm underlayment in halfsteensverband geschroefd aanbrengen voor "schijfwerking"

3.0 ALGEMENE BEPALINGEN

3.1 Normen & voorschriften:

Diverse van de hiernavolgende Europese normen met Nederlandse bijlage kunnen zijn gebruikt bij de berekening van de gegeven onderdelen:

Eurocode 0:	
NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp;
Eurocode 1:	
NEN-EN 1991-1-1	Algemene belastingen:
	Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belasting voor gebouwen;
NEN-EN 1991-1-3	Algemene belasting: sneeuwbelasting;
NEN-EN 1991-1-4	Algemene belasting: windbelasting;
Eurocode 2:	
NEN-EN 1992	Ontwerp en berekening van betonconstructies
Eurocode 3:	
NEN-EN 1993	Ontwerp en berekening van staalconstructies
Eurocode 5:	
NEN-EN 1995	Ontwerp en berekening van houtconstructies
Eurocode 6:	
NEN-EN 1996	Ontwerp en berekening van metselwerkconstructies
Eurocode 7:	
NEN-EN 1997	Geotechnisch ontwerp

3.2 Uitgangspunten constructieberekeningen:

Bouwwerk aanduiding:	Woonhuis	
Ontwerplevensduur:	Klasse 3, 50 jaar	(NEN-EN 1990 NB tabel 2.1)
Veiligheidsklasse:	Gevolgklasse: CC1	(NEN-EN 1990 NB tabel B1)
Betrouwbaarheidsklasse:	RC1, (KFI factor = 0,9)	(NEN-EN 1990 tabel B3)
Gebruiksklasse:	Klasse A (woonruimte's)	(NEN-EN 1990 tabel A1.1)
	$\Psi_0 = 0,4$ $\Psi_1 = 0,5$ $\Psi_2 = 0,3$	
Uiterste grenstoestand:	STR/ GEO	

3.3 Uitgangspunten materialen

Staalconstructies:	
Staalkwaliteit:	S235
Boutverbindingen:	8.8 kwaliteit
Ankerbouten:	min. 4.6
Lasverbindingen:	Minimum las a= 5mm, tenzij anders vermeldt. Alle constructies stomp aflassen.
Conservering:	Binnenmilieu: stralen + meniën; Alle staalconstructies die met buitenlucht in aanraking komen dienen thermisch verzinkt te worden.
Houtconstructies:	
Houtsoort:	Europees Naaldhout, tenzij anders vermeld
Uiterste grenstoestand:	C24 (N/mm ²)
Bruikbaarheid grenstostanden:	E0, mean = 9000 (N/mm ²)

Betonconstructies:

Betonkwaliteit:	C20/25, tenzij anders vermeld
Milieuklasse:	Conform NEN-EN 1992
Betonstaalkwaliteit:	FeB 500 ($f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$)
Laslengte van wapeningsstaal:	minimaal 40x de staafdiameter

3.4 Gebruikte eenheden:

Overspanningen:	in m ¹
Belastingen:	in kN/m ² of kN/m ¹ of in kN
Afmetingen:	in mm ¹
Spanningen:	in N/mm ²
Wapening:	in mm ² of in mm ² /m ¹ plaatbreedte

3.5 Algemene opmerkingen m.b.t. de constructies:

- Coördinatie van tekeningen en berekeningen van derden partijen is voor rekening en risico van de aannemer, tenzij anders is overeengekomen;
- Constructiewerk is een specialistisch werk die alleen uitgevoerd dient te worden door een kundige/ ervaren aannemer/ vakman.
- Alle uitgangspunten van deze berekening goed in het werk te controleren;
- De aanneme's in deze berekening van de draagrichting van de bestaande vloeren en balken en de samenstelling van deze bestaande constructies dienen door de aannemer te worden gecontroleerd. Bij afwijkingen ten opzichte van deze berekening dient dit te alle tijden gemeld te worden bij ons bureau;
- Krimpscheuren kunnen zoveel mogelijk worden voorkomen door de constructieonderdelen eerst voldoende te laten drogen/ uitharden voordat het stucwerk wordt aangebracht;
- Cementdekvloeren vrijhouden van het metselwerk middels folie of foamband;

Grondwerk en funderingen:

- Aanleg van funderingen op vaste grondslag te bepalen door grondmechanisch onderzoek. Dit dient ruim voor uitvoering van de werkzaamheden te geschieden. Planning hiervan door de aannemer of opdrachtgever, e.e.a. in opdracht en voor rekening van de opdrachtgever;
- Voor funderingen op staal is een minimale sondeerwaarde van 6,0 Mpa benodigd (woningbouw);
- Onder funderingen op staal geen isolatie toepassen;
- Grondwaterstand ruim voor aanvang van de werkzaamheden te controleren door de aannemer. Indien noodzakelijk dient er een bemaling toegepast te worden. (Denk aan de benodigde vergunningen en aan een opname van de buurpanden;

Vloeren:

- Geprefabriceerde systeemvloeren volgens berekeningen en tekeningen van de vloerenfabrikant;
- Systeemvloeren dienen opgelegd te worden op oplegvilt;
- In het werk gestorte (breedplaat) vloeren de gewenste verhardingstijd geven zodat de minimale ontkistingssterkte van 25 N/mm² is bereikt. Na het ontkisten dient de vloer van voldoende kruipstempels te worden voorzien. Na verhardingstijd en ontkisten pas beginnen met bovenliggend metselwerk.
- Elastische doorbuiging van de vloer dient plaats te vinden voordat er metselwerk wanden op gezet worden. (zie bovenstaande) De vloer zal in totaal ca. 0,002 x overspanning vervormen. Bijkomend (op langere termijn) gaat hij dan nog eens ca. 0,002 x overspanning doorbuiging. Allen ten gevolge van uitzetting, krimp en kruip eigenschappen van beton.

Staalconstructies:

- Alle staalconstructies die met buitenlucht in aanraking komen dienen thermisch verzinkt te worden. Overige staalconstructies dienen gestraald en gemenied aangebracht te worden.
- Stalen balken welke worden aangebracht onder bestaande constructies dienen onder spanning gebracht te worden d.m.v. vijzelen of wiggen zodat de stempelconstructie spanningsloos is. Bij het aanbrengen van stalen balken t.g.v. doorbraken in bestaande constructies kan in bovengelegen constructies scheurvorming optreden, ondanks een zorgvuldige uitvoering;
- Stalen balken voldoende brandwerend bekleden conform NEN-EN 1991-1-2;
- Opleglengte van stalen balken op metselwerk bedraagt minimaal 200mm, tenzij anders vermeld;
- Opleglengte van stalen L-lijnen op metselwerk bedraagt minimaal 150mm, tenzij anders vermeld;
- Stalen L-lijnen niet onderstempelen tijdens het metselen;
- Detailberekeningen/ bout - lasverbindingen volgens opgave staalleverancier;
- Tekeningen van de staalconstructies door staalfabrikant te maken;
- Dikte van kop- en voetplaten voor aansluitingen van kolom en liggers bedraagt minimaal 12mm, tenzij anders vermeld;
- De minimale lasdikte bedraagt minimaal (A) = 5mm rondom, tenzij anders aangegeven;

Steenconstructies:

- De gemiddelde druksterkte van de stenen dient minimaal 15 N/mm² te bedragen;
- Mortelkwaliteit minimaal 7,5 N/mm² ;
- Nieuwe dragende metselwerk penanten dienen in verband gemetseld te worden met het bestaande metselwerk d.m.v. uittanden.
- Nieuwe uitbreidingen dienen d.m.v. dilatatie aangesloten te worden op bestaand metselwerk;
- Dilataties in nieuw metselwerk volgens opgave stenenfabrikant;
- Alleen verticaal freeswerk uitvoeren in metselwerk wanden;
- Maximaal 5% freeswerk in metselwerk wanden;
- Geen freeswerk in smalle penanten uitvoeren;

Houten (dak) constructies:

- De kwaliteit van gordingen - spanten en balklagen bedraagt C24, standaard vuren bouw hout tenzij anders vermeld;
- Alle houtconstructies die met het (buiten) metselwerk in aanraking komt dient door middel van milieu vriendelijke menie behandeld te worden. (kopse kanten van balklagen/ gordingen etc)
- Iedere gording voorzien van stormanker t.p.v. opleggingen, haakanker t.p.v. de gevels en koppelstrippen t.p.v. de tussenopleggingen;
- Prefab dakelementen volgens tekeningen en berekeningen van de fabrikant;
- Houten vloerbeschot uitvoeren in 18mm fins vuren multiplex platen, in halfsteens verband aangebracht en bevestigd d.m.v. schroeven;
- Vloerbalklagen voorzien van haakankers. (om de anderste balk) Strijkbalkankers aanbrengen h.o.h. maximaal 2000mm.
- Platdak balklagen voorzien van stormankers + haakankers t.p.v. de opleggingen. (om de anderste balk) Strijkbalkankers aanbrengen h.o.h. maximaal 2000mm.
- Afschot van daken dient blijvend minimaal 16mm per m¹ te bedragen;
- Dakranden voorzien van noodoverlaten, afmeting en plaats in overleg te bepalen;

4.0 AANGENOMEN BELASTINGEN

4.1 Blijvende belasting (G)

4.1.1 Dakconstructie hellend dak

qGk; pannen + dakplaat; rep	0,75 kN/m ²
qGk; rep	0,75 kN/m ²

4.1.2 Dakvloeren (houten balklaag, exclusief grind/ groendak!)

qGk; dakbedekking/iso e.d.; rep	0.20 kN/m ²
qGk; underlayment; rep	0.10 kN/m ²
qGk; plafond; rep	0.20 kN/m ²
qGk; rep	0.50 kN/m ²

4.1. Zoldervloer bestaand (houten balklaag)

qGk; vloerafwerking; rep	0.20 kN/m ²
qGk; underlayment; rep	0.10 kN/m ²
qGk; plafond; rep	0.20 kN/m ²
qGk; rep	0.50 kN/m ²

4.1. Houten gevelement/ kozijnen + beglazing

qGk; houten gevelement; rep	0,50 kN/m ²
qGk; rep	0,50 kN/m ²

4.2 Opgelegde belastingen (Q)

4.2.1 Dakvloer (plat dak) (Qv)

$q_{k; rep}$ 1,00 kN/m²

4.2.2 Verdiepingsvloeren (Qv)

$q_{k; rep}$ 1,75 kN/m²
 $Q_{k; rep}$ 3,00 kN

In het geval van vrije randen, zoals overkragende vloeren, trapopeningen en balkons, moet een lijnlast zijn toegepast van ten minste $q_{k; rep} = 5,00$ kN/m¹ over een lengte van 1m¹.

4.2.3 Verplaatsbare scheidingswanden met een eigen gewicht 2,0 kN/m¹ wandlengte

$q_{k; rep}$ 0,80 kN/m² (NEN-EN 1991-1-1 tabel 6.2)

4.2.4 Sneeuwbelasting(en) plat dak (qs) (volgens NEN-EN 1991-1-3)

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

$C_e = C_t = 1,0$ en $s_k = 0,70$ kN/m² (volgens N.B. NEN-EN 1991-1-3)
 $= 0^\circ \Rightarrow \mu_i = 0,80$

$$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

4.3 Belasting combinaties m.b.t. Woning

Belasting combinaties conform NEN-EN 1990 NB tabel A1.2(B) ($\Psi_0 = 0,4$)

Vergelijking 6.10.a

$$1,20 * G + (1,35 * 0,4 * Q_v + 1,35 * 0 * Q_w + 1,35 * 0 * Q_s) > 1,20 * G + 0,55 * Q_v$$

Vergelijking 6.10.b

$$1,10 * G + 1,35 * Q_v + (1,35 * 0 * Q_w + 1,35 * 0 * Q_s) > 1,1 * G + 1,35 * Q_v$$

$$1,10 * G + 1,35 * Q_w + (1,35 * 0,4 * Q_v + 1,35 * 0 * Q_s) > 1,1 * G + 0,55 * Q_v + 1,35 * Q_w$$

$$1,10 * G + 1,35 * Q_s + (1,35 * 0,4 * Q_v + 1,35 * 0 * Q_w) > 1,2 * G + 0,55 * Q_v + 1,35 * Q_s$$

Maatgevende belastingcombinatie: $1,10 * G + 1,35 * Q_v$

5.0 DIMENSIONERING EN CONTROLE BEREKENINGEN

5.1 Houten gordingen

lth= ca. 3500mm, h.o.h. max. 400mm in het dakvlak gemeten;

Houten gordingen afmeting **71x221mm, C24** **voldoet**

Gordingen koppelen tegen zijwangen middels gordingschoenen.

Zie computer output (Bijlage 1)

5.2 Houten dakbalklaag dakkapel

lth= ca. 2900mm, h.o.h. max. 400mm;

Blijvende belasting (G)

qGk houten platdak;rep = 0.40*0.50 = 0.20 kN/m

qGk; rep = 0.20 kN/m

Opgelegde belastingen (Q)

qk houten platdak ;rep = 0.40*1.00 = 0.40 kN/m

qk rep = 0.40 kN/m

Qk; rep 2,00 kN

Houten balklaag afmeting **71x221mm, C24 h.o.h. 400mm** **voldoet**
Verankering conform 3.5 van deze rapportage.

Zie computer output (Bijlage 2)

5.3 Houten slapers

l_{th} = ca. 2400mm

Houten slapers afmeting **71x196mm, C24**

voldoet

Slapers koppelen tegen gordingen middels gordingschoenen.

Zie computer output (Bijlage 3)

5.4 Houten zoldervloer balklaag

l_{th} = ca. 3900mm, h.o.h. max. 610mm (maatgevende overspanning aangehouden)

Blijvende belasting (G)

q_{Gk} houtenvloer balklaag; rep = $0.61 \cdot 0.50$ = 0.31 kN/m

q_{Gk} ; rep = 0.31 kN/m

Opgelegde belastingen (Q)

q_k houtenvloer balklaag ;rep = $0.61 \cdot 1.75$ = 1.07 kN/m

q_k lichte scheidingswanden ;rep = $0.61 \cdot 0.80$ = 0.50 kN/m

q_k rep = 1.57 kN/m

Q_k ; rep 3.00 kN

Houten balklaag afmeting minimaal: **96x196mm, h.o.h. 610mm**

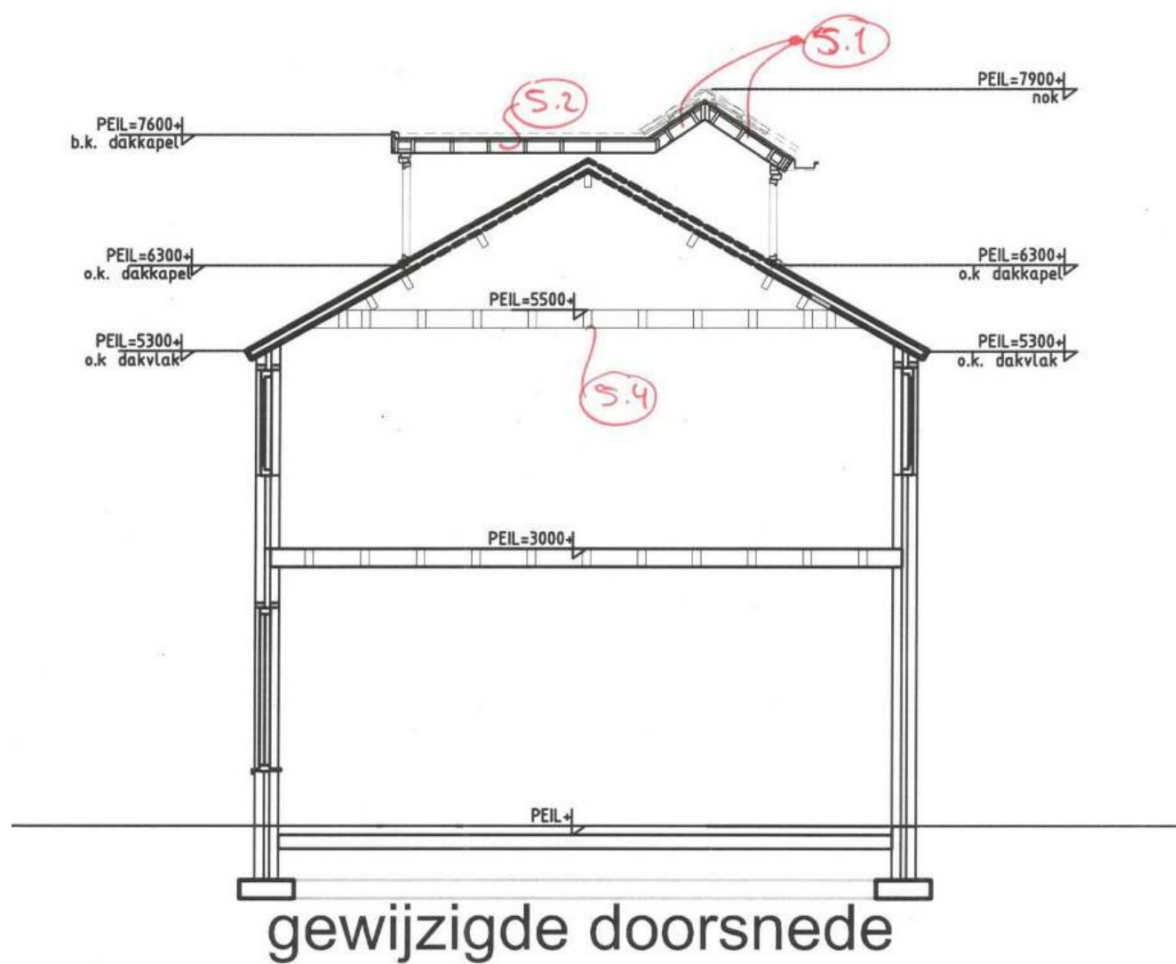
voldoet

Controle in het werk, indien nodig verzwaren tot bovengenoemde afmeting middels lijmen en bouten M10-400mm.

Zie computer output (Bijlage 4)

6.1 Schetsmatige tekenwerk van de constructie







U wilt advies, wij zijn Helder!

BIJLAGE 1



Bouwkundig Ingenieursbureau
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

E info@helderbouwadvies.nl
I www.helderbouwadvies.nl

R
K
BTW NUMMER NL 001879281B46



berekening gording op 2 steunpunten

71 x 221
naaldhout C24

werk = Buurmansweg 30
werknummer = 2022-110
onderdeel = 1

norm Eurocode NIEUWBOUW ontwerp levensduur = 50 jaar
ontwerplevensduur klasse = 3 gebouwen en andere gewone constructies
gevolgklasse CC = CC1
correctiefactor voor formule 6.10b $\xi = 0,89$
de waarde van γ_{Q_i} volgt uit de Nationale Bijlage
gebouwcategorie H: daken
(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0$
(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0$
(kruip) $\psi_2 = 0$
reductiefactor vloerbelasting $\psi_t = 1,00$
dakvorm zadeldak
dakhelling $\alpha = 32$ graden
formule 6.10a $\gamma_{G_j} = 1,22$
(niet maatgevend) $\gamma_{Q_1} = 1,35$
formule 6.10b $\xi \gamma_{G_j} = 1,08$
(maatgevend) $\gamma_{Q_1} = 1,35$
formule 6.10a en b $\gamma_{Q_j} = 1,35$
 $\gamma_{G_j} = 0,90$ (gunstig)

permanente- en toevallige veranderlijke belasting

eigen gewicht dakvlak $G_{k,j} = 0,75$ kN/m²
extra veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $Q_k = 0$ kN/m²

wind- en sneeuwbelasting

windgebied = III -
soort terrein bebouwd III -
hoogte onderdeel boven maaiveld $z = 7$ m
gebouwbreedte loodrecht op wind $br = 5$ m
totale gebouwhoogte $ho = 8$ m
totale gebouwdiepte in windrichting $d = 7$ m
vormfactor onderdruk $C_{pi} = 0,30$ * 1 = 0,30 -
vormfactor overdruk $C_{pe} = -0,20$ * 1 = -0,20 -
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : ja

belasting door puntlast

puntlast $F = 2$ kN
dikte beplanking $t = 18$ mm
elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm²

toelaatbare doorbuiging

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L_{schuin}
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 250 * L_{schuin}

gegevens gording

overspanning in veld 1 $L_1 = 3,5$ m
totale schuine lengte dakvlak $L_3 = 1,2$ m
aantal gordingen $n = 2$ st

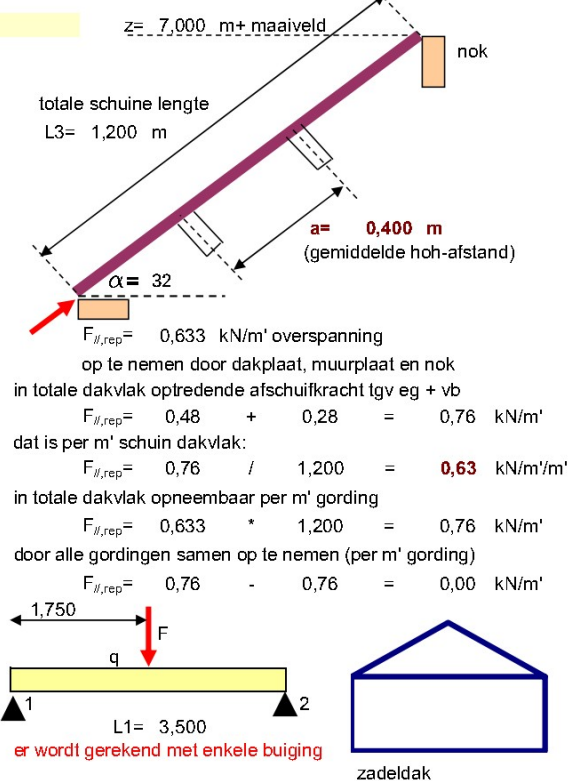
wijze van ondersteuning gording in zwakke richting (z):

gedeeltelijk gesteund, gedeeltelijke dubbele buiging

op te nemen langskracht per m' dak $F_{||,rep} = 0,63$ kN/m/m'
effectieve breedte dakbeschot $b_{eff} = 1,00$ m

unity-checks

UGT	buiging	0,04	0,08	0,08	0,18	0,04	0,03
-----	---------	------	------	------	------	------	------



bij windzuiging ontstaat er -0,29 kN trek per oplegging !

BGT	u_{eind}	0,18	u_{bij}	0,13
-----	------------	------	-----------	------

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse = naaldhout C24
materiaal = gezaagd hout
houtbreedte $b = 71$ mm
houthoogte $h = 221$ mm
klimaatklasse = 1
belastingduurklasse veranderlijke belasting kort
factor voor volume-effect $s = 0,1$ bij LVL
materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$
hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,00$
modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort
modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$

q-belastingen per m² grondvlak (personen, sneeuw) of dakvlak (wind)

eigen gewicht dakconstructie $p_{rep} = G_{rep} / \cos \alpha = 0,75 / 0,85 = 0,88$ kN/m²
personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20 = (4,0 - 0,20 \cdot 20,0) = 0,00$ kN/m²
sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot f = 0,75 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00 = 0,52$ kN/m²
winddruk+onderdruk $p_{rep} = w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p(z)} = (0,47 + 0,30) \cdot 0,51 = 0,39$ kN/m²
winddruk+onderdruk in grondvlak $p_{rep} = (w_e + w_i) / \cos^2 \alpha = 0,39 / 0,719 = 0,54$ kN/m²
windzuiging + overdruk $p_{rep} = w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p(z)} = (-1,25 + -0,20) \cdot 0,51 = -0,74$ kN/m²
veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $\gamma_t Q_k = 1,00 \cdot 0,00 = 0,00$ kN/m²



F-last

puntlast (spreiding)	$l = 0,018^3 / 12 = 5E-07 \text{ m}^4 = 48,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$EI = 49 \cdot 5E-07 \cdot 10^6 = 2430 \text{ kNm}^2$
$k_f = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_f = 0,37 + 0,8 \cdot 0,400 = 2430 / 50000 = 0,641$	
opgelegde belasting	$F_k = 0,641 \cdot 2,00 = 1,28 \text{ kN}$	

q-belastingen per m² dakvlak en evenwijdig aan het dakvlak

de gemiddelde hart op hart-afstand van de gordingen waarmee wordt gerekend is $a = 1,200 / 3 = 0,400 \text{ m}$

belasting	loodrecht dakvlak = $p \cdot \cos^2 \alpha$	evenwijdig dakvlak = $\frac{1}{2} p \cdot \sin 2\alpha$	loodrecht per gording (y-richting)
eigen gewicht	0,88 0,719 = 0,64 kN/m ²	0,44 0,899 = 0,40 kN/m ²	0,400 0,64 = 0,25 kN/m
personen	0,00 0,719 = 0,00 kN/m ²	0,00 0,899 = 0,00 kN/m ²	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
sneeuw	0,52 0,719 = 0,38 kN/m ²	0,26 0,899 = 0,24 kN/m ²	0,400 0,38 = 0,15 kN/m
wind	0,54 0,719 = 0,39 kN/m ²		0,400 0,39 = 0,16 kN/m
vlakbelasting	0,00 0,719 = 0,00 kN/m ²	0,00 0,899 = 0,00 kN/m ²	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
windzuiging			0,400 -0,74 = -0,29 kN/m

F-last loodrecht op- en evenwijdig aan het dakvlak

	loodrecht dakvlak = $F \cos \alpha$	evenwijdig dakvlak = $F \sin \alpha$	loodrecht per gording (y-richting)
puntlast	1,28 0,848 = 1,09 kN	1,28 0,000 = 0,00 kN	1,09 kN

afschuifkrachten

maximale reductie afschuifkracht op de veranderlijke belasting = $F_{II} - F_{II,G,rep} = 0,63 - 0,40 = 0,24 \text{ kN/m'}$

belasting	evenwijdig	af door dakplaat	rest	evenwijdig dakvlak = $\frac{1}{2} p \cdot \sin 2\alpha \cdot L_3$	evenwijdig per gording (z-richting)
eigen gewicht	0,40	- 0,40	= 0,00	0,40 1,200 = 0,48 kN	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
personen	0,00	- 0,00	= 0,00	0,00 1,200 = 0,00 kN	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
sneeuw	0,24	- 0,24	= 0,00	0,24 1,200 = 0,28 kN	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
wind	0,00	- 0,00	= 0,00	0,00 1,200 = 0,00 kN	0,400 0,00 = 0,00 kN/m
vlakbelasting	0,00	- 0,00	= 0,00	0,00 1,200 = 0,00 kN	0,400 0,00 = 0,00 kN/m

materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : $f_{x,d} =$	c	k_h	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	24	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	24 / 1,30 = 16,62 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	21	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	21 / 1,30 = 14,54 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,5	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,5 / 1,30 = 1,73 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	4 / 1,30 = 2,77 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	11000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	11000 / 1,00 = 11000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	350	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	11000 / 1,30 = 7615 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y =$	1	$\cdot \frac{1}{12} b h^3$		1		$\frac{1}{12}$	71 221 ³ = 6386 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z =$	1	$\cdot \frac{1}{12} h b^3$		1		$\frac{1}{12}$	221 71 ³ = 659 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y =$	1	$\cdot \frac{1}{6} b h^2$		1		$\frac{1}{6}$	71 221 ² = 578 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z =$	1	$\cdot \frac{1}{6} h b^2$		1		$\frac{1}{6}$	221 71 ² = 186 10 ³ mm ³
oppervlak	$A =$	1	$\cdot b h$		1			71 221 = 157 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$				$\sqrt{}$	(	6386 / 157	) = 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$				$\sqrt{}$	(	659 / 157	) = 20,5 mm

resultaten mechanica berekening

	eigen gewicht		personen		sneeuw		wind	wind	puntlast		vlaklast	
q of F	y	z	y	z	y	z	druk	zuiging	y	z	y	z
M _{1,2}	0,25	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,16	-0,29	1,09	0,00	0,00	0,00
u _{1,2}	0,39	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,24	-0,45	0,95	0,00	0,00	0,00
	0,71	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,43	-0,82	1,38	0,00	0,00	0,00

toetsing uiterste grenstoestand

Berekening draagende grensoverstaand												
	eigen gewicht(6.10.a)		personen		sneeuw		wind	wind	puntlast		vlaklast	
	y	z	y	z	y	z	druk	zuiging	y	z	y	z
q of F	0,31	0,00	0,28	0,00	0,48	0,00	0,48	-0,17	1,74	0,00	0,28	0,00
M _{1,2}	0,47	0,00	0,42	0,00	0,73	0,00	0,74	-0,26	1,71	0,00	0,42	0,00
rekenwaarde opwaartse reactie bij 0,9*eg + γ _q *windzuiging =0,5 -0,17 3,500 = -0,29 kN per oplegging trek bij oplegging!												
art. 6.1.6 dubbele buiging voorbeeldberekening controle veldmoment M _{1,2} tgv eigen gewicht + sneeuw												
moment in y-richting	M _{Ed,y} = 0,73 kNm		W _y = 578 cm ³		f _{m,y,d} = 16,6 N/mm ²		b = 71 mm					
moment in z-richting	M _{Ed,z} = 0,00 kNm		W _z = 186 cm ³		f _{m,z,d} = 16,6 N/mm ²		h = 221 mm					
soort doorsnede	rechthoekig		k _m = 0,7									

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{0,73}{578} \cdot 10^6 = 1,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed,z}}{W_z} = \frac{0,00}{186} \cdot 10^6 = 0,0 \text{ N/mm}^2$$



6,11	unity-check	$\frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}}$	+	k_m	$\frac{\sigma_{m,z;d}}{f_{m,z;d}}$	=	$\frac{1,3}{16,6}$	+	0,7	$\frac{0,0}{16,6}$	=	0,08
6,12	unity-check	$k_m \frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}}$	+		$\frac{\sigma_{m,z;d}}{f_{m,z;d}}$	=	$\frac{0,7}{16,6}$	+	$\frac{1,3}{16,6}$	$\frac{0,0}{16,6}$	=	0,05

in tabelvorm alle combinaties UGT		$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,z}$	$\sigma_{m,y;d}$	$\sigma_{m,z;d}$	$\frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}}$	$\frac{\sigma_{m,z;d}}{f_{m,z;d}}$	unity check		maximum	
eg + momentaan(6.10a)	$M_{1,2}$	0,47	0,00	0,82	0,00	0,05	0,00	0,05	0,03	=	0,05
eg + personen	$M_{1,2}$	0,42	0,00	0,73	0,00	0,04	0,00	0,04	0,03	=	0,04
eg + sneeuw	$M_{1,2}$	0,73	0,00	1,27	0,00	0,08	0,00	0,08	0,05	=	0,08
eg + winddruk	$M_{1,2}$	0,74	0,00	1,28	0,00	0,08	0,00	0,08	0,05	=	0,08
eg + puntlast	$M_{1,2}$	1,71	0,00	2,95	0,00	0,18	0,00	0,18	0,12	=	0,18
eg + vlaklast	$M_{1,2}$	0,42	0,00	0,73	0,00	0,04	0,00	0,04	0,03	=	0,04
0,9 * eg + windzuiging	$M_{1,2}$	0,26	0,00	0,45	0,00	0,03	0,00	0,03	0,02	=	0,03

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand 1

veld 1	$u_{kruip,y} = k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	0,71	+	0,00	0,43	)	=	0,42	mm
	$u_{kruip,z} = k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	0,00	+	0,00	0,00	)	=	0,00	mm

doorbuigingen	u_{on}	t.g.v.	$G_{k,j}$	u_{kruip}	t.g.v.	$k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	$u_{elastisch}$	t.g.v.	$\psi_2 * Q_{k1} + \varphi_{0,i} * Q_{k,i}$	u_{eind}	t.g.v.	$u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} + u_{zeeg}$	u_{bij}	t.g.v.	$u_{kruip} + u_{elastisch}$
---------------	----------	--------	-----------	-------------	--------	--	-----------------	--------	---	------------	--------	---	-----------	--------	-----------------------------

toelaatbare doorbuigingen	$u_{eind,toe}$	voor	$u_{1,2}$	$\leq$	3500	/	250	=	14,0	mm
	$u_{bij,toe}$	voor	$u_{1,2}$	$\leq$	3500	/	250	=	14,0	mm

veld	$u_{1,2}$	u_{on}		$u_{elastisch}$		u_{kruip}		u_{eind}		totaal	u.c.	u_{bij}		totaal	u.c.
		y	z	y	z	y	z	y	z			y	z		
eg + personen	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	1,13	0,00	1,13	0,08	0,42	0,00	0,42	0,03
eg + sneeuw	0,71	0,00	0,42	0,00	0,00	0,42	0,00	1,55	0,00	1,55	0,11	0,84	0,00	0,84	0,06
eg + winddruk	0,71	0,00	0,43	0,00	0,00	0,42	0,00	1,56	0,00	1,56	0,11	0,86	0,00	0,86	0,06
eg + F-last	0,71	0,00	1,38	0,00	0,00	0,42	0,00	2,52	0,00	2,52	0,18	1,81	0,00	1,81	0,13
eg + vlaklast	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	1,13	0,00	1,13	0,08	0,42	0,00	0,42	0,03
eg + windzuiging	0,71	0,00	-0,82	0,00	0,00	0,42	0,00	0,31	0,00	0,31	0,02	-0,82	0,00	0,82	0,06

afschuifbelasting door de dakplaten bij (gedeeltelijke) dubbele buiging

spanningen in dakbeschoot	effectieve breedte dakbeschoot t.b.v. opname afschuifkracht	=	1000	mm
	weerstandsmoment dakplaat	$\frac{1}{6} \cdot 18 \cdot 1000^2$	=	3000 10^3 mm ³

afschuifbelasting per m' permanent	$F_{//,G,rep}$	=	0,40	kN/m'	UGT	1,08	0,40	=	0,43	kN/m'
afschuifbelasting per m' veranderlijk	$F_{//,Q,rep}$	=	0,24			1,35	0,24	=	0,32	
	$F_{//,totaal,rep}$	=	0,63	kN/m'	$F_{//,totaal,d}$			=	0,75	kN/m'

afschuifbelasting totale dak	$F_{//,totaal,d}$	=	1,200	0,75	=	0,90	kN / m'
afschuifbelasting per dakbeschootbreedte	$F_{//,totaal,d}$	=	1,000	0,75	=	0,75	kN / m' per dakbeschootbreedte
moment in dakbeschoot in L1	L1=	3,50	m	Md=	1/8	0,75	$3,50^2$ = 1,14 kNm
buigspanning in overspanning L1	σ =	1,14	10^6	/	3000	10^3 mm ³	= 0,38 N/mm ²

afschuifbelasting op gehele dakvlak op te nemen door starre steunen

representatieve waarden steun in veld L1	uiterste grenstoestand steun in veld L1, maximum kracht F_{steun}										=	0,00	kN
eigen gewicht	3	0,00	=	0,00									
personen	3	0,00	=	0,00	eg. + personen	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN
sneeuw	3	0,00	=	0,00	eg. + sneeuw	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN
vlaklast	3	0,00	=	0,00	eg. + vlaklast	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00	kN

opmerking



U wilt advies, wij zijn Helder!

BIJLAGE 2



Bouwkundig Ingenieursbureau
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

E info@helderbouwadvies.nl
I www.helderbouwadvies.nl



materiaal- en profielgegevens

2

				$f_{x;d}$	c	k_h of k_l	k_{med}	f_{xrep}	/	γ_M		kort
buigsterkte	$f_{m;k}$	24	N/mm ²	$f_{m;d}$	1	1,00	0,90	24	/	1,30	=	16,62 N/mm ²
treksterkte	$f_{t;0;k}$	14,5	N/mm ²	$f_{t;0;d}$	1	1,00	1,16	0,90	14,5	/	1,30	= 11,66 N/mm ²
treksterkte	$f_{t;90;k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t;90;d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	=	0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c;0;k}$	21	N/mm ²	$f_{c;0;d}$	1		0,90	21	/	1,30	=	14,54 N/mm ²
druksterkte	$f_{c;90;k}$	2,5	N/mm ²	$f_{c;90;d}$	1		0,90	2,5	/	1,30	=	1,73 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v;k}$	4	N/mm ²	$f_{v;d}$	1		0,90	4	/	1,30	=	2,77 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	11000	N/mm ²	$E_{0;mean;d}$	1		1,00	11000	/	1,00	=	11000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	350	kg/m ³	$E_{0,u;d}$	1		0,90	11000	/	1,30	=	7615 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	690	N/mm ²	G_d	1		1,00	690	/	1,00	=	690 N/mm ²
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90;mean;k}$	370	N/mm ²	$E_{90;mean;d}$	1		1,00	370	/	1,00	=	370 N/mm ²
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90;mean;k}$	370	N/mm ²	$E_{90;mean;d}$	1		1,00	370	/	1,00	=	370 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	7400	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	7400	/	1,00	=	7400 N/mm ²
traagheidsmoment	I_y	1	* $1/12 bh^3$		=	1	$1/12$	71	221 ³		=	6386 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	I_z	1	* $1/12 hb^3$		=	1	$1/12$	221	71 ³		=	659 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	W_y	1	* $1/6 bh^2$		=	1	$1/6$	71	221 ²		=	578 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	W_z	1	* $1/6 hb^2$		=	1	$1/6$	221	71 ²		=	186 10 ³ mm ³
oppervlak	A	1	*bh		=	1		71	221		=	157 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$				=	$\sqrt{\quad}$	(	6386	/	157	)	= 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$				=	$\sqrt{\quad}$	(	659	/	157	)	= 20,5 mm

berekening belastingen

2

q1	permanente belasting	$G_{k,j}=$	0,610	*	0,50	=	0,31	kN/m'					
	opgelegde belasting	$Q_{k1}=$	0,610	*	1,00	maatgevende belasting t.g.v.: personen	=	0,61	kN/m'				
F1	spreading puntlast	$l=$	$0,018^3 / 12 =$	5E-07	m ⁴	=	48,6 10 ⁴ mm ⁴	El=	5000 5E-07 10 ⁶ =	2430	kNm ²		
	$k_r > 0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r=$	0,37	+	0,8	0,610	-	2430	/	50000	=	0,81	-
	opgelegde belasting	$F_k=$	0,81	*	2,00	=	1,62	kN					

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

G_{k1}	(u_{on})	=	0,31	=	0,31	kN/m'
Q_{k1}	(u_{elas})	=	0,61	=	0,61	kN/m'
$k_{def} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1})$	(u_{kruip})	=	0,60 (0,31 + 0,00 0,61)	=	0,18	kN/m'
$F_k = k_r * F$	(u_{elas})	=		=	1,62	kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting										
$\gamma_{G_d} G_{k_d} + \gamma_{Q_d,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,31	+	1,35	0	0,61	=	0,37	kN/m'
$\xi \gamma_{G_d} G_{k_d} + \gamma_{Q_d,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,31	+	1,35	0,61		personen	=	1,15 kN/m'
eigen gewicht + puntlast in het midden										
$\gamma_{G_d} G_{k_d}$ en $\gamma_{Q_d,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,31	=	0,37	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	1,62 = 0,00 kN
$\xi \gamma_{G_d} G_{k_d}$ en $\gamma_{Q_d,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,31	=	0,33	kN/m'	$F_d =$	1,35	1,62	= 2,19 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging										
$\gamma_{G_d} G_{k_d}$ en $\gamma_{Q_d,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,31	=	0,37	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	2,00 = 0,00 kN
$\xi \gamma_{G_d} G_{k_d}$ en $\gamma_{Q_d,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,31	=	0,33	kN/m'	$F_d =$	1,35	2,00	= 2,70 kN
$\gamma_{Q_d,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,00	0,61	t.b.v. berekening reductie dwarskracht				=	0,00 kN
$\gamma_{Q_d,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,61		t.b.v. berekening reductie dwarskracht				=	0,82 kN



resultaten mechanica berekeningen

2

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,31	2,900	=	0,44	kN
$\psi_t \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,61	2,900	=	0,88	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,18	2,900	=	0,27	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,37	2,900	=	0,54	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,15	2,900	=	1,67	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,37	2,900	+	0,00	(2,900 - 0,221) / 2,900	=	0,54	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,33	2,900	+	2,70	(2,900 - 0,221) / 2,900	=	2,97	kN
									$R_{Ed} =$ 2,97 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,54	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	0,00	=	0,54	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	1,67	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	0,82	=	1,47	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,54	=	0,54	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,97	=	2,97	kN
					$V_{Ed} =$ 2,97 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,37	2,900 ²	=	0,39	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,15	2,900 ²	=	1,21	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

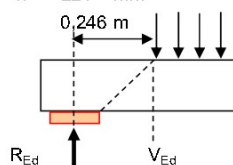
$\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d=$	0,125	0,37	2,900 ²	+	0,25	0	2,19	2,900	=	0,39	kNm
$\xi\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d=$	0,125	0,33	2,900 ²	+	0,25	2,19	2,900		=	1,93	kNm
											$M_{Ed,y}=$	1,93 kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,31	2900 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	0,4	mm
$\psi_t \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,61	2900 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	0,8	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,18	2900 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	0,2	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		1619	2900 ³ /	(48 11000 6386 10 ⁴)	=	1,2	mm

alternatieve berekening kruip: = $k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$

met q-belasting	=	0,6	*	(0,4 + 0 * 0,8 q-last)	=	0,2	mm
met puntlast	=	0,6	*	(0,4 + 0 * 1,2 F-last)	=	0,2	mm



opmerking



U wilt advies, wij zijn Helder!

BIJLAGE 3



Bouwkundig Ingenieursbureau
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

 info@helderbouwadvies.nl
 www.helderbouwadvies.nl



berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

windbelasting loodrecht op dakvlak	$w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	= (0,47 + 0,30)	0,51	=	0,39	kN/m ²
sneeuwbelasting in grondvlak	$s_n = f_{s,i} * C_e * C_t * s_k * f$	=	0,75 1,00 1,00 0,70 1,00	=	0,52	kN/m ²
personenbelasting grondvlak	$p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$	= (4,00 - 0,20	20,0)	=	0,00	kN/m ²
puntlast (spreiding)	$I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$	m ⁴ =	48,6 10 ⁴ mm ⁴	El =	49 5E-07 10 ⁶	= 2430 kNm ²
$k_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r = 0,37 + 0,8$	0,000 -	2430 /	50000	=	0,330 -
opgelegde belasting	$F_k = 0,330 * 2,00$				=	0,66 kN

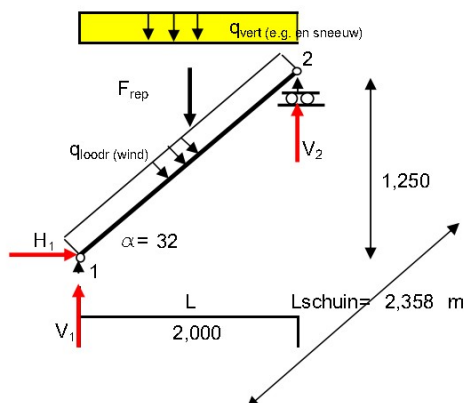
algemene formule sterkte materiaal grootte

	$f_{x;d}$	c	k_h	k_{mod}	$f_{x;rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m;k}$ 24 N/mm ²	$f_{m;d}$ 1	1,00	0,90	24	/	1,30	= 16,62 N/mm ²
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 21 N/mm ²	$f_{c;0;d}$ 1		0,90	21	/	1,30	= 14,54 N/mm ²
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,5 N/mm ²	$f_{c;90;d}$ 1		0,90	2,5	/	1,30	= 1,73 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 4 N/mm ²	$f_{v;d}$ 1		0,90	4	/	1,30	= 2,77 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ 11000 N/mm ²	$E_{0;mean;d}$ 1		1,00	11000	/	1,00	= 11000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k 350 kg/m ³	$E_{0;u;d}$ 1		0,90	11000	/	1,30	= 7615 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} b h^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	196 ³		= 4455 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} h b^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	196	71 ³		= 585 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} b h^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	196 ²		= 455 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} h b^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	196	71 ²		= 165 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 * b h$	=	1		71	196		= 139 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$	(	4455 /	139	)	= 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$	(	585 /	139	)	= 20,5 mm

mechanicaberekening

3

dakhelling	$\alpha = 32$ graden
overspanning	$L = 2$ m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	$c = 2,5$ m
elasticiteitsmodulus	$E = 11000$ N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 4455$ cm ⁴
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Q,j} = 1,35$ -
eigen gewicht per m ² dakvlak	$G_{k,j} = 0,75$ kN/m ²
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,39$ kN/m ²
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,52$ kN/m ²
personenbelasting (max 10m ²)	$q_k = 0,00$ kN/m ²
puntlast F in veld 1-2	$F = 2$ kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05 -
dikte beplanking	$t = 18$ mm
stijfheid beplanking / beschot	$E_{0;ser;rep} = 5000$ N/mm ²



eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c * G_{k,j} / \cos \alpha$	=	2,500 0,75 / 0,85	=	2,21	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i)$	=	2,500 0,3879	=	0,97	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * s_{n,k}$	=	2,500 0,5232	=	1,31	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k$	=	2,500 1E-07	=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $k_r = 0,37 + 0,8 c - E_{0;ser;rep} * I / 50000$	=	2,32	=	2,32	-	
gereduceerde puntlast	= $F_{rep} = k_r * F$	=	1,00 2	=	2,00	kN	vertikaal

representatieve waarde per spantbeen / spoor

belastinggeval	e.g.	wind	sneeuw	pers	puntlast
belasting	2,21	0,97	1,31	0,00	2,00
M_{1-2}	=	1,11	0,67	0,65	0,00 1,00
V_1	=	2,21	0,59	1,31	0,00 1,00
H_1	=	0,00	-1,21	0,00	0,00 0,00
V_2	=	2,21	1,35	1,31	0,00 1,00
H_2	=	0,00	0,00	0,00	0,00 0,00
N_{1-2}	=	0,00	-0,71	0,00	0,00 0,53
U_{1-2}	=	1,3	0,8	0,8	0,0 -

Let op N1-2 bij wind is trek!

uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +	e.g. +
	wind	sneeuw	pers	F-last
M_{1-2}	=	2,11	2,08	1,20 2,55
V_1	=	3,19	4,16	2,39 3,74
H_1	=	-1,64	0,00	0,00 0,00
V_2	=	4,21	4,16	2,39 3,74
H_2	=	0,00	0,00	0,00 0,00
N_{1-2}	=	-0,96	0,00	0,00 0,72



toetsing uiterste grenstoestand

3

veld 1-2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19
$$\left(\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} < 0$$

	$N_{c;Ed}$ kN	$M_{y;Ed}$ kNm	A cm ²	W_y cm ³	$\sigma_{c;0;d}$ N/mm ²	$f_{c;0;d}$ N/mm ²	$\sigma_{m;y;d}$ N/mm ²	$f_{m;y;d}$ N/mm ²	UC
eigen gewicht + wind	-0,96	2,11	139,2	454,6	-0,07	14,54	4,63	16,62	0,28
eigen gewicht + sneeuw	0,00	2,08	139,2	454,6	0,00	14,54	4,57	16,62	0,28
eigen gewicht + personen	0,00	1,20	139,2	454,6	0,00	14,54	2,63	16,62	0,16
eigen gewicht + puntlast	0,72	2,55	139,2	454,6	0,05	14,54	5,60	16,62	0,34

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35
$$\left(\frac{\sigma_{m;y;d}}{k_{krit} f_{m;y;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{c;z} f_{c;0;d}} < 0$$

	$N_{c;Ed}$ kN	$M_{y;Ed}$ kNm	A cm ²	W_y cm ³	$\sigma_{c;0;d}$ N/mm ²	$f_{c;0;d}$ N/mm ²	k_{krit} -	$\sigma_{m;y;d}$ N/mm ²	$f_{m;y;d}$ N/mm ²	$k_{c;z}$ -	UC
eigen gewicht + wind	-0,96	2,11	139,2	454,6	-0,07	14,54	1,00	4,63	16,62	0,24	0,06
eigen gewicht + sneeuw	0,00	2,08	139,2	454,6	0,00	14,54	1,00	4,57	16,62	0,24	0,08
eigen gewicht + personen	0,00	1,20	139,2	454,6	0,00	14,54	1,00	2,63	16,62	0,24	0,03
eigen gewicht + puntlast	0,72	2,55	139,2	454,6	0,05	14,54	1,00	5,60	16,62	0,24	0,13

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand

3

vervorming tgV kruip: $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi/2 Q_{k,1}) = 0,60$ (1,3 + 0,00 0,8) = 0,8 mm

belastingcombinatie	veld	u_{on} mm	$u_{elastisch}$ mm	u_{kruip} mm	u_{eind} mm	$u_{eind,toe}$ mm	u.c.	u_{bij} mm	$u_{bij,toe}$ mm	u.c.
eigen gewicht + wind	$u_{1,2}$	1,3	0,8	0,8	2,9	9,4	0,31	1,6	9,4	0,17
eigen gewicht + sneeuw	$u_{1,2}$	1,3	0,8	0,8	2,9	9,4	0,30	1,6	9,4	0,17
eigen gewicht + personen	$u_{1,2}$	1,3	0,0	0,8	2,1	9,4	0,22	0,8	9,4	0,08
eigen gewicht + puntlast	$u_{1,2}$	1,3	0,0	0,8	2,1	9,4	0,22	0,8	9,4	0,08

opmerking



U wilt advies, wij zijn Helder!

BIJLAGE 4



Bouwkundig Ingenieursbureau
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

E info@helderbouwadvies.nl
I www.helderbouwadvies.nl



materiaal- en profielgegevens

4

				$f_{x,d}$	c	k_h of k_l	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	middellang
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
treksterkte	$f_{t0,k}$	10	N/mm ²	$f_{t0,d}$	1	1,00	1,09	0,80	10	/ 1,30	= 6,73 N/mm ²
treksterkte	$f_{t90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t90,d}$	1		0,65	0,4	/	1,30	= 0,20 N/mm ²
druksterkte	$f_{c0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c0,d}$	1		0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
druksterkte	$f_{c90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c90,d}$	1		0,80	2,2	/	1,30	= 1,35 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,80	3,4	/	1,30	= 2,09 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,80	9000	/	1,30	= 5538 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	I_y	1	* $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	96	196 ³	=	6024	10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	I_z	1	* $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	196	96 ³	=	1445	10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	W_y	1	* $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	96	196 ²	=	615	10 ³ mm ³
weerstandsmoment	W_z	1	* $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	196	96 ²	=	301	10 ³ mm ³
oppervlak	A	1	*bh	=	1		96	196	=	188	10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	6024	/	188	)	= 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	1445	/	188	)	= 27,7 mm

berekening belastingen

4

q1	permanente belasting	$G_{k,j}$	0,6	*	0,50					=	0,30	kN/m'		
	opgelegde belasting	Q_{k1}	0,6	1,00	*	(	1,75	+	0,8	)	inclusief ψ_t	=	1,53	kN/m'
F1	spreading puntlast	$I = 0,025^3 / 12 =$	1E-06	m ⁴	=	130,21	10 ⁴ mm ⁴	$EI =$	5000	1E-06	10 ⁶ =	6510,4	kNm ²	
	$k_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r =$	0,37	+	0,8	0,6	-	6510,4	/	50000		=	0,72	-
	opgelegde belasting	$F_k =$	0,720	*	3,00							=	2,16	kN

berekende belasting

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	$\{ u_{on} \}$	=	0,30	=	0,30	kN/m'	
Q_{k1}	$\{ u_{elas} \}$	=	1,53	inclusief ψ_t	=	1,53	kN/m'
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{/2} Q_{k,1})$	$\{ u_{kruip} \}$	=	0,60	(0,30 + 0,30 1,53)	=	0,46	kN/m'
$F_k = k_r * F$	$\{ u_{elas} \}$	=			=	2,16	kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,30	+	1,35	0,4	1,53	=	1,19	kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,30	+	1,35	1,53		=	2,39	kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,30	=	0,36	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	2,16	=	1,17	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,30	=	0,32	kN/m'	$F_d =$	1,35	2,16		=	2,92	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,30	=	0,36	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	3,00	=	1,62	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,30	=	0,32	kN/m'	$F_d =$	1,35	3,00		=	4,05	kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,40	1,53	t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	0,83	kN/m'
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	1,53		t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	2,07	kN/m'



resultaten mechanica berekeningen

4

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,30	3,9	=	0,59	kN
Q_{k1}	$R_{Q,k,j} =$	0,5	1,53	3,9	=	2,98	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,46	3,9	=	0,89	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	1,19	3,9	=	2,32	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	2,39	3,9	=	4,66	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,36	3,9	+	1,62	(3,9 - 0,196) / 3,9	=	2,25	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,32	3,9	+	4,05	(3,9 - 0,196) / 3,9	=	4,48	kN
									$R_{Ed} =$ 4,66 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,32	-	(0,5 0,050 + 0,196) *	0,83	=	2,14	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,66	-	(0,5 0,050 + 0,196) *	2,07	=	4,20	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,25	=	2,25	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,48	=	4,48	kN
					$V_{Ed} =$ 4,48 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	1,19	$3,9^2$	=	2,26	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	2,39	$3,9^2$	=	4,54	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,36	$3,9^2$	+	0,25 0,4 2,92 3,9	=	1,83	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,32	$3,9^2$	+	0,25 2,92 3,9	=	3,46	kNm
									$M_{Ed,y} =$ 4,54 kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,30	$3900^4 / (384 9000 6024 10^4)$	=	1,67	mm
Q_{k1}	$u_{1,2} =$	5	1,53	$3900^4 / (384 9000 6024 10^4)$	=	8,50	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,46	$3900^4 / (384 9000 6024 10^4)$	=	2,53	mm
$F_k = k_r * F$	$u_{1,2} =$	2159		$3900^3 / (48 9000 6024 10^4)$	=	4,92	mm

alternatieve berekening kruip:

met q-belasting	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$	=	0,6 * (1,67 + 0,3 * 8,50 q-last)	=	2,53	mm
met puntlast	=	0,6 * (1,67 + 0,3 * 4,92 F-last)	=		=	1,89	mm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

4

combinatie	=	eg + q	eg + F
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
$u_{on} = G_{k,j}$	=	1,67	1,67
$u_{elastisch} = Q_{k1}$ of $k_r * F$	=	8,50	4,92
$u_{kruip} = k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$	=	2,53	1,89
$u_{zeeg} =$ volgens opgave	=	0,00	0,00
$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	=	12,70	8,48
$u_{eind,toe} = u_{eind,toelaatbaar}$	=	15,60	15,60
u.c. = $u_{eind} / u_{toelaatbaar}$	=	0,81	0,54
$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$	=	11,03	6,81
$u_{bij,toe} = u_{bij,toelaatbaar}$	=	11,70	11,70
u.c. = $u_{bij} / u_{toelaatbaar}$	=	0,94	0,58



toetsingen uiterste grenstoestand

4

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting $M_{Ed,y} = 4,54$ kNm $W_y = 615$ cm³ $f_{m,y,d} = 11,1$ N/mm² $b = 96$ mm
 $h = 196$ mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{4,54 \cdot 10^6}{615 \cdot 10^3} = 7,4 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check $= \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7,4}{11,1} = 0,67$

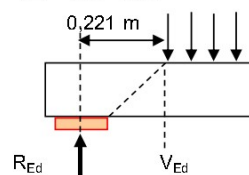
art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning $b_r = 50$ mm $f_{v,d} = 2,09$ N/mm² $b = 96$ mm
niet gereduceerde dwarskracht $V = R_{Ed} = 4,66$ kN $h = 196$ mm
gereduceerde dwarskracht $V_{Ed} = V - V_{red} = 4,48$ kN

met $V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,196) \cdot q_d = 0,221 q_d$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 4,48 \cdot 1000}{2 \cdot 96 \cdot 196} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check $= \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,36}{2,09} = 0,17$



art. 7.3.3 trillingen in woningvloeren

4

totale massa van de vloer	$m = 50,0$ kg/m ²	breedte	$b = 96$ mm
doorbuiging tgv puntlast F	$w = 4,9$ mm	hoogte	$h = 196$ mm
grootte puntlast in het midden	$F = 2,16$ kN	traagheidsmoment	$I_y = 6024 \cdot 10^4$ mm ⁴
breedte vloerveld	$b = 5,00$ m		$a = 1$ mm/kN
overspanning van de vloer/balk	$l = 3,90$ m	waarde volgens de NB	$b = 120$ mm
hart op hart balklaag	$a = 0,60$ m	waarde volgens de NB	
elasticiteitsmodulus balkhout	$E_t = 9000$ N/mm ²	massa vloer m b l =	$50,0 \cdot 5 \cdot 3,9 = 975$ kg
elasticiteitsmodulus beplating	$E_b = 5000$ N/mm ²	uc formule 7.3	$1,64 / 1,00 = 1,64$
dikte beplating	$t = 25,0$ mm	eigen frequentie	$8,00 / 13,88 = 0,58$
dempingsmaat	$\xi = 0,01$	uc formule 7.4	$0,016 / 0,02 = 1,00$
toelaatbare eigen frequentie	$f = 8$ Hz		
buigstijfh evenwijdig lengte-as	$(EI)_l = 1 \cdot 9000 \cdot 6024 \cdot 10^4 = 0,6 \cdot 10^6$		$903,5 \cdot 10^3$ Nm ² /m
buigstijfh loodrecht lengte-as	$(EI)_b = 1 \cdot 5000 \cdot 1/12 \cdot 1000 \cdot 25^3 = 25^3 \cdot 10^6$		$6,51 \cdot 10^3$ Nm ² /m

eigen gew. balken en beschot: $0,096 \cdot 0,196 / 0,6 \cdot 320 + 0,025 \cdot 320 = 18,0$ kg

7,3 $\frac{w}{F} = \frac{4,9}{3,00} = 1,64$ met als eis: $w / F \leq a (= 1 \text{ mm} / \text{kN})$

7,4 $v \leq b \cdot f_1^{\xi-1} = 120^{-0,86} = 0,02$ met $f_1 \xi - 1 = 13,88 \cdot 0,01 - 1 = -0,86$

waarin f_1 = de eigen frequentie:

7,5 $f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{903,5 \cdot 10^3}{50}} = 13,9$

en waarbij v is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting:

7,6 $v = \frac{4 \left(\frac{0,4 + 0,6}{m} \frac{n_{40}}{b} \right)}{l + 200} = \frac{4 \left(\frac{0,4 + 0,6}{50,0 \cdot 5} \frac{7,23}{3,9} \right)}{200} = 0,016 \text{ m} / (\text{Ns}^2)$

en n_{40} is het aantal eerste-orde trillingen met een eigen frequentie kleiner dan 40 Hz:

7,7 $n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,26} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{13,88} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{5,00}{3,90} \right)^4 \cdot \frac{903,5 \cdot 10^3}{6510} \right\}^{0,26} = 7,23$

opmerking