

**E
K
S
A
M
E
N**

UTDANNINGSDIREKTORATET

Tverrfagleg eksamen / Tverrfaglig eksamen

VK1 Tømrrar / VK1 Tømrer

BY7089

10. desember 2004

Studieretning for byggfag

Oppgåva ligg føre på begge målformer, først nynorsk, deretter bokmål. /
Oppgaven foreligger på begge målformer, først nynorsk, deretter bokmål.

Eksamensinformasjon, nynorsk

| | |
|----------------------------------|---|
| Eksamenstid: | 5 timar |
| Hjelpemiddel: | Sjå rundskriv LS-47-2003. |
| Vedlegg: | <ol style="list-style-type: none">1 Utdrag av byggdetaljblad2 Utdrag frå utvekslingstabell og frå leggetilvising for betongtakstein3 Snitt og fasadeteikning av taket |
| Andre opplysningar: | <p>Du treng ikkje bruke tusj når du teiknar. Teikningane som ligg ved, kan skilje seg noko frå Norsk Standard.</p> <p>Dersom du meiner det manglar mål eller opplysningar som trengst for å løyse oppgåvene, legg du sjølv inn egne føresetnader etter ei samla vurdering, og løyser oppgåvene ut frå det. Pass på å markere eventuelle stader i svaret der du har lagt inn dine egne føresetnader.</p> |
| Rettleiing om vurderinga: | <p>I vurderinga av svaret skal det leggjast vekt på</p> <ul style="list-style-type: none">– om kandidaten har tenkt gjennom og gjort greie for alle forhold som har noko å seie for byggeoppdraget– at beskrivne og skisserte løysingar er gjennomførbare og akseptable ut frå dagens tekniske krav– at viktige konstruksjonar er teikna eller skisserte med nødvendige mål og tekst– at aktuelle HMS-tiltak er vurderte og forklarte– at løysingane som kandidaten har valt, er drøfta og grunngjevne– at svaret er utført ryddig og nøyaktig |

Nynorsk

Situasjonsbeskriving

Du har fått i oppdrag å byggje eit sperretak på ein einebustad. Takfallet er 27 grader, og sperrene skal kvile på ein mønedragar og på ytterveggen. Snølast på mark er $3,5 \text{ kN/m}^2$. Loftet skal brukast til bustadrom. Taket skal tekkjast med betongtakstein, og det skal monterast eit takvindaug med storleiken $110 \times 80 \text{ cm}$.

Oppgåve

Beskriv oppbygginga av taket.

Materialval og konstruksjonsval er fritt opp til deg, men løysingane må sjølvstilt tilfredsstillende dagens krav.

- Vel undertaksløysing og vindtetting.
- Vis lufting og diffusjonstetting.
- Vis utveksling for takvindaug.
- Rekn ut inndeling av taktekinga.

Skisser og forklar løysingane du har valt, ved hjelp av snitt, detaljteikningar og tekst. Drøft og grunngjev vala.

Lag materialliste, der du òg viser nødvendig dimensjonering og utrekna mengder. Gjer greie for nødvendige HMS-tiltak.

Eksamensinformasjon, bokmål

Eksamenstid: 5 timer

Hjelpemidler: Se rundskriv LS-47-2003.

Vedlegg:

- 1 Utdrag av byggdetaljblad
- 2 Utdrag fra utvekslingstabell og fra leggeanvisning for betongtakstein
- 3 Snitt og fasadetegning av taket

Andre opplysninger: Tegninger behøver ikke utføres med tusj.
Tegningene som ligger ved, kan skille seg noe fra Norsk Standard.

Dersom du mener det mangler mål eller opplysninger som trengs for å løse oppgavene, legger du selv inn egne forutsetninger etter en samlet vurdering, og løser oppgavene ut fra dette. Sørg for å markere eventuelle steder i besvarelsen der du har lagt inn dine egne forutsetninger.

Veiledning om vurderingen:

I vurderingen av besvarelsen skal det legges vekt på

- om kandidaten har tenkt gjennom og beskrevet alle forhold som har betydning for byggeoppdraget
- at beskrevne og skisserte løsninger er gjennomførbare og akseptable i forhold til dagens tekniske krav
- at vesentlige konstruksjoner er tegnet eller skissert med nødvendig målsetting og tekst
- at aktuelle HMS-tiltak er vurdert og forklart
- at løsningene som kandidaten har valgt, er drøftet og begrunnet
- at besvarelsen er utført ryddig og nøyaktig

Bokmål

Situasjonsbeskrivelse

Du har fått i oppdrag å bygge et sperretak på en enebolig. Takfallet er 27 grader, og sperrene skal ligge an på en mønedrager og på ytterveggen. Snølast på mark er $3,5 \text{ kN/m}^2$. Loftet skal brukes til boligrom. Taket skal tekkes med betongtakstein, og det skal monteres et takvindu i størrelse 110 x 80 cm.

Oppgave

Beskriv oppbyggingen av taket.

Materialvalg og konstruksjonsvalg er fritt opp til deg, men løsningene må selvfølgelig tilfredsstillende dagens krav.

- Velg undertaksløsning og vindtetting.
- Vis lufting og diffusjonstetting.
- Vis utveksling for takvinduet.
- Beregn inndeling av taktekkingen.

Skisser og forklar løsningene du har valgt, ved hjelp av snitt, detaljtegninger og tekst. Drøft og begrunn valgene.

Lag materialliste, der du også viser nødvendig dimensjonering og mengdeberegning. Beskriv nødvendige HMS-tiltak.

2 Dimensjonering

21 Dimensjoneringstabeller

[Tabell 21 a](#) – [tabell 21 l](#) angir dimensjonering av taksperrer i enkle takkonstruksjoner. Aktuelle konstruksjoner er vist i [fig. 21](#). Tabellene kan også brukes for pulttak. Tabellene er basert på dimensjoneringsforutsetningene i [pkt. 22](#) og at oppleggspunktene er utført som beskrevet i [pkt. 3](#). For sperrer med opplegg til hver side for mønet er det regnet med en horisontalavstand mellom bjelken og mønet på maksimalt $0,30 \cdot L$ for konstruksjonstrevirke og limtre og $0,25 \cdot L$ for I-bjelker.

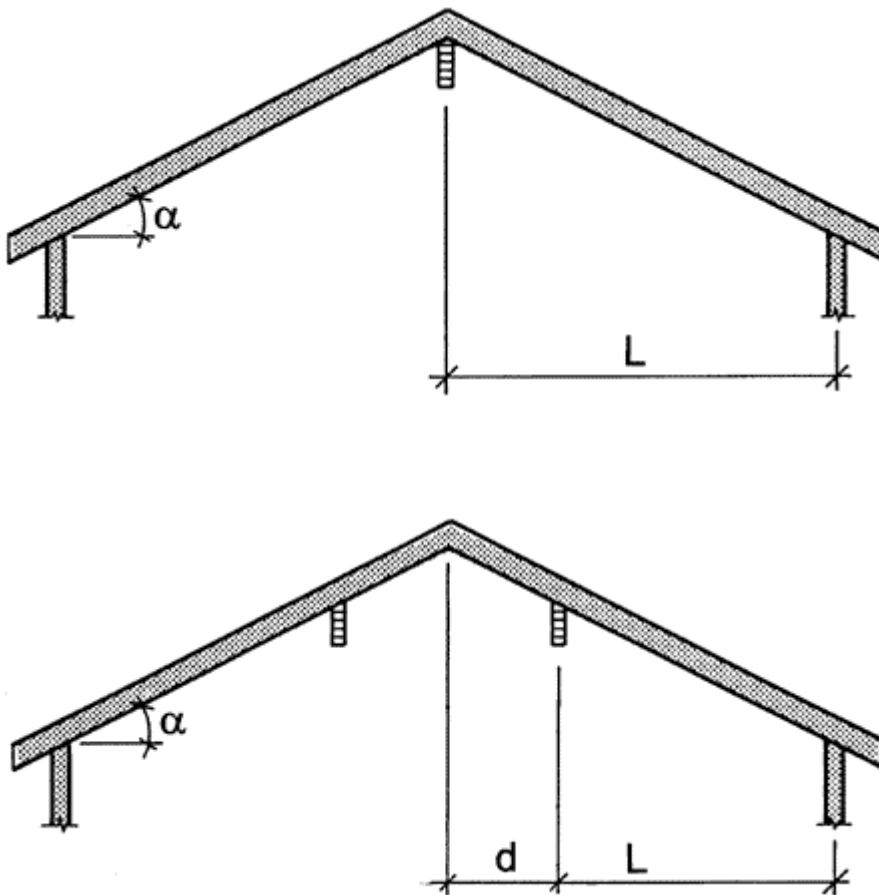


Fig. 21

Aktuelle konstruksjoner

Tabell 21 a Største spennvidde (m) for taksperrer av konstruksjonstrevirke C18

Takvinkel 0–30°

| Snølast på mark | Sperre- avstand | Sperredimensjon (mm) | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|-----|-----|-----|---------|------|-----|
| | | 48 x | | | | 61 x | 73 x | |
| kN/m ² | m | 148 | 173 | 198 | 223 | 198 | 198 | 223 |
| | 0,6 | 2,7 | 3,1 | 3,6 | 4,0 | 4,0 | 4,2 | 4,8 |
| 1,5 | 0,9 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,1 |
| | 1,2 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,5 |
| | 0,6 | 2,6 | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 3,9 | 4,2 | 4,7 |
| 2,0 | 0,9 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 3,9 |
| | 1,2 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 3,4 |
| | 0,6 | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 3,8 | 3,8 | 4,1 | 4,6 |
| 2,5 | 0,9 | 2,0 | 2,4 | 2,7 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,8 |
| | 1,2 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,3 |
| | 0,6 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 4,0 | 4,5 |
| 3,0 | 0,9 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,8 | 3,2 |
| | 0,6 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,9 | 4,4 |
| 3,5 | 0,9 | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 2,9 | 3,2 | 3,6 |
| | 1,2 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3,1 |
| | 0,6 | 2,3 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 4,2 |
| 4,0 | 0,9 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,1 | 3,4 |
| | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 3,0 |
| | 0,6 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,1 |
| 4,5 | 0,9 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,3 |
| | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,9 |
| | 0,6 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 3,9 |
| 5,0 | 0,9 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 3,2 |
| | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,8 |
| | 0,6 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| 6,0 | 0,9 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3,0 |
| | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,6 |
| | 0,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,5 |
| 7,0 | 0,9 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,9 |
| | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,5 |
| | 0,6 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 3,4 |
| 8,0 | 0,9 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,7 |
| | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,4 |
| | 0,6 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 3,2 |
| 9,0 | 0,9 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,6 |
| | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,3 |

Tabell 21 c Største spennvidde (m) for taksperrer av konstruksjonstrevirke C24

Takvinkel 0–30°

| Snølast på mark | Sperre- avstand | Sperredimensjon (mm) | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|-----|-----|-----|---------|------|-----|
| | | 48 x | | | | 61 x | 73 x | |
| kN/m ² | m | 148 | 173 | 198 | 223 | 198 | 198 | 223 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,4 | 4,2 | 4,5 | 5,1 |
| 1,5 | 0,9 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 3,7 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,0 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,4 | 4,2 | 4,5 | 5,0 |
| 2,0 | 0,9 | 2,4 | 2,8 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 3,9 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,8 | 4,3 | 4,2 | 4,4 | 5,0 |
| 2,5 | 0,9 | 2,4 | 2,8 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,0 | 2,4 | 2,7 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,8 |
| | 0,6 | 2,8 | 3,3 | 3,7 | 4,2 | 4,1 | 4,4 | 4,9 |
| 3,0 | 0,9 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,4 | 3,4 | 3,8 | 4,2 |
| | 1,2 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| | 0,6 | 2,7 | 3,2 | 3,6 | 4,1 | 4,1 | 4,3 | 4,9 |
| 3,5 | 0,9 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,1 |
| | 1,2 | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 2,9 | 3,2 | 3,6 |
| | 0,6 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 3,9 | 4,3 | 4,8 |
| 4,0 | 0,9 | 2,1 | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 4,0 |
| | 1,2 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,1 | 3,4 |
| | 0,6 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 3,8 | 4,2 | 4,7 |
| 4,5 | 0,9 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,8 |
| | 1,2 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,3 |
| | 0,6 | 2,4 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 4,5 |
| 5,0 | 0,9 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 3,2 |
| | 0,6 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,8 | 4,3 |
| 6,0 | 0,9 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,1 | 3,5 |
| | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3,0 |
| | 0,6 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,1 |
| 7,0 | 0,9 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,3 |
| | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,9 |
| | 0,6 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,9 |
| 8,0 | 0,9 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,8 | 3,2 |
| | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,7 |
| | 0,6 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| 9,0 | 0,9 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3,0 |
| | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,6 |

Tabell 21 e Største spennvidde (m) for taksperrer av konstruksjonstrevirke C30

Takvinkel 0–30°

| Snølast på mark | Sperre- avstand | Sperredimensjon (mm) | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|-----|-----|-----|---------|------|-----|
| | | 48 x | | | | 61 x | 73 x | |
| kN/m ² | m | 148 | 173 | 198 | 223 | 198 | 198 | 223 |
| | 0,6 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,4 | 4,6 | 5,2 |
| 1,5 | 0,9 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 4,0 | 3,8 | 4,1 | 4,6 |
| | 1,2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 | 3,7 | 4,2 |
| | 0,6 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,3 | 4,6 | 5,2 |
| 2,0 | 0,9 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 3,8 | 4,0 | 4,5 |
| | 1,2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,4 | 3,6 | 4,1 |
| | 0,6 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,3 | 4,6 | 5,1 |
| 2,5 | 0,9 | 2,6 | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 3,7 | 4,0 | 4,5 |
| | 1,2 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,4 | 3,4 | 3,6 | 4,1 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,4 | 4,2 | 4,5 | 5,1 |
| 3,0 | 0,9 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 3,7 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 4,0 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,4 | 4,2 | 4,5 | 5,0 |
| 3,5 | 0,9 | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,1 | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 4,0 |
| | 0,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 | 4,3 | 4,2 | 4,4 | 5,0 |
| 4,0 | 0,9 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 3,9 | 4,4 |
| | 1,2 | 2,1 | 2,4 | 2,8 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,8 |
| | 0,6 | 2,8 | 3,3 | 3,8 | 4,3 | 4,1 | 4,4 | 4,9 |
| 4,5 | 0,9 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,8 | 4,3 |
| | 1,2 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| | 0,6 | 2,7 | 3,2 | 3,7 | 4,1 | 4,1 | 4,4 | 4,9 |
| 5,0 | 0,9 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 4,2 |
| | 1,2 | 1,9 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 2,9 | 3,2 | 3,6 |
| | 0,6 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,9 | 3,9 | 4,2 | 4,8 |
| 6,0 | 0,9 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3,5 | 3,9 |
| | 1,2 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 3,4 |
| | 0,6 | 2,4 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 4,5 |
| 7,0 | 0,9 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,7 |
| | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 2,9 | 3,2 |
| | 0,6 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,8 | 4,3 |
| 8,0 | 0,9 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,5 |
| | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3,1 |
| | 0,6 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 4,1 |
| 9,0 | 0,9 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 3,4 |
| | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,9 |

| | Normale forhold opptil 35 m/s | | | Værharde strøk over 35 m/s | | |
|-----------|-------------------------------|--------|---------------------------------|----------------------------|--------|---------------------------------|
| Takvinkel | Største lektaavstand | Omlegg | Antall stein pr. m ² | Største lektaavstand | Omlegg | Antall stein pr. m ² |
| ≥ 28° | 350 mm | 50 mm | 14,3 | 330 mm | 70 mm | 15,2 |
| 27° | 345 mm | 55 mm | 14,5 | 325 mm | 75 mm | 15,4 |
| 25° | 340 mm | 60 mm | 14,7 | 320 mm | 80 mm | 15,6 |
| 23° | 335 mm | 65 mm | 14,9 | 315 mm | 85 mm | 15,9 |
| 22° * | 330 mm | 70 mm | 15,2 | 310 mm | 90 mm | 16,1 |
| 20° * | 320 mm | 80 mm | 15,6 | 300 mm | 100 mm | 16,7 |
| 18° * | 310 mm | 90 mm | 16,1 | 290 mm | 105 mm | 17,2 |
| 15° * | 300 mm | 105 mm | 16,7 | 280 mm | 110 mm | 17,9 |

* Det er viktig å ta spesielle forholdsregler for å få et tetttest mulig tak. Ved lave takvinkler anbefaler vi bærende undertak.

Tabell 1 - Lektaavstander

5.2. Tekniske data

Enkelkrum takstein leveres i krympeplast med 10 stein i hver pakke (ca 30 kg).

| Beskrivelse | enkelkrum | møner | vindskistein |
|--------------|-----------|---------|--------------|
| Total lengde | 400 | 420 | 420 |
| Total bredde | 230 | 230-250 | – |
| Byggelengde | 350* | 330 | 330-370 |
| Byggebredde | 200 | 230-250 | – |
| Vekt | 3,0 | 4,5 | 4,1 |

| Vekter og antall normalstein | |
|---------------------------------|----------------------|
| Antall pr. m ² * | 14,3 stk |
| Vekt pr. m ² | 42 kg |
| Antall stein pr. pall | 240 stk |
| Antall m ² pr. pall* | 16,78 m ² |
| Vekt pr. pall | 800 kg |

*ved lektaavstand 350 mm

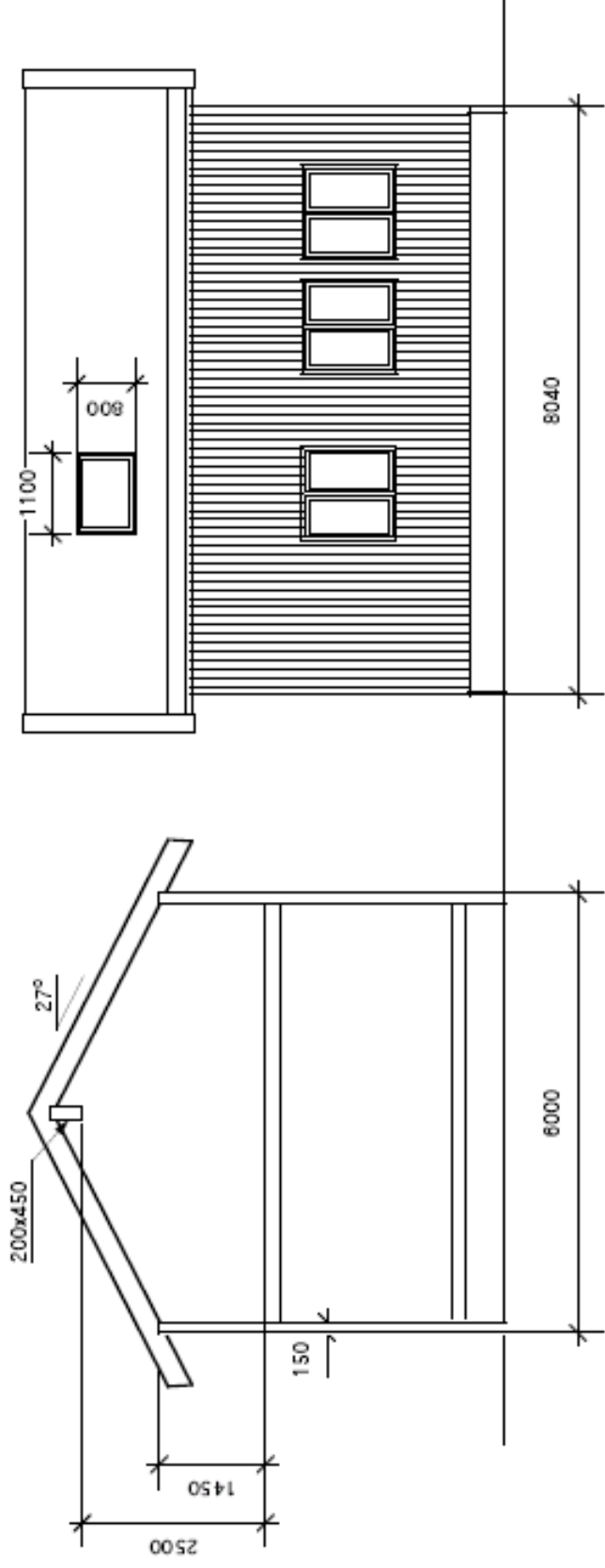
Utvexling i sperretak. Økning av sperretykkelsen i forhold til standarddimensjonen for taksperrere. Spennvidde opptil ca. 4,0 m og senteravstand 600 mm.

| Antall stikksperrer | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|------|
| Vekselbjelke | | | 48mm |
| Sidesperre | 12 mm | 36 mm | 48mm |

Tabell hentet fra Anders Frøstrups bok : **Tømreorteori** - konstruksjoner i tre.

Tegningen er ikke nøyaktig i målestokk.

Vedlegg 3



SNITT

FASADE

Husets grunnflate er 6000 x 8040 mm