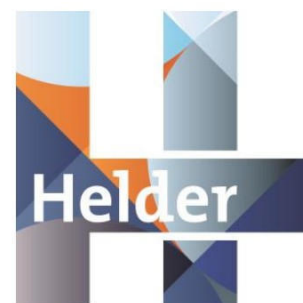




U wilt advies, wij zijn Helder!

## Constructief adviesrapport

Opdrachtgever (helder): [REDACTED], Advies en Tekenbureau  
Meyhorst 24-40  
6537 GP Nijmegen  
[REDACTED]  
E. [REDACTED]

Architect/ tekenbureau: [REDACTED], Advies en Tekenbureau  
Meyhorst 24-40  
6537 GP Nijmegen  
[REDACTED]  
[REDACTED]

Constructeur: Helder Bouwkundig Ingenieursbureau  
[REDACTED]  
Merlijnstraat 12  
6601 AL Wijchen  
Tel.nr. [REDACTED]  
E-mail: [info@helderbouwadvies.nl](mailto:info@helderbouwadvies.nl)

Projectnummer: 2020-28

Betreft: Dakkapel/ verhoging woonhuis

Projectlocatie: Watertorstraat 33  
Nijmegen

Datum (rapport): 10-02-2020  
1e wijz. datum:  
2e wijz. datum:

Gebaseerd op stukken: Bestektekening [REDACTED] d.d. 03-02-2020

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 Belasting combinaties m.b.t. Woning .....             | 7 |
| 4.3 Belasting combinaties m.b.t. Woning .....             | 7 |
| 5.0 DIMENSIONERING EN CONTROLE BEREKENINGEN .....         | 8 |
| 5.1 Houten gordingen t.p.v. nieuwe dakkapel.....          | 8 |
| 5.2 Houten slapers t.p.v. nieuwe dakkapel.....            | 8 |
| 6.0 BIJLAGEN .....                                        | 9 |
| 6.1 Schetsmatige tekenwerk van de constructie .....       | 9 |

## 1.0 INLEIDING

---

De opdrachtgever is voornemens om zijn woning te voorzien van een dakkapel/ dakverhoging. Het werk vindt plaats aan de Watertorstraat 33 te Nijmegen.

Het bouwkundig tekenwerk is verzorgd door T. Strik advies en tekenbureau 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 ten alle tijden aan ons bureau doorgegeven te worden.

## 2.0 CONSTRUCTIEOPZET, KRACHTSAFDRACHT EN STABILITEIT

---

### Bestaande dakconstructie

Het betreft een woning die gebouwd is omstreeks 1960.

De hoofdconstructie opzet van deze kap betreft:

- Met dakpannen bedekte zadeldak;
- Houten gordingen opgelegd op houten spant en dragende binnenmuren;
- Houten zoldervloer voorzien van vloerbeschot en gipsplaten plafond;
- Dragende binnenmuren van het type: baksteen o.g.;
- Buitengevel bestaat uit een gemetselde spouwmuurconstructie;

De hoofdconstructie opzet van de dakkapel/opbouw betreft:

- Met dakpannen bedekte zadeldak;
- Houten gordingen opgelegd op bestaande houten spant/ hsb wand + houten slapers;

### Krachtenafdracht:

Bestaande spant constructie blijft gehandhaafd, echter zal deze worden voorzien van stijl en regelwerk (wand) waarop de nieuwe gordingen afdragen. Deze zolderwand staat recht boven de dragende verdiepingswand. De zijwangen van de dakkapel dragen af naar de houten slapers.

### Stabiliteit:

Over de gordingen en HSB wand (met bestaande spant) een 18mm underlayment beplating in halfsteens verband geschroefd aan te brengen 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 JR (wals profielen)                                                                           |
|                               | S355 (buis/ kokerprofielen)                                                                        |
| Boutverbindingen:             | 8.8 kwaliteit                                                                                      |
| Ankerbouten:                  | min. 4.6                                                                                           |
| Lasverbindingen:              | Minimum las a= 5mm, tenzij anders vermeldt.                                                        |
| Conservering:                 | Alle constructies stomp aflassen.                                                                  |
|                               | 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:       | C18 (N/mm <sup>2</sup> )                                                                           |
| Bruikbaarheid grenstostanden: | E0, mean = 9000 (N/mm <sup>2</sup> )                                                               |

#### 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 <sup>1</sup>                                                     |
| Belastingen:    | in kN/m <sup>2</sup> of kN/m <sup>1</sup> of in kN                    |
| Afmetingen:     | in mm <sup>1</sup>                                                    |
| Spanningen:     | in N/mm <sup>2</sup>                                                  |
| Wapening:       | in mm <sup>2</sup> of in mm <sup>2</sup> /m <sup>1</sup> 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;
- 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 ten 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 ontkistingsterkte van 25 N/mm<sup>2</sup> 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 uitdroging, 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/mm<sup>2</sup> te bedragen;
- Mortelkwaliteit minimaal 7,5 N/mm<sup>2</sup> ;
- 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 m<sup>1</sup> 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 <sup>2</sup> |
| qGk; rep                    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |

#### 4.1.2 Houten gevelelement/ kozijnen + beglazing

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| qGk; houten gevelelement; rep | 0,50 kN/m <sup>2</sup> |
| qGk; rep                      | 0,50 kN/m <sup>2</sup> |

### 4.2 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

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

Vergelijking 6.10.b

$$1,10 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v + (1,35 \cdot 0 \cdot Q_w + 1,35 \cdot 0 \cdot Q_s) = > 1,1 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v$$

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

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

Maatgevende belastingcombinatie:  $1,10 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v$

### 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

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

Vergelijking 6.10.b

$$1,10 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v + (1,35 \cdot 0 \cdot Q_w + 1,35 \cdot 0 \cdot Q_s) = > 1,1 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v$$

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

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

Maatgevende belastingcombinatie:  $1,10 \cdot G + 1,35 \cdot Q_v$

## 5.0 DIMENSIONERING EN CONTROLE BEREKENINGEN

---

### 5.1 Houten gordingen t.p.v. nieuwe dakkapel

---

$l_{th} = 2400\text{mm} - \text{steunpunt} - 2000\text{mm}$ , maatgevende gording berekend, h.o.h. max. 1000mm in het dakvlak gemeten;

Houten gordingen afmeting **71x171mm**

**voldoet**

Verankering conform 3.5 van deze rapportage.

Over de gordingen een 18mm underlayment beplating in halfsteens verband geschroefd aanbrengen.

**Zie computer output (bijlage 1)**

### 5.2 Houten slapers t.p.v. nieuwe dakkapel

---

$l_{th} = 3900\text{mm}$ ;

Houten slapers afmeting **71x196mm**

**voldoet**

Verankering conform 3.5 van deze rapportage.

**Zie computer output (bijlage 2)**

## 6.1 Schetsmatige tekenwerk van de constructie



VOOR PRINCIPEDetails ZIE TEK. BLAD 12 T/M 14

KAPPLAN NIEUW

## KAPPLAN BESTAAND

## BLAD 11



*U wilt advies, wij zijn Helder!*

## BIJLAGE 1



**Helder**  
*Bouwkundig Ingenieursbureau*  
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

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

## berekening gording op 3 steunpunten

71 x 171  
naaldhout C18

werk = **Waterlorstraat 33**  
werknummer = **2020-28**  
onderdeel = **1**

norm = **Eurocode NIEUWBOUW** ontwerplevensduur = **50** jaar  
ontwerplevensduur klasse = **3** gebouwen en andere gewone constructies  
gevolgklasse CC = **CC1**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi = 0,89$   
**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**  
gebouwcategorie = **H: daken** 6.10b  $\xi \gamma_{Gj} = 1,08$   
(gewichtsberekening)  $\psi_0 = 0$  - **(maatgevend)**  $\gamma_{Q1} = 1,35$   
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 = 0$  -  $\gamma_{Q1} = 1,35$   
(kruip)  $\psi_2 = 0$  -  $\gamma_{Q1} = 1,35$   
reductiefactor vloerbelasting  $\psi_t = 1,00$  - formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gj} = 0,90$  (gunstig)

dakvorm = **zadeldak**  
dakhelling  $\alpha = 30$  graden

### permanente- en toevallige veranderlijke belasting

eigen gewicht dakvlak  $G_{kj} = 0,75$  kN/m<sup>2</sup>  
extra veranderlijke vlakbelasting in grondvlak  $Q_k = 0$  kN/m<sup>2</sup>

### wind- en sneeuwbelasting

windgebied = **III** -  
soort terrein = **bebouwd III** -  
hoogte onderdeel boven maaiveld  $z = 8,35$  m  
totale gebouwbreedte loodrecht op wind  $br = 6$  m  
totale gebouwhoogte  $ho = 8,35$  m  
totale gebouwdiepte in windrichting  $d = 7,3$  m  
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/mm<sup>2</sup>

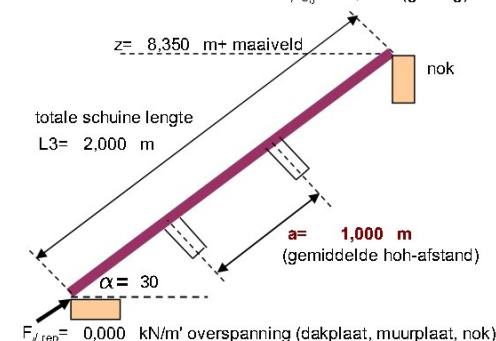
### toelaatbare doorbuiging

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

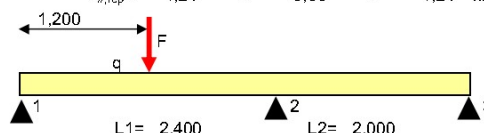
### gegevens gording

overspanning veld 1  $L_1 = 2,4$  m  
overspanning veld 2  $L_2 = 2$  m

totale schuine lengte dakvlak  $L_3 = 2$  m  
aantal gordingen  $n = 1$  st  
wijze van ondersteuning gording in zwakke richting (z):  
**niet gesteund, dubbele buiging**



in totale dakvlak optredende afschuifkracht  $tg_v$  eg + vb  
 $F_{f,rep} = 0,75 + 0,49 = 1,24$  kN/m'  
dat is per m' schuin dakvlak:  
 $F_{f,rep} = 1,24 / 2,000 = 0,618$  kN/m'/m'  
in totale dakvlak opneembaar per m' gording  
 $F_{f,rep} = 0,000 * 2,000 = 0,00$  kN/m'  
door alle gordingen samen op te nemen (per m' gording)  
 $F_{f,rep} = 1,24 - 0,00 = 1,24$  kN/m'



### unity-checks

|     |         |      |      |      |      |      |
|-----|---------|------|------|------|------|------|
| UGT | buiging | 0,21 | 0,38 | 0,27 | 0,40 | 0,21 |
|-----|---------|------|------|------|------|------|

|     |            |      |      |           |      |      |
|-----|------------|------|------|-----------|------|------|
| BGT | $u_{eind}$ | 0,42 | 0,13 | $u_{bij}$ | 0,23 | 0,07 |
|-----|------------|------|------|-----------|------|------|

### materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse = **naaldhout C18** materiaalfactor sterkte  $\gamma_M = 1,30$  -  
materiaal = **gezaagd hout** hoogtefactor buigsterkte; hoogte  $k_h = 1,00$  -  
houtbreedte  $b = 71$  mm. modificatiefactor sterkte  $k_{mod} = 0,90$  kort  
houthoogte  $h = 171$  mm. modificatiefactor treksterkte  $k_{mod} = 0,80$  kort  
klimaatklasse = **1** modificatiefactor vervorming  $k_{def} = 0,60$  -  
belastingduurklasse veranderlijke belasting  
factor voor volume-effect  $s = 0,1$  bij LVL

### q-belastingen per m<sup>2</sup> grondvlak ( personen, sneeuw ) of dakvlak ( wind )

eigen gewicht dakconstructie  $p_{rep} = G_{rep} / \cos \alpha = 0,75 / 0,87 = 0,87$  kN/m<sup>2</sup>  
personenbelasting grondvlak  $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha) \text{ met } 15 < \alpha < 20 = (4,00 - 0,20 \cdot 20,0) = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>  
sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_{ti} * C_e * C_{s1} * s_k * f = 0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00 = 0,56$  kN/m<sup>2</sup>  
windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_p(z) = (0,45 + 0,30) * 0,52 = 0,39$  kN/m<sup>2</sup>  
windbelasting vertikaal op grond  $p_{rep} = (w_e + w_i) / \cos^2 \alpha = 0,39 / 0,750 = 0,52$  kN/m<sup>2</sup>  
veranderlijke vlakbelasting in grondvlak  $\psi_1 Q_k = 1,00 \cdot 0,00 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

### F-last

puntlast (spreiding)  $I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$  m<sup>4</sup> =  $48,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$   $EI = 49 \cdot 5E-07 \cdot 10^6 = 2430$  kNm<sup>2</sup>  
 $k_1 = 0,37$  +  $0,8$   $1,000$  -  $2430$  /  $50000$  =  $1,000$  -  
opgelegde belasting  $F_k = 1,000$  \*  $2,00$  =  $2,00$  kN

## q-belastingen per m<sup>2</sup> dakvlak en evenwijdig aan het dakvlak

de gemiddelde hart op hart-afstand van de gordingen waarmee wordt gerekend is a = 2,000 / 2 = 1,000 m

| belasting     | loodrecht dakvlak= p cos <sup>2</sup> α | evenwijdig dakvlak= 1/2 p* sin2α    | loodrecht per gording (y-richting) |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| eigen gewicht | 0,87 0,750 = 0,65 kN/m <sup>2</sup>     | 0,43 0,866 = 0,38 kN/m <sup>2</sup> | 1,000 0,65 = 0,65 kN/m             |
| personen      | 0,00 0,750 = 0,00 kN/m <sup>2</sup>     | 0,00 0,866 = 0,00 kN/m <sup>2</sup> | 1,000 0,00 = 0,00 kN/m             |
| sneeuw        | 0,56 0,750 = 0,42 kN/m <sup>2</sup>     | 0,28 0,866 = 0,24 kN/m <sup>2</sup> | 1,000 0,42 = 0,42 kN/m             |
| wind          | 0,52 0,750 = 0,39 kN/m <sup>2</sup>     | 0,00 0,866 = 0,00 kN/m <sup>2</sup> | 1,000 0,39 = 0,39 kN/m             |
| vlakbelasting | 0,00 0,750 = 0,00 kN/m <sup>2</sup>     | 0,00 0,866 = 0,00 kN/m <sup>2</sup> | 1,000 0,00 = 0,00 kN/m             |

## F-last loodrecht op- en evenwijdig aan het dakvlak

|          | loodrecht dakvlak= Fcosα | evenwijdig dakvlak=F*sinα | loodrecht per gording (y-richting) |
|----------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| puntlast | 2,00 0,866 = 1,73 kN     | 2,00 0,000 = 0,00 kN      | = 1,73 kN                          |

## afschuifkrachten

maximale reductie afschuifkracht op de veranderlijke belasting = F<sub>II</sub> - F<sub>II,G,rep</sub> = 0,00 - 0,38 = 0,00 kN/m'

| belasting     | evenwijdig | af door dakplaat | rest   | evenwijdig dakvlak= 1/2 p* sin2α * L3 | evenwijdig per gording (z-richting) |
|---------------|------------|------------------|--------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| eigen gewicht | 0,38       | - 0,00           | = 0,38 | 0,38 2,000 = 0,75 kN                  | 1,000 0,38 = 0,38 kN/m              |
| personen      | 0,00       | - 0,00           | = 0,00 | 0,00 2,000 = 0,00 kN                  | 1,000 0,00 = 0,00 kN/m              |
| sneeuw        | 0,24       | - 0,00           | = 0,24 | 0,24 2,000 = 0,49 kN                  | 1,000 0,24 = 0,24 kN/m              |
| wind          | 0,00       | - 0,00           | = 0,00 | 0,00 2,000 = 0,00 kN                  | 1,000 0,00 = 0,00 kN/m              |
| vlakbelasting | 0,00       | - 0,00           | = 0,00 | 0,00 2,000 = 0,00 kN                  | 1,000 0,00 = 0,00 kN/m              |

## materiaal- en profielgegevens

|                      | algemene formule : f <sub>k,d</sub> =        | c                       | k <sub>h</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>k,rep</sub> | /                | γ <sub>M</sub> | kort                                   |
|----------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|----------------|----------------------------------------|
| buigsterkte          | f <sub>m,k</sub> 18 N/mm <sup>2</sup>        | f <sub>m,d</sub> 1      | 1,00           | 0,90             | 18                 | /                | 1,30           | = 12,46 N/mm <sup>2</sup>              |
| druksterkte          | f <sub>c,0,k</sub> 18 N/mm <sup>2</sup>      | f <sub>c,0,d</sub> 1    |                | 0,90             | 18                 | /                | 1,30           | = 12,46 N/mm <sup>2</sup>              |
| druksterkte          | f <sub>c,90,k</sub> 2,2 N/mm <sup>2</sup>    | f <sub>c,90,d</sub> 1   |                | 0,90             | 2,2                | /                | 1,30           | = 1,52 N/mm <sup>2</sup>               |
| schuifsterkte        | f <sub>v,k</sub> 3,4 N/mm <sup>2</sup>       | f <sub>v,d</sub> 1      |                | 0,90             | 3,4                | /                | 1,30           | = 2,35 N/mm <sup>2</sup>               |
| elasticiteitsmodulus | E <sub>0,mean,k</sub> 9000 N/mm <sup>2</sup> | E <sub>0,mean,d</sub> 1 |                | 1,00             | 9000               | /                | 1,00           | = 9000 N/mm <sup>2</sup>               |
| volumieke massa      | ρ <sub>k</sub> 320 kg/m <sup>3</sup>         | E <sub>0,u,d</sub> 1    |                | 0,90             | 9000               | /                | 1,30           | = 6231 N/mm <sup>2</sup>               |
| traagheidsmoment     | I <sub>y</sub> = 1 * 1/12 bh <sup>3</sup>    | = 1                     |                | 1/12             | 71                 | 171 <sup>3</sup> |                | = 2958 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup> |
| traagheidsmoment     | I <sub>z</sub> = 1 * 1/12 hb <sup>3</sup>    | = 1                     |                | 1/12             | 171                | 71 <sup>3</sup>  |                | = 510 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>  |
| weerstandsmoment     | W <sub>y</sub> = 1 * 1/6 bh <sup>2</sup>     | = 1                     |                | 1/6              | 71                 | 171 <sup>2</sup> |                | = 348 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>  |
| weerstandsmoment     | W <sub>z</sub> = 1 * 1/6 hb <sup>2</sup>     | = 1                     |                | 1/6              | 171                | 71 <sup>2</sup>  |                | = 144 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>  |
| oppervlak            | A= 1 *bh                                     | = 1                     |                |                  | 71                 | 171              |                | = 121 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>  |
| traagheidsstraal     | i <sub>y</sub> = √( I <sub>y</sub> / A )     | = √                     |                | (                | 2958               | /                | 121            | ) = 49,4 mm                            |
| traagheidsstraal     | i <sub>z</sub> = √( I <sub>z</sub> / A )     | = √                     |                | (                | 510                | /                | 121            | ) = 20,5 mm                            |

## resultaten mechanica berekening

|                    | eigen gewicht | personen  | sneeuw      | wind  | puntlast   | vlaklast  |
|--------------------|---------------|-----------|-------------|-------|------------|-----------|
|                    | y z           | y z       | y z         | y z   | y z        | y z       |
| q of F             | 0,65 0,38     | 0,00 0,00 | 0,42 0,24   | 0,39  | 1,73 0,00  | 0,00 0,00 |
| M <sub>2</sub>     | -0,40 -0,23   | 0,00 0,00 | -0,26 -0,15 | -0,24 | -0,43 0,00 | 0,00 0,00 |
| M <sub>1,2</sub>   | 0,29 0,17     | 0,00 0,00 | 0,19 0,11   | 0,17  | 0,83 0,00  | 0,00 0,00 |
| M <sub>2,3</sub>   | 0,15 0,09     | 0,00 0,00 | 0,10 0,06   | 0,09  | -0,21 0,00 | 0,00 0,00 |
| u <sub>1,2</sub>   | 0,51 1,71     | 0,00 0,00 | 0,33 1,10   | 0,30  | 1,30 0,00  | 0,00 0,00 |
| u <sub>2,3</sub>   | 0,13 0,44     | 0,00 0,00 | 0,08 0,28   | 0,08  | -0,40 0,00 | 0,00 0,00 |
| u <sub>schar</sub> | 0,00 0,00     | 0,00 0,00 | 0,00 0,00   | 0,00  | 0,00 0,00  | 0,00 0,00 |

## toetsing uiterste grenstoestand

|                  | eigen gewicht(6.10.a) | personen    | sneeuw      | wind        | puntlast    | vlaklast    |
|------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  | y z                   | y z         | y z         | y z         | y z         | y z         |
| q of F           | 0,79 0,46             | 0,70 0,41   | 1,27 0,73   | 1,22 0,41   | 3,04 0,41   | 0,70 0,41   |
| M <sub>2</sub>   | -0,49 -0,28           | -0,44 -0,25 | -0,79 -0,45 | -0,76 -0,25 | -1,01 -0,25 | -0,44 -0,25 |
| M <sub>1,2</sub> | 0,35 0,20             | 0,31 0,18   | 0,56 0,33   | 0,54 0,18   | 1,43 0,18   | 0,31 0,18   |
| M <sub>2,3</sub> | 0,19 0,11             | 0,17 0,10   | 0,30 0,17   | 0,29 0,10   | -0,12 0,10  | 0,17 0,10   |

## art. 6.1.6 dubbele buiging

### voorbeeldberekening controle veldmoment M<sub>1,2</sub> tgv eigen gewicht + sneeuw

|                      |                              |                                      |                                             |           |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|
| moment in y-richting | M <sub>Ed,y</sub> = 0,56 kNm | W <sub>y</sub> = 346 cm <sup>3</sup> | f <sub>m,y,d</sub> = 12,5 N/mm <sup>2</sup> | b= 71 mm  |
| moment in z-richting | M <sub>Ed,z</sub> = 0,33 kNm | W <sub>z</sub> = 144 cm <sup>3</sup> | f <sub>m,z,d</sub> = 12,5 N/mm <sup>2</sup> | h= 171 mm |
| soort doorsnede      | rechthoekig                  |                                      |                                             |           |
|                      |                              | k <sub>m</sub> = 0,7                 |                                             |           |

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{0,56}{346} \cdot 10^6 = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed,z}}{W_z} = \frac{0,33}{144} \cdot 10^6 = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

|      |             |                                                                                                                    |
|------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6,11 | unity-check | $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,6}{12,5} + \frac{0,7}{12,5} = 0,26$ |
| 6,12 | unity-check | $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7}{12,5} + \frac{2,3}{12,5} = 0,27$ |



| in tabelvorm alle combinaties |                  | M <sub>ed,y</sub> | M <sub>ed,z</sub> | σ <sub>m,y,d</sub> | σ <sub>m,z,d</sub> | σ <sub>m,y,d</sub> | σ <sub>m,z,d</sub> | unity check |      | maximum |      |
|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|------|---------|------|
|                               |                  |                   |                   |                    |                    | f <sub>m,y,d</sub> | f <sub>m,z,d</sub> |             |      |         |      |
| eigen gewicht (6.10.a)        | M <sub>2</sub>   | -0,49             | -0,28             | 1,41               | 1,97               | 0,11               | 0,16               | 6,11        | 6,12 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 0,35              | 0,20              | 1,01               | 1,41               | 0,08               | 0,11               | 0,22        | 0,24 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | 0,19              | 0,11              | 0,54               | 0,75               | 0,04               | 0,06               | 0,16        | 0,17 | =       | 0,24 |
| eigen gewicht + personen      | M <sub>2</sub>   | -0,44             | -0,25             | 1,26               | 1,75               | 0,10               | 0,14               | 0,09        | 0,09 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 0,31              | 0,18              | 0,90               | 1,25               | 0,07               | 0,10               | 0,20        | 0,21 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | 0,17              | 0,10              | 0,48               | 0,67               | 0,04               | 0,05               | 0,14        | 0,15 | =       | 0,21 |
| eigen gewicht + sneeuw        | M <sub>2</sub>   | -0,79             | -0,45             | 2,28               | 3,16               | 0,18               | 0,25               | 0,08        | 0,08 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 0,56              | 0,33              | 1,63               | 2,26               | 0,13               | 0,18               | 0,36        | 0,38 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | 0,30              | 0,17              | 0,87               | 1,21               | 0,07               | 0,10               | 0,26        | 0,27 | =       | 0,38 |
| eigen gewicht + wind          | M <sub>2</sub>   | -0,76             | -0,25             | 2,19               | 1,75               | 0,18               | 0,14               | 0,14        | 0,15 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 0,54              | 0,18              | 1,57               | 1,25               | 0,13               | 0,10               | 0,27        | 0,26 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | 0,29              | 0,10              | 0,84               | 0,67               | 0,07               | 0,05               | 0,20        | 0,19 | =       | 0,27 |
| eigen gewicht + puntlast      | M <sub>2</sub>   | -1,01             | -0,25             | 2,92               | 1,75               | 0,23               | 0,14               | 0,11        | 0,10 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 1,43              | 0,18              | 4,13               | 1,25               | 0,33               | 0,10               | 0,33        | 0,30 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | -0,12             | 0,10              | 0,35               | 0,67               | 0,03               | 0,05               | 0,40        | 0,33 | =       | 0,40 |
| eigen gewicht + vlaklast      | M <sub>2</sub>   | -0,44             | -0,25             | 1,26               | 1,75               | 0,10               | 0,14               | 0,07        | 0,07 |         |      |
|                               | M <sub>1,2</sub> | 0,31              | 0,18              | 0,90               | 1,25               | 0,07               | 0,10               | 0,20        | 0,21 |         |      |
|                               | M <sub>2,3</sub> | 0,17              | 0,10              | 0,48               | 0,67               | 0,04               | 0,05               | 0,14        | 0,15 | =       | 0,21 |

### toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand 1

|        |                                                        |   |      |   |      |   |      |      |   |   |      |    |
|--------|--------------------------------------------------------|---|------|---|------|---|------|------|---|---|------|----|
| veld 1 | $u_{kruip,y} = k_{def} \cdot (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1})$ | = | 0,60 | ( | 0,51 | + | 0,00 | 0,33 | ) | = | 0,31 | mm |
|        | $u_{kruip,z} = k_{def} \cdot (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1})$ | = | 0,60 | ( | 1,71 | + | 0,00 | 1,10 | ) | = | 1,02 | mm |
| veld 2 | $u_{kruip,y} = k_{def} \cdot (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1})$ | = | 0,60 | ( | 0,13 | + | 0,00 | 0,08 | ) | = | 0,08 | mm |
|        | $u_{kruip,z} = k_{def} \cdot (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1})$ | = | 0,60 | ( | 0,44 | + | 0,00 | 0,28 | ) | = | 0,26 | mm |

|               |                 |        |                                             |             |        |                                                          |           |        |                             |
|---------------|-----------------|--------|---------------------------------------------|-------------|--------|----------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------------------------|
| doorbuigingen | $u_{on}$        | t.g.v. | $G_{k1}$                                    | $u_{kruip}$ | t.g.v. | $k_{def} \cdot (G_{k1} + \psi_2 Q_{k1} + \psi_2 Q_{k2})$ | $u_{bij}$ | t.g.v. | $u_{kruip} + u_{elastisch}$ |
|               | $u_{elastisch}$ | t.g.v. | $\psi_1 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2}$ | $u_{eind}$  | t.g.v. | $u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} + u_{zeeg}$          |           |        |                             |

|                           |                |      |           |    |      |   |     |   |     |    |
|---------------------------|----------------|------|-----------|----|------|---|-----|---|-----|----|
| toelaatbare doorbuigingen | $u_{eind,toe}$ | voor | $u_{1,2}$ | <= | 2400 | / | 250 | = | 9,6 | mm |
|                           | $u_{bij,toe}$  | voor | $u_{1,2}$ | <= | 2400 | / | 250 | = | 9,6 | mm |
|                           | $u_{eind,toe}$ | voor | $u_{2,3}$ | <= | 2000 | / | 250 | = | 8,0 | mm |
|                           | $u_{bij,toe}$  | voor | $u_{2,3}$ | <= | 2000 | / | 250 | = | 8,0 | mm |

|               |           | $u_{on}$ |      | $u_{elastisch}$ |      | $u_{kruip}$ |      | $u_{eind}$ |      |        | $u_{bij}$ |      |      |        |      |
|---------------|-----------|----------|------|-----------------|------|-------------|------|------------|------|--------|-----------|------|------|--------|------|
| veld          | $u_{1,2}$ | y        | z    | y               | z    | y           | z    | y          | z    | totaal | u.c.      | y    | z    | totaal | u.c. |
| eg + personen |           | 0,51     | 1,71 | 0,00            | 0,00 | 0,31        | 1,02 | 0,81       | 2,73 | 2,85   | 0,30      | 0,31 | 1,02 | 1,07   | 0,11 |
| eg + sneeuw   |           | 0,51     | 1,71 | 0,33            | 1,10 | 0,31        | 1,02 | 1,14       | 3,83 | 4,00   | 0,42      | 0,64 | 2,13 | 2,22   | 0,23 |
| eg + wind     |           | 0,51     | 1,71 | 0,30            | 0,00 | 0,31        | 1,02 | 1,12       | 2,73 | 2,95   | 0,31      | 0,61 | 1,02 | 1,19   | 0,12 |
| eg + F-last   |           | 0,51     | 1,71 | 1,30            | 0,00 | 0,31        | 1,02 | 2,11       | 2,73 | 3,45   | 0,36      | 1,60 | 1,02 | 1,90   | 0,20 |
| eg + vlaklast |           | 0,51     | 1,71 | 0,00            | 0,00 | 0,31        | 1,02 | 0,81       | 2,73 | 2,85   | 0,30      | 0,31 | 1,02 | 1,07   | 0,11 |

|               |                  | u <sub>on</sub> |      | u <sub>elastisch</sub> |      | u <sub>kruip</sub> |      | u <sub>eind</sub> |      | u <sub>bij</sub> |      |       |      |        |      |
|---------------|------------------|-----------------|------|------------------------|------|--------------------|------|-------------------|------|------------------|------|-------|------|--------|------|
| veld          | u <sub>2,3</sub> | y               | z    | y                      | z    | y                  | z    | y                 | z    | totaal           | u.c. | y     | z    | totaal | u.c. |
| eg + personen |                  | 0,13            | 0,44 | 0,00                   | 0,00 | 0,08               | 0,26 | 0,21              | 0,70 | 0,73             | 0,09 | 0,08  | 0,26 | 0,27   | 0,03 |
| eg + sneeuw   |                  | 0,13            | 0,44 | 0,08                   | 0,28 | 0,08               | 0,26 | 0,29              | 0,98 | 1,02             | 0,13 | 0,16  | 0,54 | 0,57   | 0,07 |
| eg + wind     |                  | 0,13            | 0,44 | 0,08                   | 0,00 | 0,08               | 0,26 | 0,29              | 0,70 | 0,75             | 0,09 | 0,16  | 0,26 | 0,30   | 0,04 |
| eg + F-last   |                  | 0,13            | 0,44 | -0,40                  | 0,00 | 0,08               | 0,26 | -0,19             | 0,70 | 0,72             | 0,09 | -0,32 | 0,26 | 0,41   | 0,05 |
| eg + vlaklast |                  | 0,13            | 0,44 | 0,00                   | 0,00 | 0,08               | 0,26 | 0,21              | 0,70 | 0,73             | 0,09 | 0,08  | 0,26 | 0,27   | 0,03 |

### afschuifbelasting door de dakplaten bij (gedeeltelijke) dubbele buiging

|                                          |                                                             |      |                 |                  |                   |                                 |                                 |                        |                   |       |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|-----------------|------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|-------|
| spanningen in dakbeschoot                | effectieve breedte dakbeschoot t.b.v. opname afschuifkracht | =    | 500             | mm               |                   |                                 |                                 |                        |                   |       |
|                                          | weerstandsmoment dakplaat                                   | 1/6  | 18              | 500 <sup>2</sup> | =                 | 750                             | 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> |                        |                   |       |
| afschuifbelasting per m' permanent       | $F_{//,G,rep}$                                              | =    | 0,00            | kN/m'            | UGT               | 1,08                            | 0,00                            | =                      | 0,00              | kN/m' |
| afschuifbelasting per m' veranderlijk    | $F_{//,Q,rep}$                                              | =    | 0,00            |                  |                   | 1,35                            | 0,00                            | =                      | 0,00              |       |
|                                          | $F_{//,totaal,rep}$                                         | =    | 0,00            | kN/m'            | $F_{//,totaal,d}$ | =                               | 0,00                            | kN/m'                  |                   |       |
| afschuifbelasting totale dak             | $F_{//,totaal,d}$                                           | =    | 2,000           | 0,00             | =                 | 0,00                            | kN / m'                         |                        |                   |       |
| afschuifbelasting per dakbeschootbreedte | $F_{//,totaal,d}$                                           | =    | 0,500           | 0,00             | =                 | 0,00                            | kN / m'                         | per dakbeschootbreedte |                   |       |
| moment in dakbeschoot in L1              | L1=                                                         | 2,40 | m               | Md=              | 1/8               | 0,00                            | 2,40 <sup>2</sup>               | =                      | 0,00              | kNm   |
| buigspanning in overspanning L1          | $\sigma$ =                                                  | 0,00 | 10 <sup>6</sup> | /                | 750               | 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> | =                               | 0,00                   | N/mm <sup>2</sup> |       |
| moment in dakbeschoot in L2              | L2=                                                         | 2,00 | m               | Md=              | 1/8               | 0,00                            | 2,00 <sup>2</sup>               | =                      | 0,00              | kNm   |
| buigspanning in overspanning L2          | $\sigma$ =                                                  | 0,00 | 10 <sup>6</sup> | /                | 750               | 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> | =                               | 0,00                   | N/mm <sup>2</sup> |       |



| afschuifbelasting op gehele dakvlak op te nemen door starre steunen |   |      |   |                                                                               |                 |      |      |   |      |      |           |
|---------------------------------------------------------------------|---|------|---|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------|---|------|------|-----------|
| representatieve waarden steun in veld L1                            |   |      |   | uiterste grenstoestand steun in veld L1, maximum kracht $F_{steun}$ = 1,94 kN |                 |      |      |   |      |      |           |
| eigen gewicht                                                       | 2 | 0,50 | = | 0,99                                                                          |                 |      |      |   |      |      |           |
| personen                                                            | 2 | 0,00 | = | 0,00                                                                          | e.g. + personen | 1,08 | 0,99 | + | 1,35 | 0,00 | = 1,07 kN |
| sneeuw                                                              | 2 | 0,32 | = | 0,64                                                                          | e.g. + sneeuw   | 1,08 | 0,99 | + | 1,35 | 0,64 | = 1,94 kN |
| vlaklast                                                            | 2 | 0,00 | = | 0,00                                                                          | e.g. + vlaklast | 1,08 | 0,99 | + | 1,35 | 0,00 | = 1,07 kN |
| representatieve waarden steun in veld L2                            |   |      |   | uiterste grenstoestand steun in veld L2, maximum kracht $F_{steun}$ = 1,61 kN |                 |      |      |   |      |      |           |
| eigen gewicht                                                       | 2 | 0,41 | = | 0,83                                                                          |                 |      |      |   |      |      |           |
| personen                                                            | 2 | 0,00 | = | 0,00                                                                          | e.g. + personen | 1,08 | 0,83 | + | 1,35 | 0,00 | = 0,89 kN |
| sneeuw                                                              | 2 | 0,27 | = | 0,53                                                                          | e.g. + sneeuw   | 1,08 | 0,83 | + | 1,35 | 0,53 | = 1,61 kN |
| vlaklast                                                            | 2 | 0,00 | = | 0,00                                                                          | e.g. + vlaklast | 1,08 | 0,83 | + | 1,35 | 0,00 | = 0,89 kN |
| opmerking                                                           |   |      |   |                                                                               |                 |      |      |   |      |      |           |



*U wilt advies, wij zijn Helder!*

## BIJLAGE 2



*Bouwkundig Ingenieursbureau*  
Merlijnstraat 12, 6601 AL Wijchen

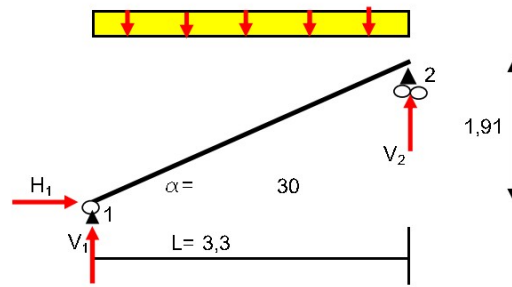
**E** [info@helderbouwadvies.nl](mailto:info@helderbouwadvies.nl)  
**I** [www.helderbouwadvies.nl](http://www.helderbouwadvies.nl)

**lessenaardak met q-last en horizontale rol , houten spant :**

96

x

196



ontwerplevensduur 3 jaar  
 veiligheidsklasse CC1 -  
 te dragen m' dak 1,5 m

|                        |               |                                      |      |                |            |        |                        |       |                      |      |
|------------------------|---------------|--------------------------------------|------|----------------|------------|--------|------------------------|-------|----------------------|------|
| unity-checks           | UGT           | 6.2.4                                | 0,54 | 6.3.3          | 0,31       | BGT    | $u_{eind}$             | 0,73  | $u_{bij}$            | 0,40 |
| sterkteklasse          | naaldhout C18 | uiterste grenstoestand formule 6.10b |      |                |            |        |                        |       |                      |      |
| materiaal              | gezaagd hout  | combinatie                           |      |                |            |        |                        |       |                      |      |
| houtbreedte b          | 96 mm         |                                      |      | e.g. +         | e.g. +     | e.g. + | e.g. +                 |       |                      |      |
| houthoogte h           | 196 mm        |                                      |      | wind           | sneeuw     | pers   | F-last                 |       |                      |      |
| klimaatklasse          | 1             | $M_{1-2}$                            | =    | 3,33           | 3,46       | 1,91   | 4,14                   |       |                      |      |
| belastingduurklasse    | kort          | $V_1$                                | =    | 3,18           | 4,19       | 2,32   | 3,67                   |       |                      |      |
| factor volume-effect s | 0,12          | $H_1$                                | =    | -1,49          | 0,00       | 0,00   | 0,00                   |       |                      |      |
| doorbuiging eind 1:    | 250 * L       | $V_2$                                | =    | 4,04           | 4,19       | 2,32   | 3,67                   |       |                      |      |
| doorbuiging bij 1:     | 250 * L       | $H_2$                                | =    | 0,00           | 0,00       | 0,00   | 0,00                   |       |                      |      |
|                        |               | $N_{1-2}$                            | =    | -0,86          | 0,00       | 0,00   | 0,68                   |       |                      |      |
| $\gamma_M$             | sterkte       | 1,30                                 | -    | $E_{0,mean,d}$ |            |        | 9000 N/mm <sup>2</sup> |       |                      |      |
| $k_h$                  | buiging       | 1,00                                 | -    | $k_{mod}$      | sterkte    | 0,90   | -                      | $I_y$ | 6024 cm <sup>4</sup> |      |
| $f_{m,d}$              |               | 12,46 N/mm <sup>2</sup>              |      | $k_{def}$      | vervorming | 0,60   | -                      | $W_y$ | 615 cm <sup>3</sup>  |      |
| $f_{v,d}$              |               | 2,35 N/mm <sup>2</sup>               |      |                |            |        |                        |       |                      |      |

opmerking