



Træspær 1

Spær med hulplader

TRÆ 59

Træspær 1

Spær med hulplader



TRÆ 59

Træinformation

Indhold

Forord	3
Valg af tagkonstruktion	4
Bjælkespær	8
Spærdimensionering	12
Trekantspær	15
Saksspær	24
Halvspær	32
Hanebåndsspær	44
Fritliggende spær	48
Spærfodsdimensionering	52
Gitterbjælker	57
Opstilling og afstivning	58
Stabilisering og forankring	62
Afstivning af gitterstænger	70
Bjælkelag i småhuse	72
Udvekslinger	74
Dimensioneringsforudsætninger	76
Læsevejledning	78
Index	79

Forord

Håndbogen giver detaljerede anvisninger på dimensionering og udførelse af bjælkespær, gitterspær og hanebåndsspær samlet med hulplader, og synlige spær samlet med indslidsede stålplader.

Bogen anviser sikre metoder til opstilling af spær ved hjælp af gitterbjælker, der kan dimensioneres og udføres som vist i håndbogen. Den midlertidige og permanente afstivning af tagværket, der skal foretages umiddelbart efter opstillingen, er detaljeret gennemgået i *TRÆ 58, Træspær 2*. Oplægning af træbaserede undertage, afstandslister og taglægter er beskrevet i henholdsvis *TRÆ 54, Undertage* og *TRÆ 51, Taglægter*.

Til dimensionering af bjælkelag i småhuse og mellembjælker ved hanebåndsspær indeholder håndbogen dimensioneringstabeller for de mest anvendte trædimensioner.

Dimensioneringen af spær og bjælkelag er foretaget i henhold til Eurocode 5 med tilhørende danske annekser. Beregningsforudsætningerne er beskrevet bagerst i bogen. Træspær og bjælkelag kan derfor udføres i overensstemmelse med de angivne dimensioner og forudsætninger, uden at yderligere beregninger er nødvendige.

Bogen erstatter *TRÆ 28, Træspærfag*, 1. udg. 1983, 2. udg. 1990 og 3. udg. 1998, samt *TRÆ 28, Træspær 1*, 4. udg. 2004 og 5. udg. 2004.

Håndbogen henvender sig til udførende og projekterende, der vælger værkstedsfremstillede træspær. Bogen kan med fordel anvendes i den byggetekniske undervisning. Selvbyggere vil også kunne bruge bogens anvisninger, når enkle tagkonstruktioner skal udføres.

Træinformation
December 2009
Bjarne Lund Johansen

Valg af tagkonstruktion

Tagets form, konstruktion og materialer har afgørende indflydelse på husets funktion, holdbarhed og udseende.

Valg af spærtype vil derfor afhænge af om tagrummet skal udnyttes, tilpasning til den omgivende bebyggelse, materialers holdbarhed og pris samt evt. tilpasning til husets tag i øvrigt ved om- og tilbygning.

Spærtyper

Træspær opdeles normalt i tre forskellige typer betinget af deres udseende:

- Bjælkespær
- Gitterspær
- Hanebåndsspær

Gitterspær underopdeles i trekantsspær, saks-spær og halvspær. De behandlede spærtyper i bogen er vist på side 6-7.

Spærkonstruktionens dimensioner afhænger af spændvidde, tagdækningens egenlast, taghældning og understøtningsmuligheder.

Håndbogen viser detaljer for udførelsen af spær med sædvanlige spændvidder og taghældninger ved anvendelse af konstruktionstræ i styrkeklasse C18, samlet med hulplader og beslagsøm. Forudsætningerne for dimensioneringen er beskrevet i kapitlet *Dimensioneringsforudsætninger*, side 76.

Tagdækning

Alle tagmaterialer skal lægges med en hældning, der er bestemt af materialernes egenskaber og konstruktionens udformning.

Taghældningen bør ikke være mindre end de i tabel 1 angivne hældninger. Lægges tagdækningen med en mindre hældning end angivet, bør det alene ske i henhold til tagmaterialeproducentens anvisninger og godkendelse.

Tagets levetid afhænger af såvel tagdækningsmaterialernes kvalitet som af udførelsen. Specielt ved taghældninger, der nærmer sig mindsteværdierne, er korrekt udførelse væsentlig.

Tabel 1 Mindste taghældning og vægt af tagdækninger.

Tagdækninger	Last i kN/m ² af tagfladen ¹⁾	Vejledende mindste taghældning
Tagpap, 2 lag på plant underlag	ca. 0,25	ca. 1,5° ~ 1:40 ²⁾
Metalplader, faldede på plant underlag	ca. 0,25	ca. 1,5°
Fibercement, bølgeplader på lægter	ca. 0,25	ca. 15°
Fibercement, skifer på lægter	ca. 0,30	ca. 25°
Tegl, vingetagsten på lægter + undertag	ca. 0,55	ca. 25°
Tegl, falstagsten på lægter + undertag	ca. 0,60	ca. 25°
Tegl, tagsten (K21) dobbeltfals på lægter + undertag	ca. 0,60	ca. 25°
Beton, tagsten dobbeltfals på lægter + undertag	ca. 0,55	ca. 15°
Strå på lægter (200 mm tykkelse)	ca. 0,55	ca. 40°
Græstørv (150 mm) på brædder og vandtæt folie (21 mm brædder ved 0,6 m spærafstand ³⁾)	ca. 3,00	10-25°

1) Laster på konstruktioner angives i kN. Lasten af en masse på 100 kg er 0,98 kN eller ca. 1 kN.

2) Iht. Bygningsreglement må ingen tagflade udføres med mindre taghældning end 1:40.

3) Fra beskrivelse af græstørvstag i BygErfa Erfaringsblad (27) 081209.

Bjælkespær

Bærende bjælker af konstruktionstræ kan anvendes til tage med lille hældning ved spændvidder indtil ca. 6 m, afhængigt af tagvægt, bjælkeafstand og stivhedskrav. Ved større spændvidder vil limtræ-, LVL- eller gitterbjælker med fordel kunne anvendes.

Bjælkespær anvendes også ved større taghældninger, hvor der ønskes paralleltag. Taghældningen kan være ensidig eller tosidig (saddeltag).

Håndbogen behandler simpelt understøttede bjælkespær og spær med mellemunderstøtning.

Dimensionering af bjælkespær af konstruktionstræ kan foretages ved hjælp af tabellerne på side 8-11.

Gitterspær

Gitterspær fremstilles normalt med en taghældning fra ca. 15° til 50° og kan anvendes ved spændvidder helt op til 30 m.

Gitterspær begrænser mulighederne for at udnytte tagrummet, men giver gode muligheder for fremføring af installationer. Større installationskomponenter, der ønskes placeret i tagrummet, skal planlægges så der tages hensyn til føringsveje, vægt og komponentstørrelser ved udformning og dimensionering af spærerne.

Gitterspær muliggør en kraftig varmeisolering af loftet samt effektiv ventilation og inspektion af tagrummet. Ved tagfoden skal det dog sikres at isoleringen er udført, så der er god ventilation af tagrummet, se f.eks. *TRÆ 54 Undertage*, *TRÆ 56 Træskelthuse* og bygningsdetaljerne i *TræCAD*. Gitterspær kan udføres med mange specielle former og kan tilpasses særlige krav og behov. Håndbogen behandler tre hovedtyper trekantspær, side 15-23, saksspær, side 24-31 og halvspær, side 32-43.

Hanebåndsspær

Hanebåndsspær udføres normalt med en taghældning på 40-50° for at tagrummet kan udnyttes.

For at opnå størst muligt loftrum anvendes ofte spær med indrykket understøtning, hvor spærfodens længde er større end afstanden mellem remmene på ydervæggene.

Alternativt kan der anvendes trempelkonstruktioner, som hæver selve spærkonstruktionen.

Hanebåndsspær kan udføres med eller uden fod. Ved træbjælkelag anvendes sædvanligvis spær med fod, idet foden er en del af bjælkelaget. Der skal normalt indlægges 1 eller 2 mellembjælker mellem spærfoderne.

Hanebåndsspær uden fod er kun almindeligt ved opstilling på andet bærende dæk, for eksempel af beton.

Håndbogen giver anvisning på detailudformning og samling af hanebåndsspær med fod, se side 44-47.

Fritliggende spær

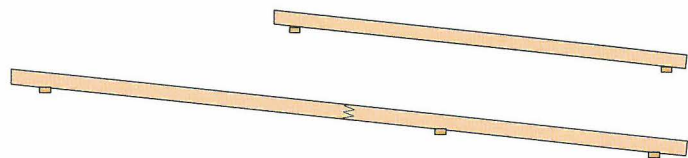
Fritliggende spær skal kunne modstå brandpåvirkning og må udføres med kraftige trædimensioner på grund af risikoen for indbrænding. Den optimale spærafstand er derfor ret stor.

Skjulte samlinger kan sikre brandbeskyttelsen af disse.

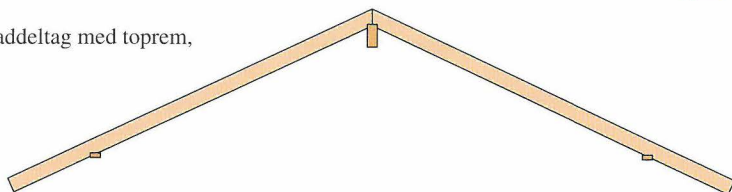
De viste detaljer er for spær af limtræ med spærafstand 2,4 m og samlinger med dorne og indslidsede stålplader, se side 48-51.

Spærtyper

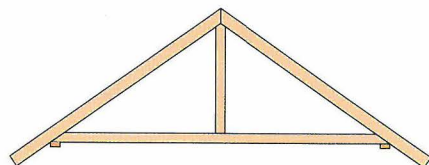
Bjælkespær, se side 8-11



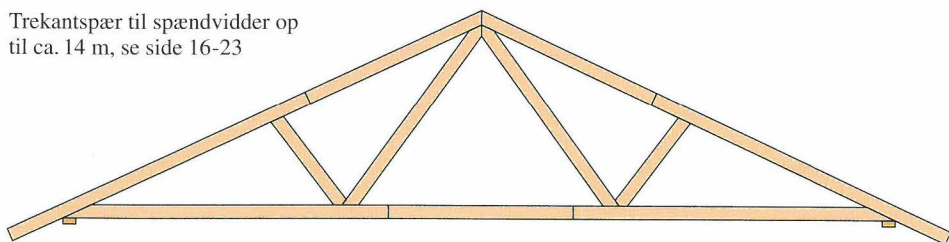
Bjælkespær anvendt til saddeltag med toprem, se side 8-11



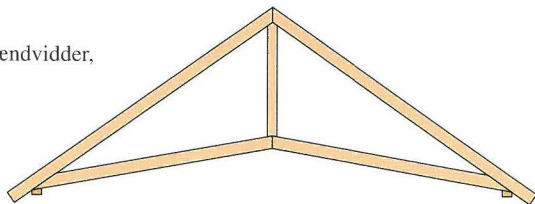
Trekantspær til små spændvidder, se side 15



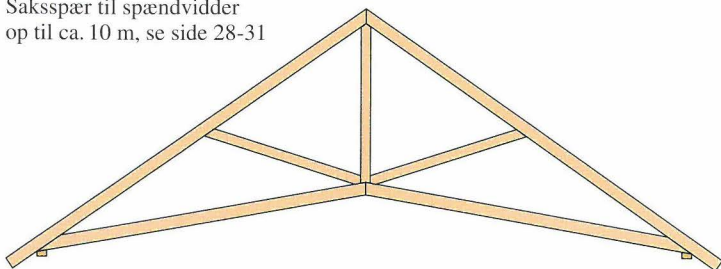
Trekantspær til spændvidder op til ca. 14 m, se side 16-23



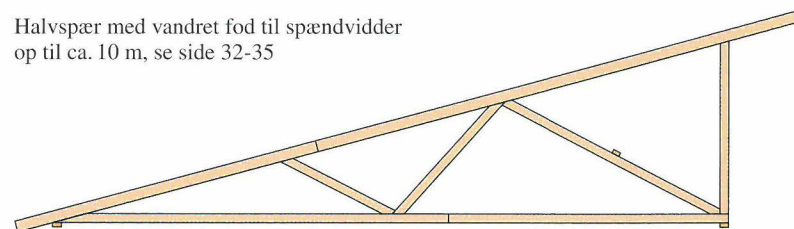
Saksspær til små spændvidder, se side 24-27



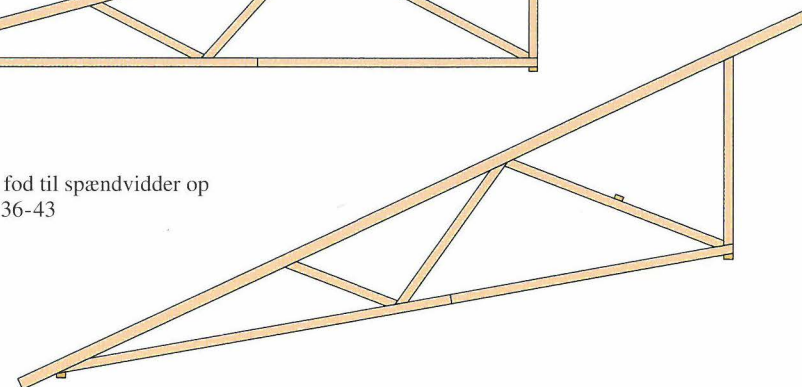
Saksspær til spændvidder op til ca. 10 m, se side 28-31



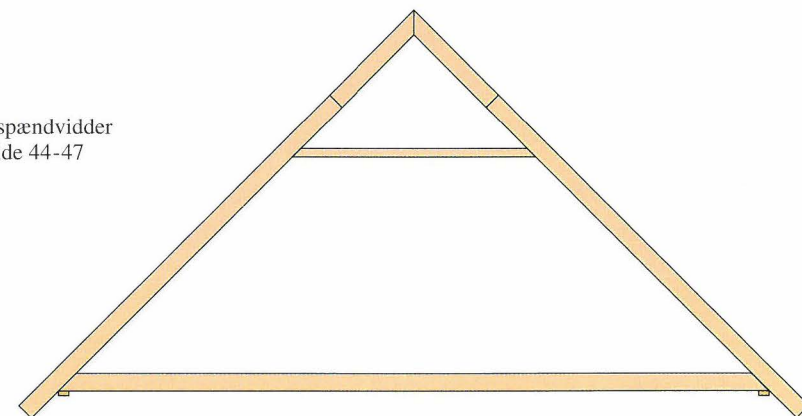
Halvspær med vandret fod til spændvidder op til ca. 10 m, se side 32-35



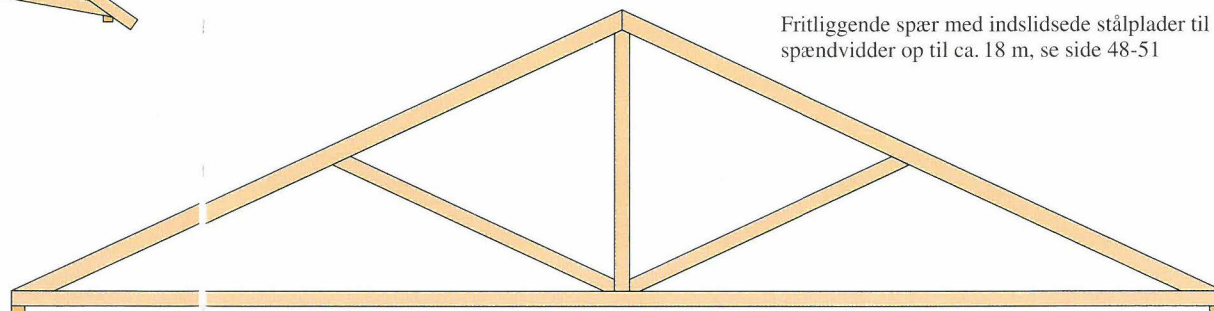
Halvspær med skrå fod til spændvidder op til ca. 11 m, se side 36-43



Hanebåndsspær til spændvidder op til ca. 10 m, se side 44-47



Fritliggende spær med indslidsede stålplader til spændvidder op til ca. 18 m, se side 48-51



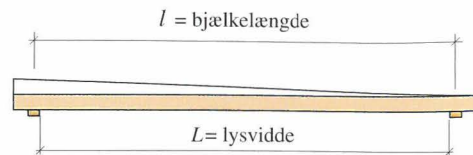
Bjælkespær

Den tilladelige lysvidde L for bjælkespær bestemmes normalt af nedbøjningskravet $u/l \leq 1/400$ for egenlast, se figur 1.

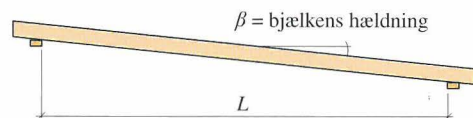
I tabel 2 er den største lysvidde L_u angivet, som overholder nedbøjningskravet, samt den største lysvidde L_f , som alene overholder styrkekravet, gældende for de viste kombinationer af bjælke dimensioner og bjælkeafstande.

Ved dimensionering af tagbjælker bør L_u -værdier i tabellerne normalt anvendes, med mindre en større bjælkenedbøjning kan accepteres.

Tabellen gælder for henholdsvis let tag og tungt tag med en taghældning på 15° og bjælker i styrkeklasse C18. For andre taghældninger og styrkeklasser multipliceres lysvidden med faktorerne i tabel 3 og tabel 4.



Vandrette bjælkespær med opskalkning



Bjælkespær med hældning

Figur 1 Der skal sikres et fald på taget på mindst 1:40 enten ved opskalkning eller ved hældning af bjælkerne. Lysvidden L måles vandret mellem remmene, l er længden fra midte til midte af bjælkeunderstøtninger.

Tabel 2 Bjælkespær over 1. fag, lysvidder L i m.

L_u sikrer at langtidsnedbøjningen for egenvægt er mindre end $l/400$, og bør normalt anvendes ved dimensionering af tagbjælker. L_f sikrer alene at styrken overholder normkravene.

Let tag, 0,25 kN/m²

Bjælke dimensioner, mm	Bjælkeafstand, m									
	0,4		0,6		0,8		1,0		1,2	
b h	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f
45 120	2,81	3,77	2,48	3,09	2,26	2,67	2,10	2,38	1,98	2,17
45 145	3,39	4,56	3,00	3,74	2,74	3,24	2,55	2,89	2,40	2,64
45 170	3,96	5,34	3,51	4,39	3,21	3,81	2,99	3,40	2,82	3,10
45 195	4,52	6,12	4,02	5,03	3,68	4,37	3,44	3,91	3,24	3,57
45 220	5,07	6,88	4,52	5,67	4,15	4,93	3,88	4,42	3,66	4,04
45 245	5,62	7,64	5,02	6,31	4,62	5,49	4,31	4,92	4,08	4,50
45 270	6,16	8,40	5,51	6,95	5,08	6,05	4,75	5,43	4,49	4,96
45 295	6,69	9,15	6,00	7,58	5,53	6,60	5,18	5,93	4,90	5,42
95 195	5,48	8,62	4,96	7,18	4,59	6,27	4,31	5,64	4,09	5,17
95 245	6,73	10,67	6,13	8,94	5,70	7,84	5,37	7,06	5,10	6,48
95 295	7,93	12,67	7,27	10,66	6,78	9,38	6,40	8,46	6,09	7,77

Kan der accepteres større nedbøjninger end $u/l = 1/400$ kan L øges. Hvis man f.eks. kan acceptere $u/l = 1/300$ kan lysvidden L_u øges med 10 %, naturligvis forudsat lysvidden er mindre end L_f .

Tabel 3 Faktorer r_u og r_f som lysvidderne L_u og L_f i tabel 2 skal multipliceres med, som funktion af bjælkehældningen β .

β	$\leq 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
r_u	1,00	0,97	0,94	0,89	0,84	0,79	0,72	0,66
r_f	1,00	0,98	0,95	0,92	0,92	0,91	0,89	0,86

Tabel 4 Faktorer s_u og s_f som lysvidderne L_u og L_f i tabel 2 skal multipliceres med, som funktion af styrkeklassen.

Styrkeklasse	C14	C18	C24	C30
s_u	0,88	1,00	1,08	1,15
s_f	0,88	1,00	1,15	1,29

Tabelværdierne gælder for hældningen 15° og styrkeklasse C18. For andre hældninger, multipliceres med faktor r_u og r_f i tabel 3. For andre styrkeklasser multipliceres med faktorerne s_u og s_f i tabel 4.

Tungt tag, 0,55 kN/m²

Bjælke dimensioner, mm	Bjælkeafstand, m									
	0,4		0,6		0,8		1,0		1,2	
b h	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f
45 120	2,43	3,46	2,13	2,82	1,93	2,44	1,79	2,17	1,68	1,98
45 145	2,94	4,18	2,58	3,42	2,35	2,96	2,18	2,64	2,05	2,41
45 170	3,44	4,90	3,03	4,02	2,76	3,48	2,57	3,11	2,42	2,84
45 195	3,94	5,62	3,48	4,61	3,18	4,00	2,95	3,58	2,78	3,27
45 220	4,44	6,33	3,93	5,20	3,59	4,52	3,34	4,04	3,15	3,69
45 245	4,93	7,03	4,37	5,79	3,99	5,03	3,72	4,51	3,51	4,12
45 270	5,41	7,73	4,81	6,38	4,40	5,55	4,10	4,97	3,87	4,54
45 295	5,90	8,43	5,24	6,96	4,80	6,06	4,48	5,43	4,23	4,97
95 195	4,87	7,96	4,36	6,61	4,01	5,77	3,75	5,18	3,54	4,74
95 245	6,03	9,89	5,43	8,25	5,01	7,21	4,69	6,49	4,44	5,95
95 295	7,16	11,76	6,47	9,85	5,99	8,64	5,62	7,79	5,33	7,14

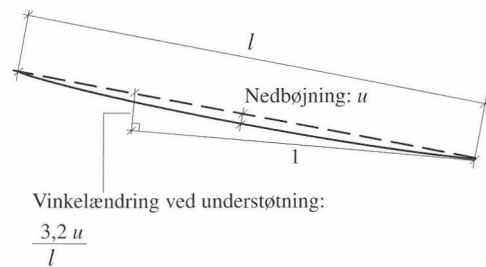
Eksempel 1

Et bjælkespær af C24 skal spænde over lysvidden 5,00 m. Taget er let, hældningen er 35° og spærafstanden er 0,6 m. I tabel 3 og 4 findes korrektionsfaktorer for taghældningen og styrkeklassen. Man skal i tabel 2 finde en dimension hvor $L_u \times 0,84 \times 1,08 \geq 5,00$ m eller $L_u \geq 5,51$ m og $L_f \times 0,92 \times 1,15 \geq 5,00$ eller $L_f \geq 4,73$ m.

45×270 mm kan anvendes da $L_u = 5,51$ m og $L_f = 6,95$ m. Styrken vil i praksis aldrig være afgørende.

Risiko for bagfald

For at undgå risiko for bagfald må der aldrig projekteres med taghældninger under 1:40 (ca. 1,5°). Hældningen ved den lave ende reduceres med 3,2 u/l som følge af nedbøjningen, se figur 2. Dette har især betydning ved små taghældninger.



Figur 2 Nedbøjningen u reducerer hældningen af taget ved den lave side med 3,2 u/l .

Ved $u/l = 1/400$ vil nedbøjningen reducere taghældningen med $3,2/400 = 1:125$. Ved en projekteret taghældning på 1:40 reduceres hældningen med tiden derfor til:

$$\frac{1}{40} - \frac{1}{125} \approx \frac{1}{59}$$

Hvis man tillader større nedbøjninger end $u/l = 1/400$ bør minimumshældningen øges, så den reducerede taghældning for egenlast bliver mindst 1:60 – og gerne mere.

Tabel 5 Bjælkespær over 2 fag, lysvidder L i m.

L_u sikrer at langtidsnedbøjningen for egenvægt er mindre end $l/400$, og bør normalt anvendes ved dimensionering af tagbjælker. L_f sikrer alene at styrken overholder normkravene.

Let tag, 0,25 kN/m²

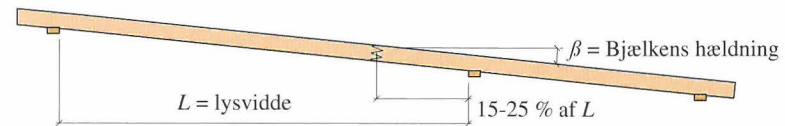
Bjælke- dimensioner, mm	Bjælkeafstand, m										
		0,4		0,6		0,8		1,0		1,2	
b	h	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f
45	120	3,21	3,77	2,79	3,09	2,53	2,67	2,34	2,38	2,20	2,17
45	145	3,90	4,56	3,39	3,74	3,07	3,24	2,85	2,89	2,67	2,64
45	170	4,59	5,34	4,00	4,39	3,62	3,81	3,36	3,40	3,15	3,10
45	195	5,28	6,12	4,60	5,03	4,17	4,37	3,86	3,91	3,63	3,57
45	220	5,97	6,88	5,20	5,67	4,72	4,93	4,37	4,42	4,11	4,04
45	245	6,66	7,64	5,80	6,31	5,26	5,49	4,88	4,92	4,59	4,50
45	270	7,35	8,40	6,41	6,95	5,81	6,05	5,39	5,43	5,06	4,96
45	295	8,04	9,15	7,01	7,58	6,36	6,60	5,90	5,93	5,54	5,42
95	195	6,80	8,62	5,93	7,18	5,38	6,27	4,98	5,64	4,68	5,17
95	245	8,57	10,67	7,47	8,94	6,78	7,84	6,29	7,06	5,91	6,48
95	295	10,34	12,67	9,02	10,66	8,19	9,38	7,59	8,46	7,14	7,77

Bjælkespær med mellemunderstøtning

Når et bjælkespær i et stykke mellemunderstøttes, se figur 3, vil nedbøjningen i det længste fag være mindre end nedbøjningen af et simpelt understøttet bjælkespær med spændvidde som det længste af de to fag.

Tabel 5 angiver lysvidderne L_u og L_f af det længste fag. Der kan korrigeres for taghældning og styrkeklasse ved hjælp af faktorerne i tabel 3 og tabel 4.

Lysvidden L_u i tabel 5 sikrer, at nedbøjningen for egenvægt er højst $l/400$. Nedbøjningen for snelast bliver mindre end $l/400$, når halvdelen af snelasten betragtes som fri. Lysvidden L_f er ens for et fag og to fag.



Figur 3 Bjælkespær over 2 fag. Det længste fag er afgørende for spændvidden. Er spæret fingerskarret bør fingerskarringen placeres som vist, hvor momentet er lille.

Tabelværdierne gælder for hældningen 15° og styrkeklasse C18. For andre hældninger, multipliceres med faktor r_u og r_f i tabel 3. For andre styrkeklasser multipliceres med faktorerne s_u og s_f i tabel 4.

Tungt tag, 0,55 kN/m²

Bjælke- dimensioner, mm	Bjælkeafstand, m										
		0,4		0,6		0,8		1,0		1,2	
b	h	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f	L_u	L_f
45	120	3,20	3,46	2,79	2,82	2,53	2,44	2,34	2,17	2,20	1,98
45	145	3,86	4,18	3,39	3,42	3,07	2,96	2,85	2,64	2,67	2,41
45	170	4,52	4,90	3,99	4,02	3,62	3,48	3,36	3,11	3,15	2,84
45	195	5,18	5,62	4,57	4,61	4,17	4,00	3,86	3,58	3,63	3,27
45	220	5,82	6,33	5,15	5,20	4,71	4,52	4,37	4,04	4,11	3,69
45	245	6,46	7,03	5,73	5,79	5,24	5,03	4,88	4,51	4,59	4,12
45	270	7,10	7,73	6,30	6,38	5,77	5,55	5,38	4,97	5,06	4,54
45	295	7,72	8,43	6,87	6,96	6,30	6,06	5,88	5,43	5,54	4,97
95	195	6,39	7,96	5,72	6,61	5,26	5,77	4,92	5,18	4,65	4,74
95	245	7,90	9,89	7,11	8,25	6,56	7,21	6,15	6,49	5,82	5,95
95	295	9,37	11,76	8,47	9,85	7,84	8,64	7,36	7,79	6,98	7,14

Eksempel 2

Der betragtes en bygning med lysvidden 8 m mellem remmene på ydervæggene og gennemgående bjælkespær af C18. Spærende mellemunderstøttes på en bærende indervæg, der opdeles spændet så den største lysvidde mellem ydervæg og indervæg bliver 4,30 m. Taget er let, hældningen er 25° og spærafstanden er 0,8 m.

Korrektionen for taghældningen findes i tabel 3 til 0,94 så man i tabel 5 skal finde en tværsnitsdimension, hvor $L_u \times 0,94 \geq 4,30$ m eller $L_u \geq 4,57$ m. For 45 x 220 mm er $L_u = 4,72$ m og dermed tilstrækkelig.

Styrken vil i praksis ikke blive afgørende.

Spærdimensionering

Valg af spærkonstruktion

Når spærtypen er valgt, kan den største spændvidde findes i tabellen for hver spærtype ud fra den givne taghældning og tagtyngde (let eller tungt tag), ved en største spærafstand på 1 m.

Er der behov for en taghældning mellem de angivne vinkler, kan spændvidden for en given kombination af hoved og fod findes ved at interpolere lineært. Samlingerne udføres som for den hældning, der stiller størst krav, hvilket som regel er den mindste af de to hældninger der interpoleres imellem.

Af tabellerne fremgår hvilke af de indvendige gitterstænger, der skal tværafstives. Afstivningen kan ske som vist side 70-71.

Afstivningen af spærhovederne kan ske som beskrevet i TRÆ 58, Træspær 2. Gitterbjælker, der indgår i de afstivende systemer for mindre bygninger, kan udføres som vist side 57.

Ved tunge isolerede vægge vil remmen ofte være trukket ret langt ind på spærfoden. I afsnittet *Indrykning af rem*, side 13 er anvist, hvornår spærfoden skal forstærkes, og hvordan det kan ske. Der vil normalt ikke være behov for forstærkning ved træskeletvægge, da understøtningen normalt er placeret længere ude.

Materialer

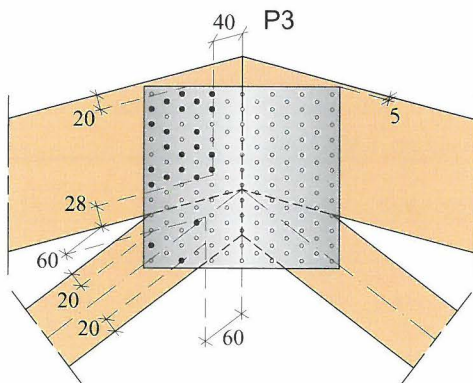
- Konstruktionstræ C18 med tykkelsen 45 mm.
- Hulplader med tykkelsen mindst 1,5 mm, som anbringes på begge sider. De fleste af de viste plader er standardplader som Simpson Strong-tie.
- Beslagsøm 4,0 x 35 mm, der isættes fra begge sider.

Sømplacering

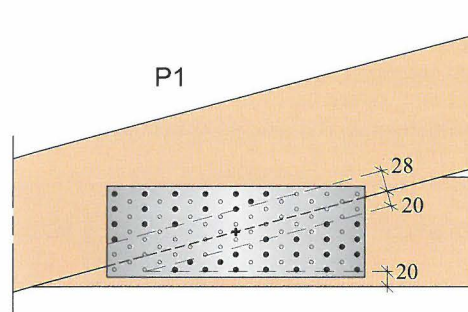
Tegninger og tabeller på side 15-47 og 52-56 angiver hvilke pladestørrelser, der skal anvendes, og hvor de skal placeres, samt hvor mange søm, der skal anvendes. På tegningerne er også vist, indenfor hvilket område sømmene skal placeres for at overholde afstandskravene. Ofte skal godt halvdelen af hullerne anvendes.

Sømplaceringen sker bedst ved først at tælle, hvor mange søm, der er plads til indenfor det område, hvor sømmene må placeres, og se i den relevante spærtabel hvor mange søm, der skal bruges. Derefter vælges de huller der skal bruges ved at »hule sømgruppen ud indefra«, idet sømmene fungerer bedst, hvis de fleste placeres i to grupper med størst mulig afstand, se figur 4 og 5, der viser eksempler på sømplacering.

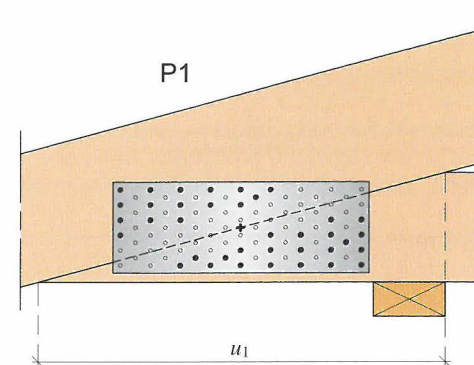
Læsevejledning til sømangivelser i spærtabellerne findes på side 78.



Figur 4 Kipsamling i gitterspær, hvor der skal anbringes 20+3 søm. Der er plads til 30+10. De 20 søm skal fordeles over et omtrent rektangulært område. Sømmene langs rektanglets korte kanter er de mest effektive. Her placeres de fleste søm. Øvrige søm fordeles jævnt over resten af arealet. De 3 søm i gitterstangen placeres ideelt i en trekant og nogenlunde symmetrisk omkring træets midterlinje.



Figur 5 Samling mellem spærhoved og fod, hvor der skal anbringes 16+21 søm. Der er plads til 24+30. Ved trekantformede områder er sømmene nær den spidse vinkel de mest effektive. Alle hullerne langs den modstående korte side bør også anvendes.



Figur 6 Maksimal indrykning af rem uden forstærkning med kile. Afstanden u_1 findes i tabel 6.

Tværtryk

Hvor bjælker og spær hviler af på remme, opstår der tryk vinkelret på træets fibre. I den retning er træet ikke særlig stærkt og vil blive trykket betydeligt sammen over tiden, hvis det belastes for hårdt.

For mindre spær og bjælkelag vil bæreevnen ikke blive overskredet i følgende tilfælde:

- Bjælkelag i en bolig: Bjælke 45 mm bred og 5 m lang, der understøttes på de yderste 30 mm i hver ende på en rem, væg eller bjælke. Bjælkeafstand højst 0,5 m.
- Spær: 45 mm bred med spændvidde op til 14 m, der hviler på en 45 x 95 mm rem. Spærafstanden er højst 1 m.

Indrykning af rem

Uden forstærkning

Når remmen understøtter samlingen mellem spærets hoved og fod inden for skæringspunktet mellem spærhovedets underside og spærfodens overside, se figur 6, kan spærfodssamlingen udføres, som vist på detailtegningerne for hver spærtype, se side 15-47.

Den største indrykning afhænger af spærfodens højde og taghældningen. Samlingens længde øges med spærfodens højde og reduceres ved stigende taghældning. Den største tilladelige indrykning af en 95 mm rem fremgår af tabel 6.

Hvis den ønskede indrykning kun er lidt større end den tilladte, kan man med fordel, især ved mindre taghældninger, øge højden på spærfoden i stedet for at forstærke spærfoden.

Tabel 6 Største indrykning u_1 (mm) af en 95 mm rem uden forstærkning med kile.

Taghældning							
Spærfodshøjde	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
95 mm	355	261	204	165	136	113	95
120 mm	448	330	257	208	171	143	120
145 mm	450	398	311	251	207	173	145
170 mm	450	450	365	294	243	203	170
195 mm	450	450	418	338	278	232	195

Ved træskeletvægge vil der normalt ikke være behov for større indrykning, men ved tunge ydervægge med bærende bagvæg er der behov for rykke remmen længere ind. Indrykningen på 450 mm passer til en isole-ringstykkelse på op til 250 mm.

Med forstærkning

Ved større indrykning end angivet i tabel 6, dog højst 450 mm, forstærkes samlingen mellem hoved og fod ved hjælp af kile og ekstra hulplader, se figur 7 og 8. Forstærkningen fører en del af lasten udenom spær-foden.

For saksspær udføres samlingen som for trekantsspær med taghældning, svarende til forskellen på hældningen mellem hoved og fod.

Udførelse af forstærkning

Forstærkningsdetaljer gældende for taghældninger $\geq 20^\circ$ med angivelse af pladestørrelse og sømplacement er vist på side 52-56.

Alle søm i hoved og fod skal placeres mindst 28 mm fra træets kanter og kan udføres, når pladen placeres efter følgende retningslinjer:

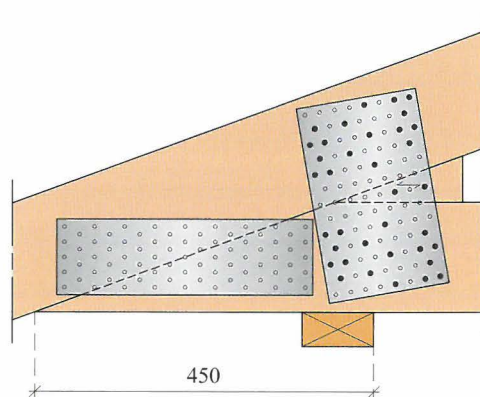
- Har hoved og fod samme trædimension placeres hulpladen på skrå (drejet halvdelen af taghældningen), så hjørnerne ligger indenfor træet.
- Har foden mindre dimension end hovedet placeres hulpladen lodret, så sømmene i foden sidder symmetrisk omkring fodens midterlinje, og så det øverste hjørne ligger inden for træet.
- Ved taghældning på 45° placeres pladen altid på skrå.

Det kan undertiden være nødvendigt at klippe et hjørne af pladen for at overholde afstandskravene for sømmene.

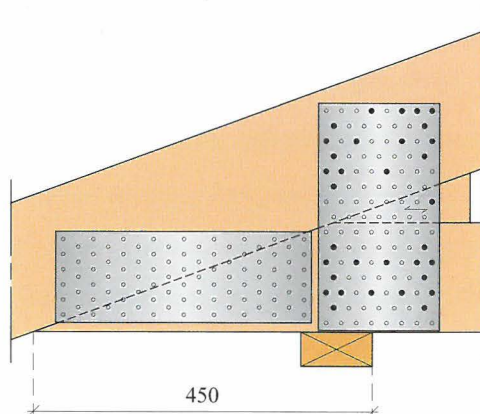
Når kilerne bliver højere end 195 mm kan man i stedet stabilisere hulpladerne med en 45×120 mm planke i hulpladens længderetning, se figur 24-28.

Rem ved skrå fod

Ved saksspær og halvspær med skrå fod kan man skære ud i foden for remmen, hvis betingelserne vist side 43 overholdes.



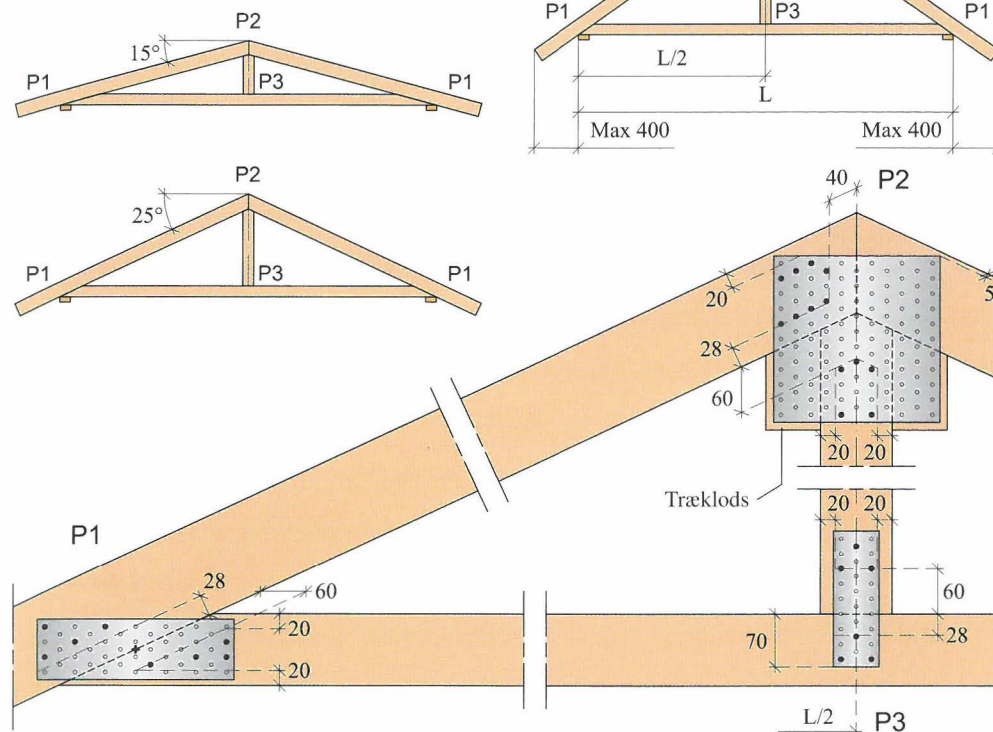
Figur 7 Forstærkning, når spærhoved og -fod har samme højde. Hulpladen placeres på skrå (drejet halvdelen af taghældningen), så hjørnerne ligger inden for træet. Det kan undertiden være nødvendigt at klippe et hjørne af pladen for at overholde afstandskravene for sømmene.



Figur 8 Forstærkning, når spærfoden er mindre end spærhovedet. Hulpladen placeres lodret, så sømmene i foden sidder symmetrisk omkring dens midterlinje, og så det øveste hjørne ligger indenfor træet.

Trekantsspær, type T1

Taghældning 15° - 25° - 35°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

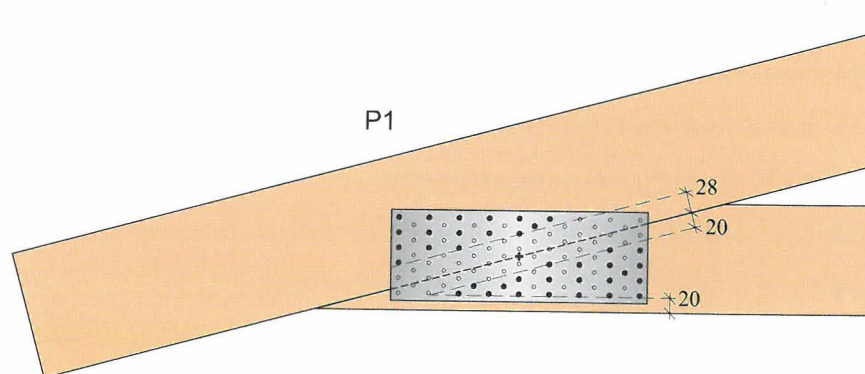
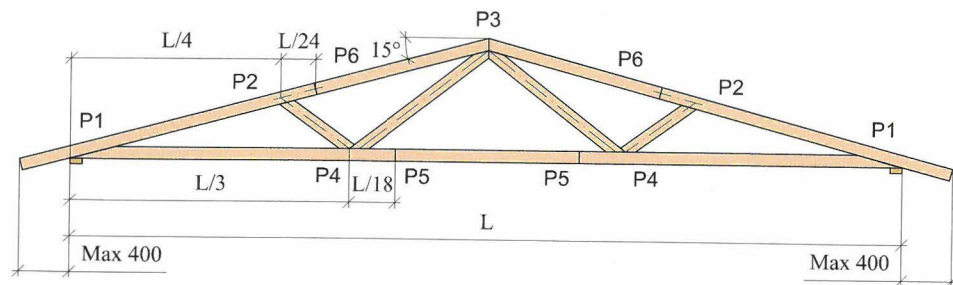
Hulplader og kamsøm

2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, kamsøm $4,0 \times 35$ pr. plade

					P1		P2		P3	
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm
Taghældning 15°										
4,8	-	45×95	45×95	45×95	80×300	9+10	240×220	10+6	180×60	4+4
5,9	-	45×120	45×95	45×95	80×300	10+11	240×220	14+7	180×60	4+4
6,6	-	45×145	45×95	45×95	80×340	12+13	280×220	21+8	180×60	5+5
Taghældning 25°										
4,8	4,3	45×95	45×95	45×95	80×220	5+3	200×220	5+4	180×60	3+3
5,6	5,2	45×120	45×95	45×95	80×260	4+4	220×220	8+5	180×60	3+3
6,2	6,0	45×145	45×95	45×95	80×260	6+6	240×220	11+6	180×60	3+4
Taghældning 35°										
5,5	5,3	45×120	45×95	45×95	80×300	9+6	240×220	9+6	200×60	4+4
6,0	5,8	45×145	45×95	45×95	80×300	12+7	240×220	9+6	200×60	4+4

Trekantsspær, type T2

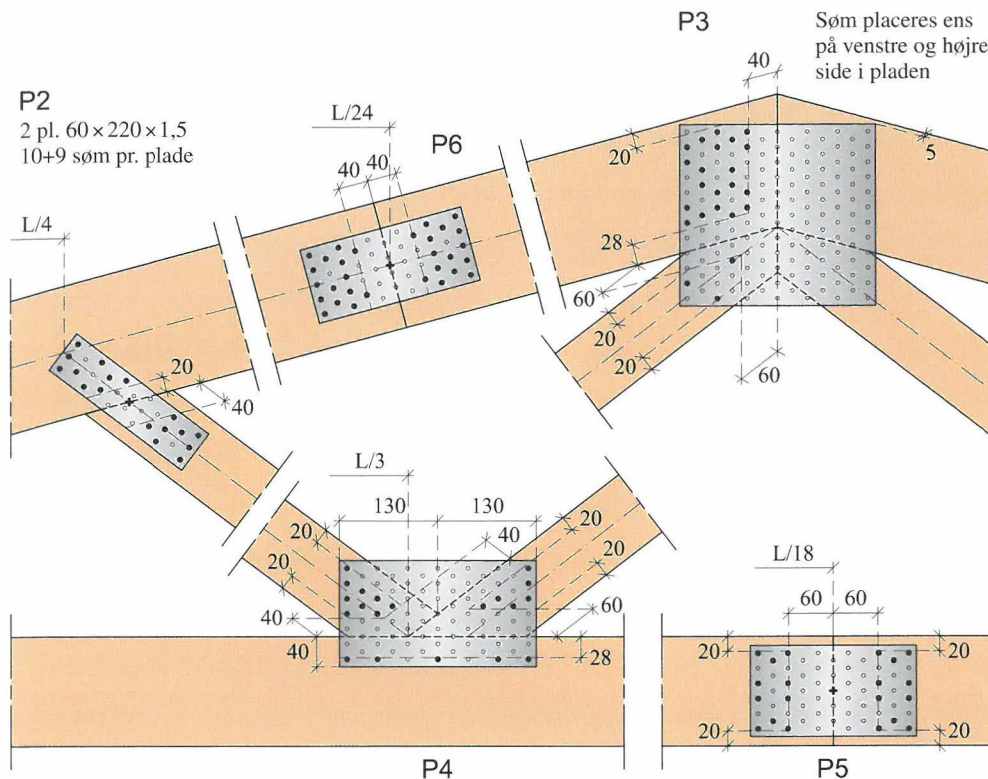
Taghældning 15°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
7,3	-	45×120	45×95	45×95
8,7	-	45×120	45×120	45×95
9,8	-	45×145	45×120	45×95
11,3	-	45×145	45×145	45×95
12,9	-	45×170	45×145	45×95
14,0	-	45×170	45×170	45×95



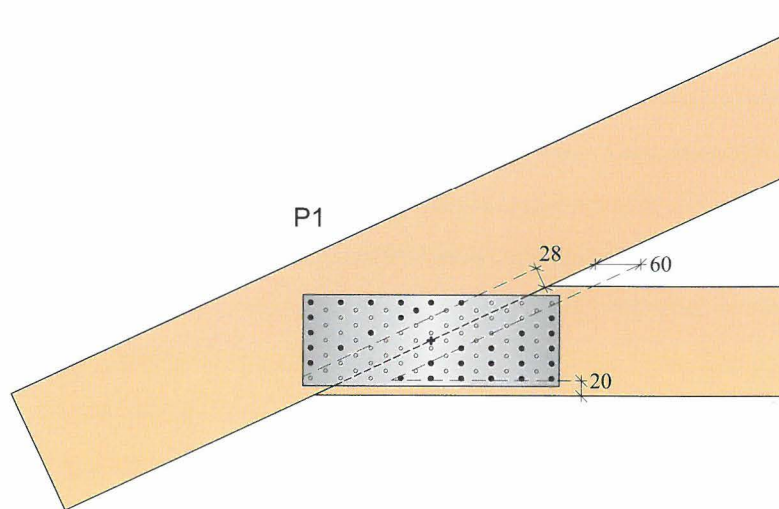
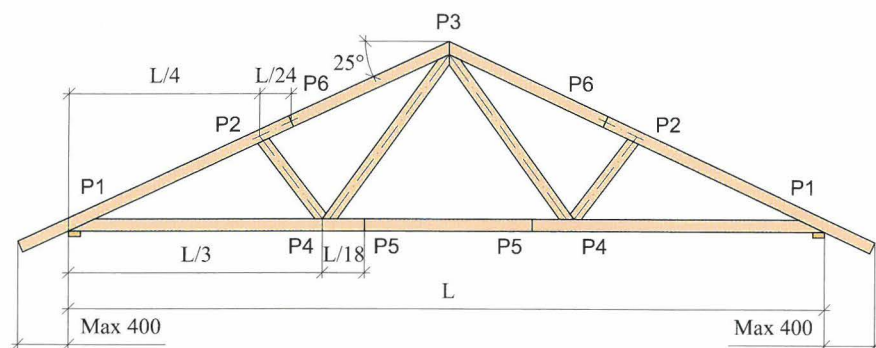
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P1		P3		P4		P5		P6	
<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm
80×340	12+13	180×220	10+3	120×260	4+8+4	80×220	5+5	100×220	7+7
100×340	9+16	180×220	13+3	120×260	4+8+4	80×220	6+6	100×220	8+8
100×340	11+17	220×220	15+3	120×260	4+8+4	80×220	7+7	100×220	11+11
100×340	13+20	220×220	19+4	120×260	4+8+4	80×220	9+9	100×220	12+12
120×340	16+21	240×260	20+3	140×260	5+9+6	120×220	10+10	100×220	15+15
120×340	19+24	240×260	26+4	140×260	5+9+6	120×220	12+12	100×220	16+16

Trekantsspær, type T2

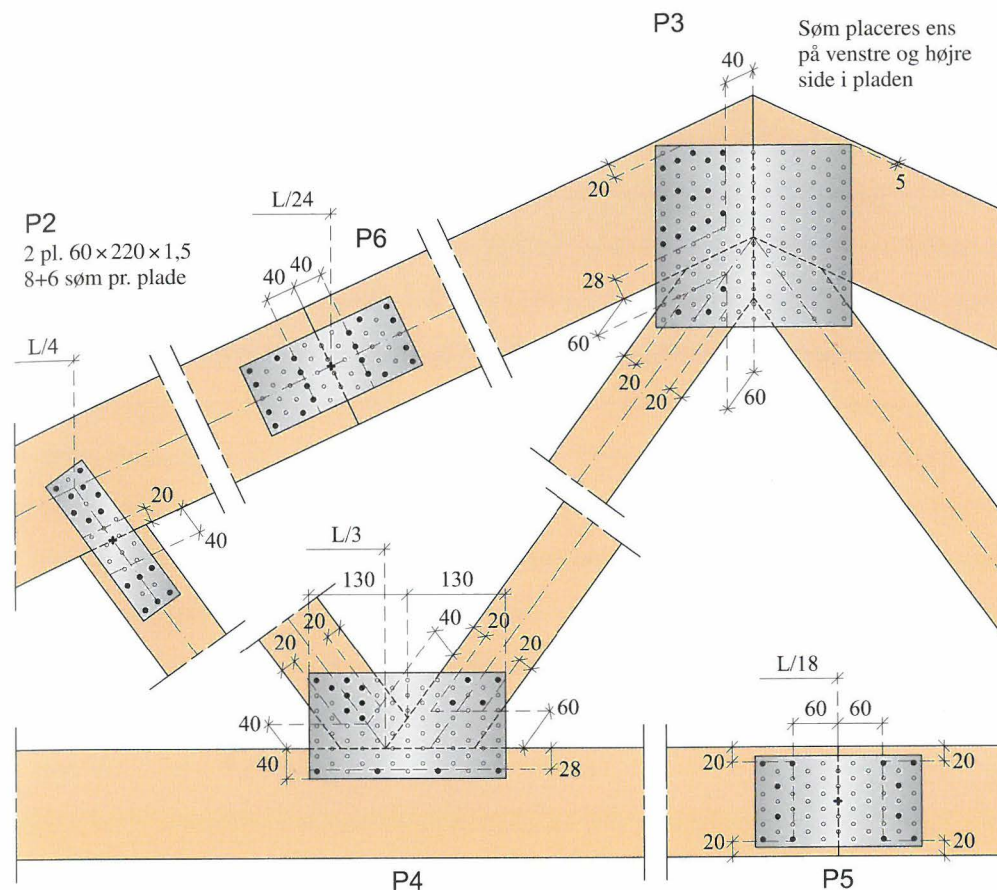
Taghældning 25°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
6,8	5,9	45×120	45×95	45×95
8,1	7,0	45×120	45×120	45×95
9,2	7,9	45×145	45×120	45×95
10,6	9,2	45×145	45×145	45×95
12,2	10,4	45×170	45×145	45×95
13,8	11,6	45×170	45×170	45×95



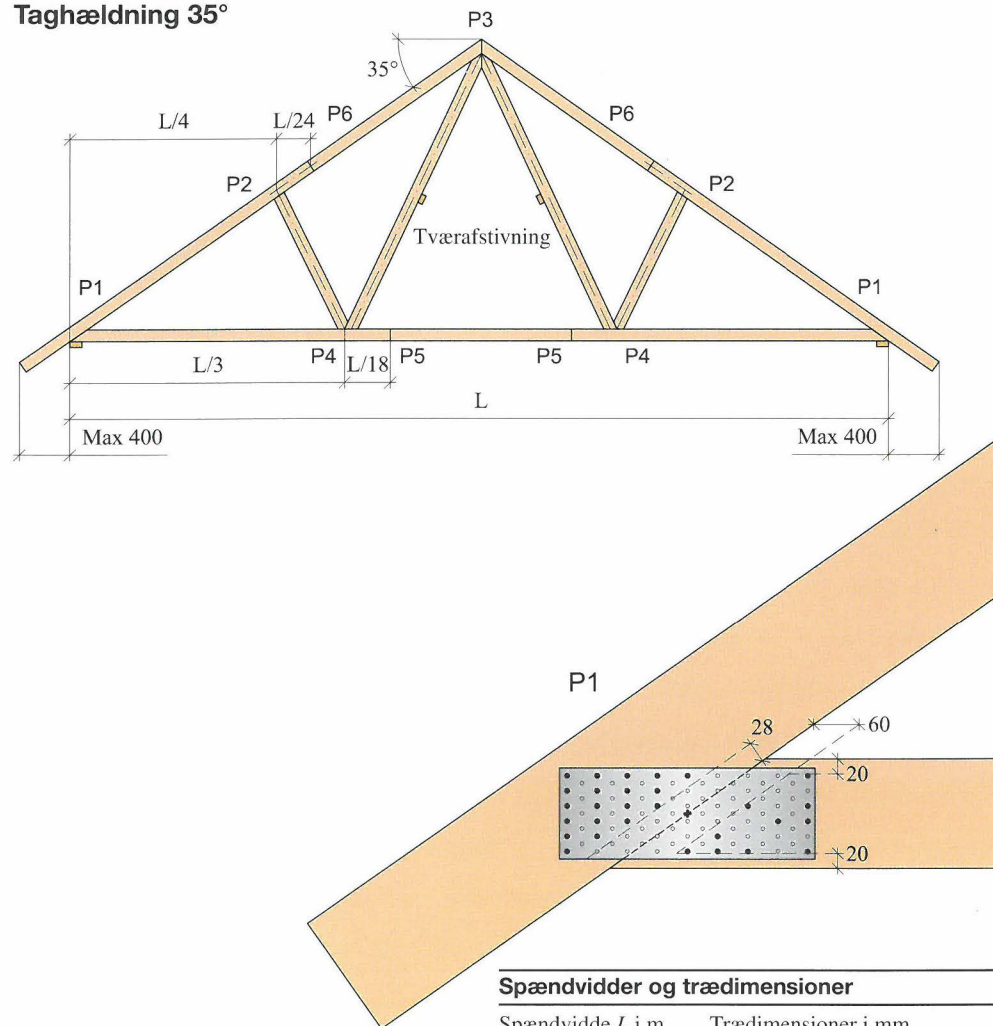
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P1		P3		P4		P5		P6	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
80×340	14+6	180×220	7+3	140×260	4+8+4	80×220	3+3	100×220	4+4
100×340	10+11	180×220	9+3	140×260	4+8+4	80×220	4+4	100×220	5+5
100×340	15+11	220×220	12+3	140×260	4+8+4	80×220	4+4	100×220	7+7
100×340	11+18	220×220	15+3	140×260	4+8+4	80×220	6+6	100×220	8+8
120×340	14+18	240×260	16+3	140×260	4+8+4	120×220	6+6	100×220	10+10
120×340	11+24	240×260	20+3	140×260	4+8+4	120×220	8+8	100×220	10+10

Trekantsspær, type T2

Taghældning 35°

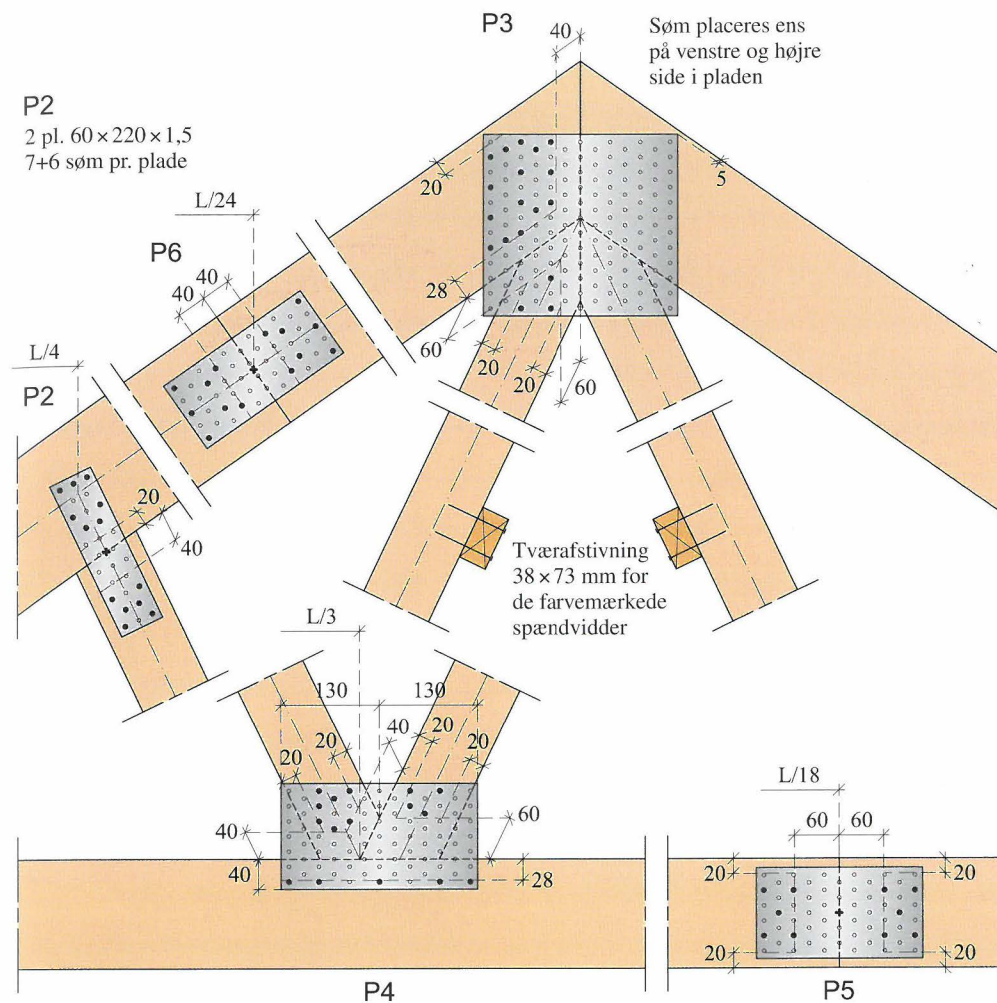


Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
7,3	6,1	45×120	45×95	45×95
8,7	7,2	45×120	45×120	45×95
10,0	8,3	45×145	45×120	45×95
11,3	9,5	45×145	45×145	45×95
13,2	10,8	45×170	45×145	45×95
14,0	12,0	45×170	45×170	45×95

P2
2 pl. 60×220×1,5
7+6 søm pr. plade



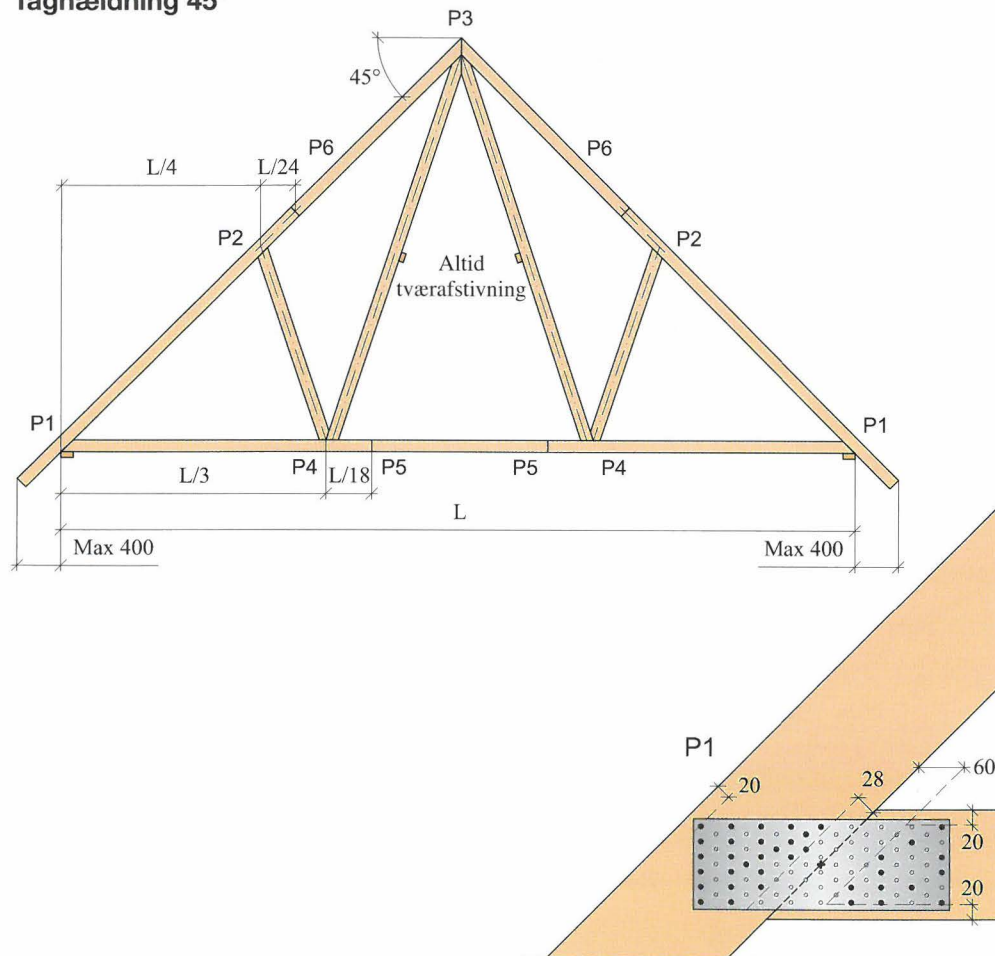
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P1		P3		P4		P5		P6	
<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm
80 × 300	17+4	180 × 220	7+3	140 × 260	5+7+4	80 × 220	3+3	100 × 220	3+3
100 × 260	14+6	180 × 220	9+3	140 × 260	5+7+4	80 × 220	3+3	100 × 220	4+4
100 × 340	18+5	220 × 220	12+3	140 × 260	5+7+4	80 × 220	4+4	100 × 220	6+6
100 × 340	16+11	220 × 220	14+3	140 × 260	5+7+4	80 × 220	5+5	100 × 220	6+6
120 × 340	19+10	240 × 260	15+3	140 × 260	5+7+4	120 × 220	5+5	100 × 220	7+7
120 × 340	17+16	240 × 260	17+4	140 × 260	5+7+4	120 × 220	6+6	100 × 220	7+7

Trekantsspær, type T2

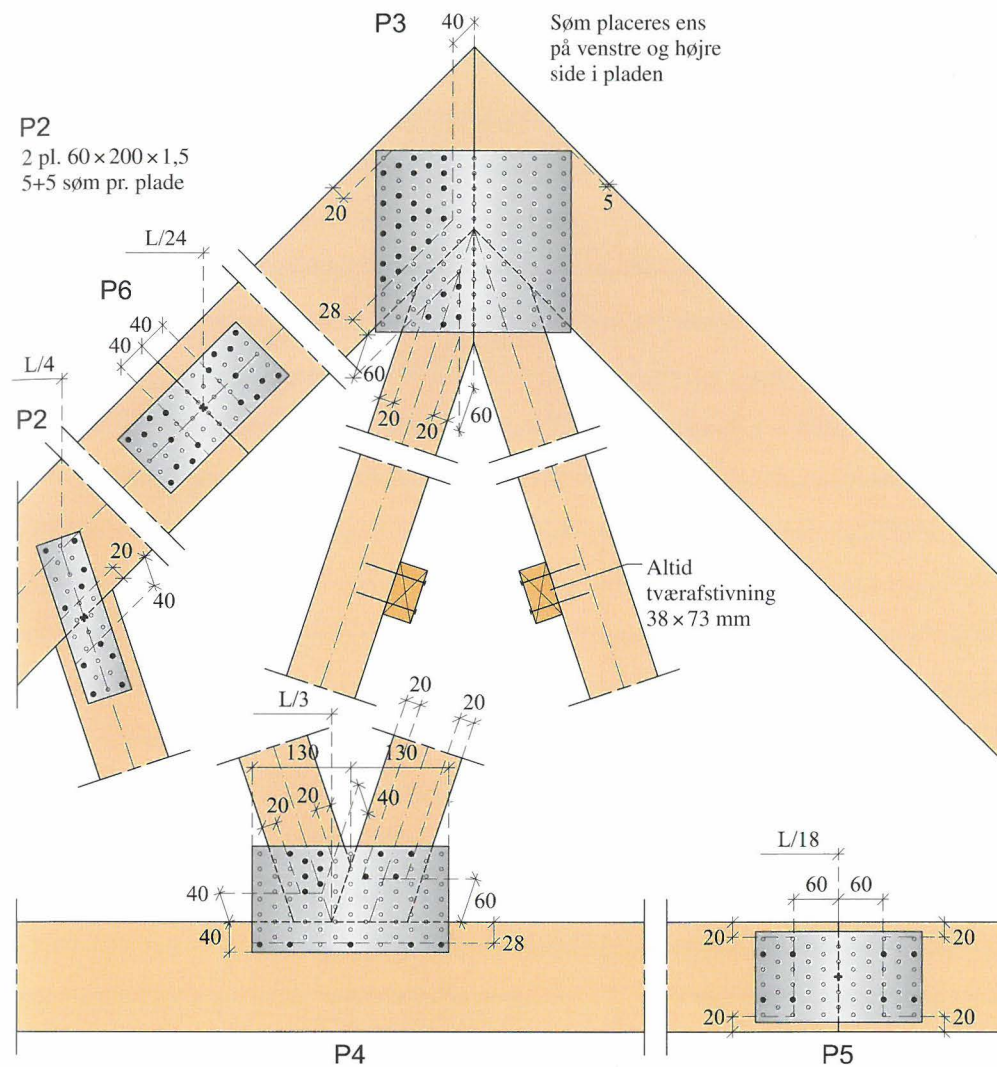
Taghældning 45°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m		Trædimensioner i mm		
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
10,8	7,5	45×120	45×120	45×95
12,5	8,5	45×145	45×120	45×95
13,2	9,8	45×145	45×145	45×95
14,0	11,2	45×170	45×145	45×95
-	12,4	45×170	45×170	45×95

P2
2 pl. 60×200×1,5
5+5 søm pr. plade

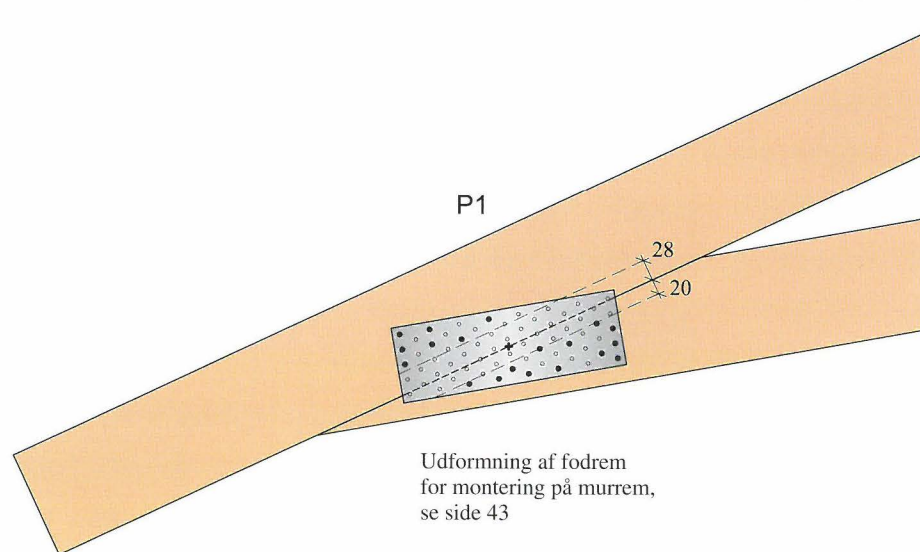


Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P1		P3		Let	Tungt	P4		P5		P6	
<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	<i>b</i> × <i>l</i>	Søm	
100×260	18+8	180×220	15+4	8+2	140×260	5+7+4	80×220	3+3	100×220	6+6	
100×300	23+10	240×180	18+4	10+2	140×260	5+7+4	80×220	3+3	100×220	7+7	
100×300	23+10	220×220	20+4	11+3	140×260	5+7+4	80×220	4+4	100×220	7+7	
120×340	25+12	240×260	22+5	12+3	140×260	5+7+4	120×220	4+4	100×220	9+9	
120×340	22+12	240×260	-	14+4	140×260	5+7+4	120×220	5+5	100×220	9+9	

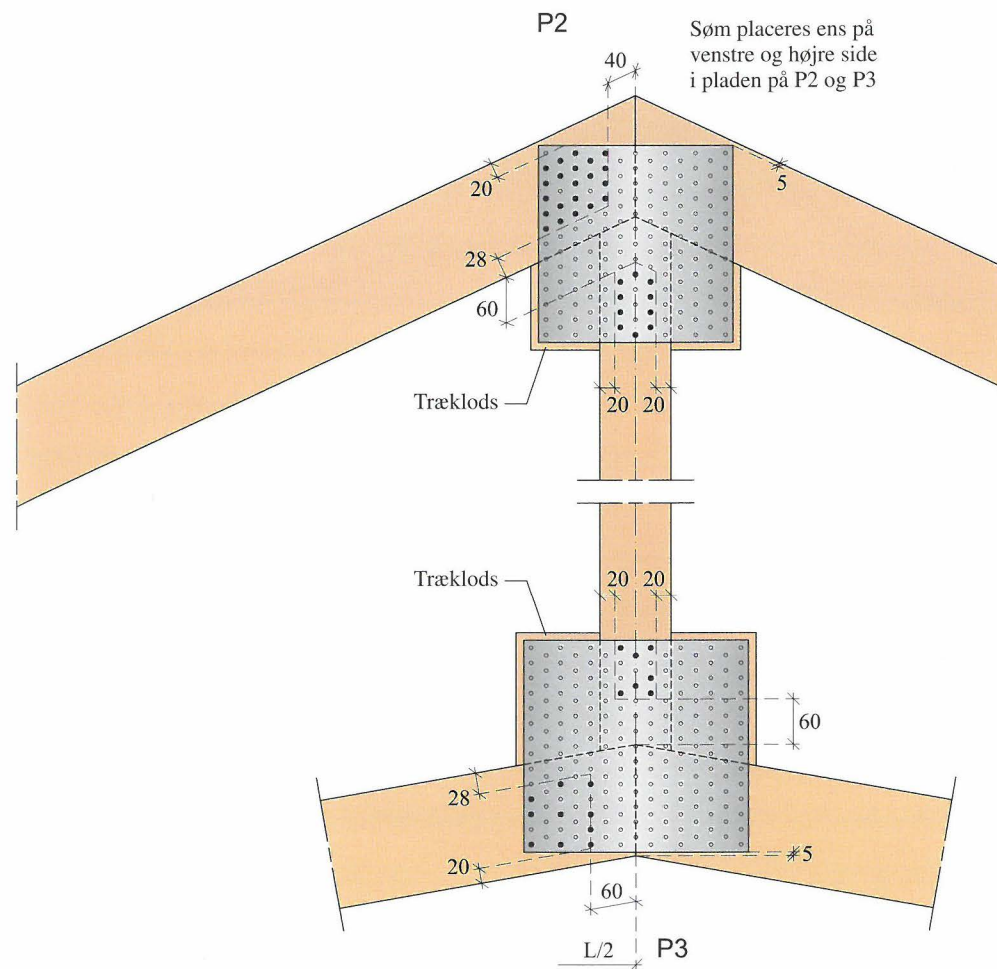
Taghældning 25°, fodhældning 10°



Udformning af fodrem
for montering på murrem,
se side 43

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
6,5	5,4	45×120	45×120	45×95
7,5	6,5	45×145	45×145	45×95
-	7,6	45×170	45×170	45×95

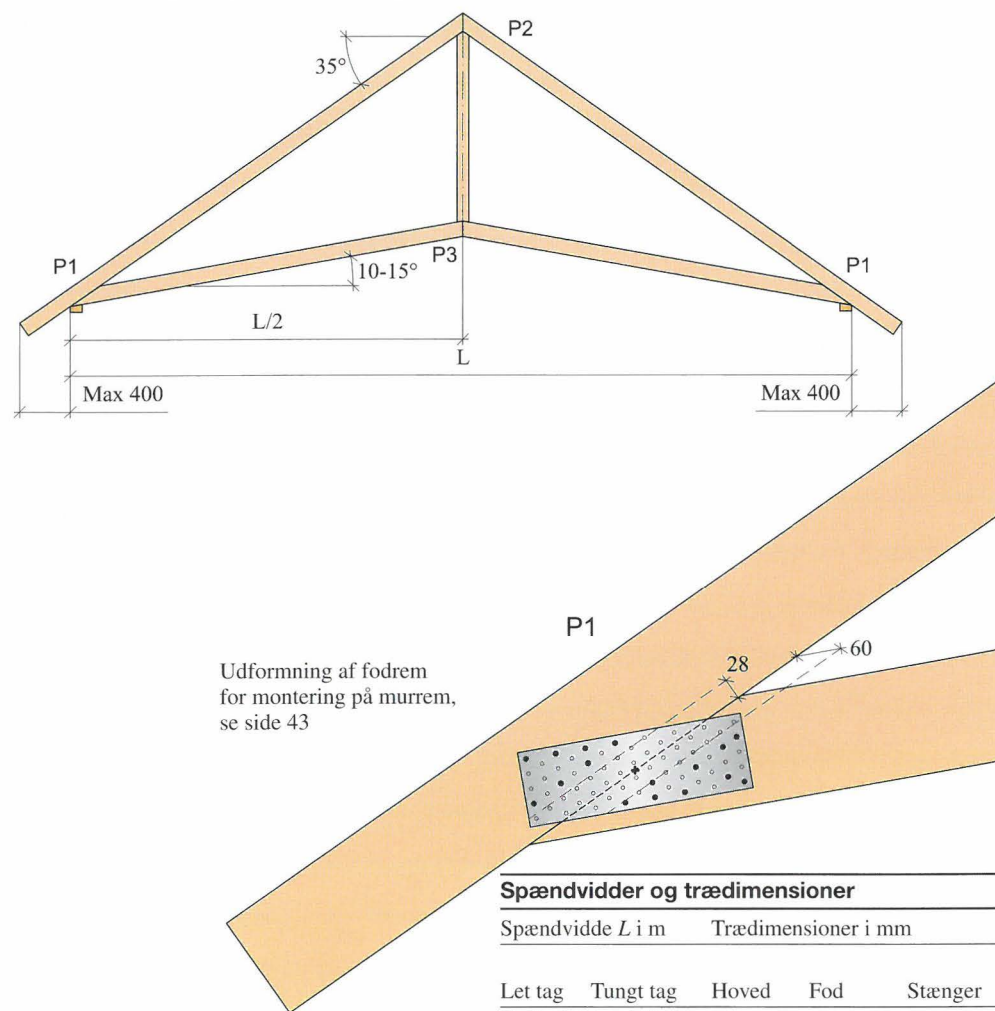


Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm $4,0 \times 35$ pr. plade

P1		P2		P3	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
100×300	8+12	240×260	16+10	260×260	8+7
100×300	8+12	260×260	21+10	280×300	10+7
100×300	9+13	280×260	29+11	280×300	11+8

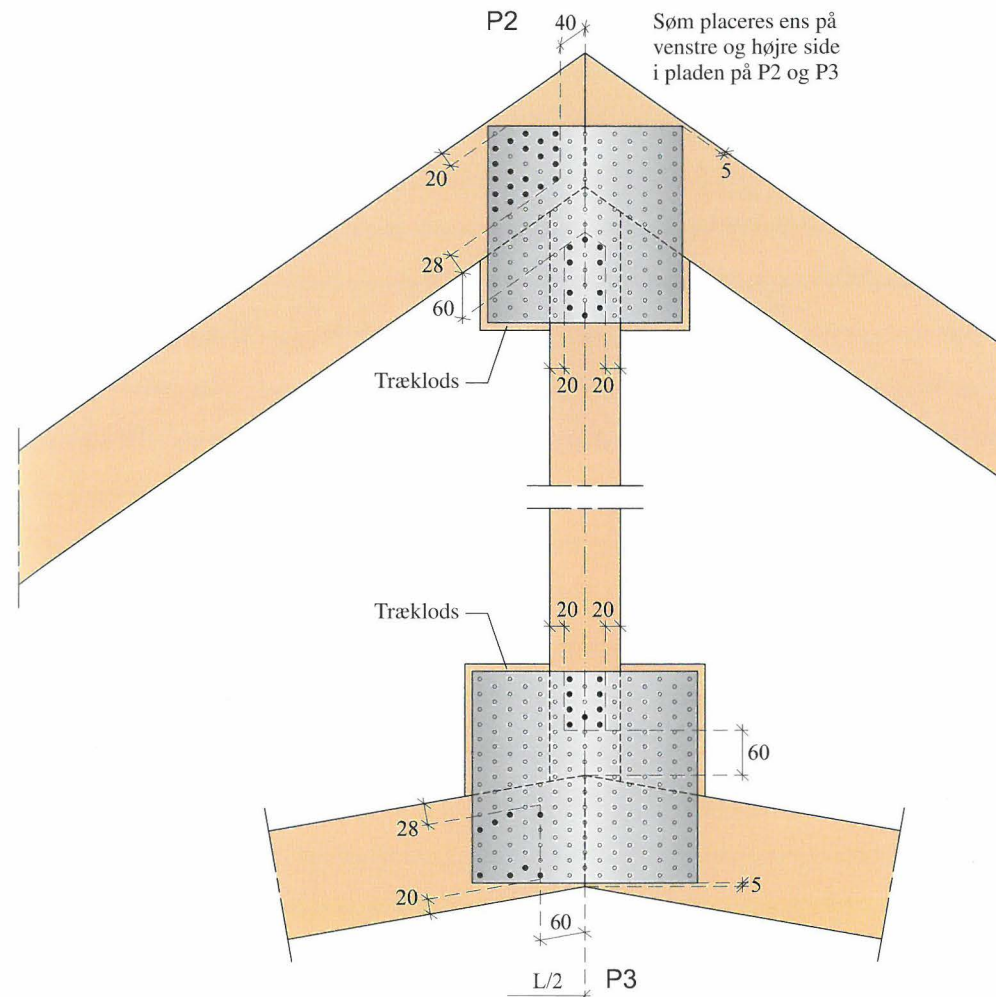
Saksspær, type S1

Taghældning 35°, fodhældning 10° eller 15°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m		Trædimensioner i mm		
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
<i>Fodhældning 10°</i>				
6,8	6,1	45×120	45×120	45×95
7,8	7,3	45×145	45×145	45×95
-	8,5	45×170	45×170	45×95
<i>Fodhældning 15°</i>				
6,9	6,1	45×120	45×120	45×95
7,9	7,3	45×145	45×145	45×95
-	8,5	45×170	45×170	45×95



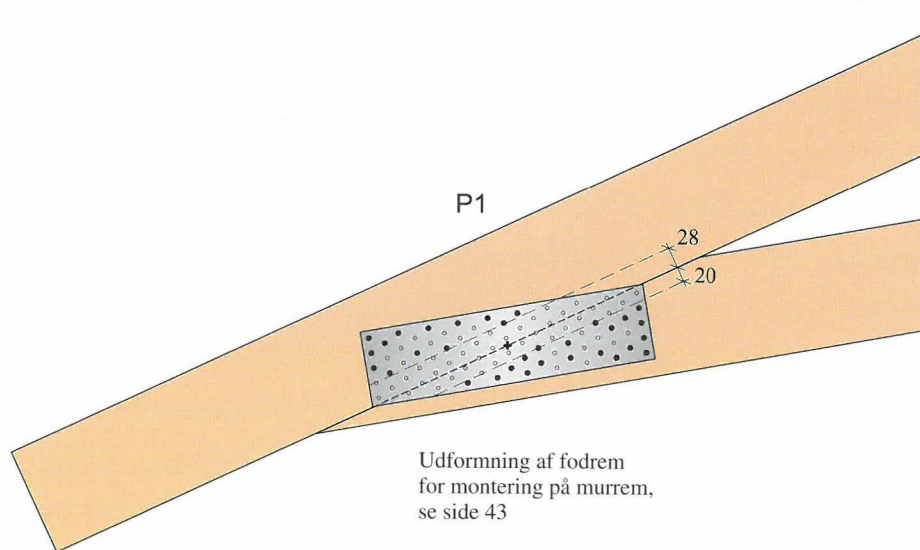
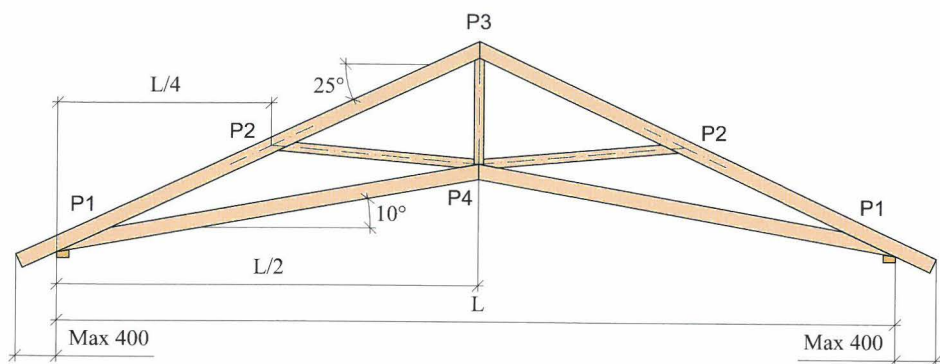
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P1		P2		P3	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
100×300	7+7	240×260	14+12	260×260	7+8
100×300	7+9	260×260	20+10	280×300	8+9
100×300	10+13	280×260	28+11	280×300	11+8
100×300	7+7	240×220	16+11	260×260	8+9
100×300	12+14	260×260	20+11	280×300	10+10
100×300	14+16	280×260	27+11	280×300	11+9

Saksspær, type S2

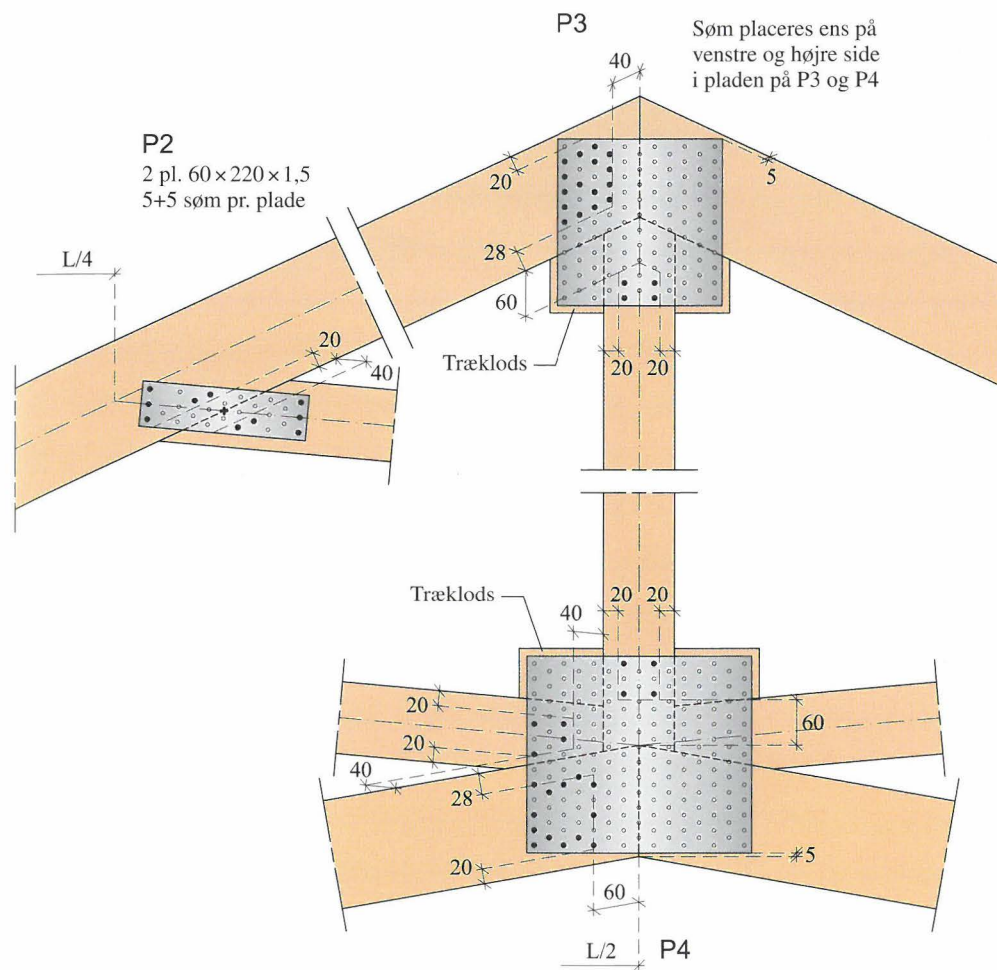
Taghældning 25°, fodhældning 10°



Udformning af fodrem
for montering på murrem,
se side 43

Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m		Trædimensioner i mm		
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
6,3	5,8	45×120	45×95	45×95
7,5	6,9	45×120	45×120	45×95
8,8	8,1	45×145	45×120	45×95
10,2	9,4	45×145	45×145	45×95



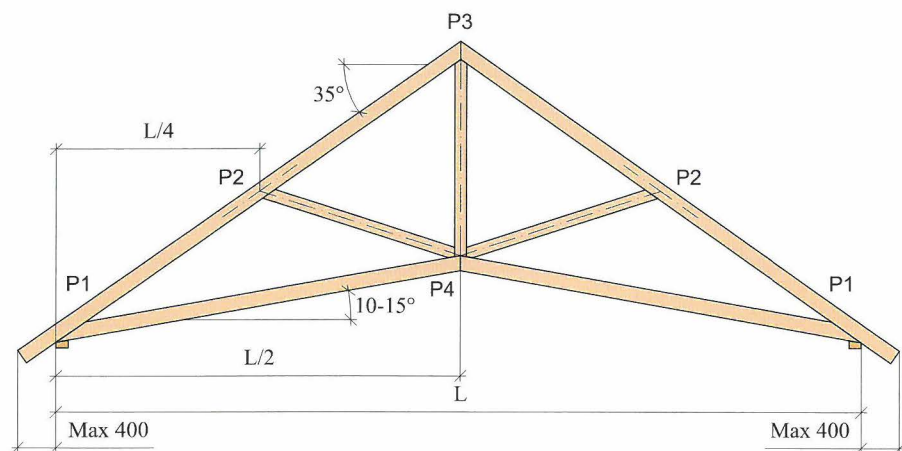
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm $4,0 \times 35$ pr. plade

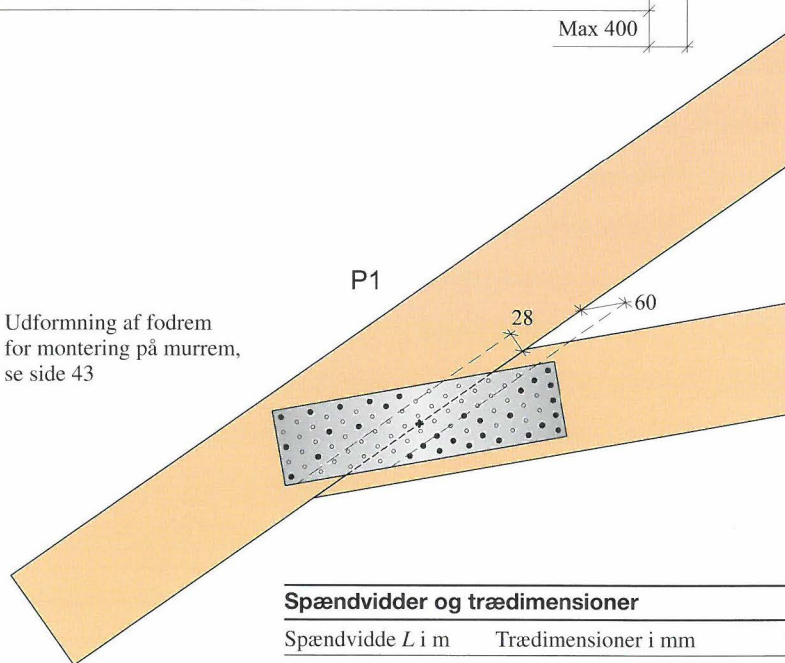
P1		P3		P4	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
80×340	10+10	160×220	6+3	200×260	5+3+3
100×380	9+14	160×220	9+3	220×260	7+4+3
100×380	11+16	200×220	13+3	240×300	10+3+3
100×380	13+19	220×220	16+4	240×300	12+4+4

Saksspær, type S2

Taghældning 35°, fodhældning 10° eller 15°



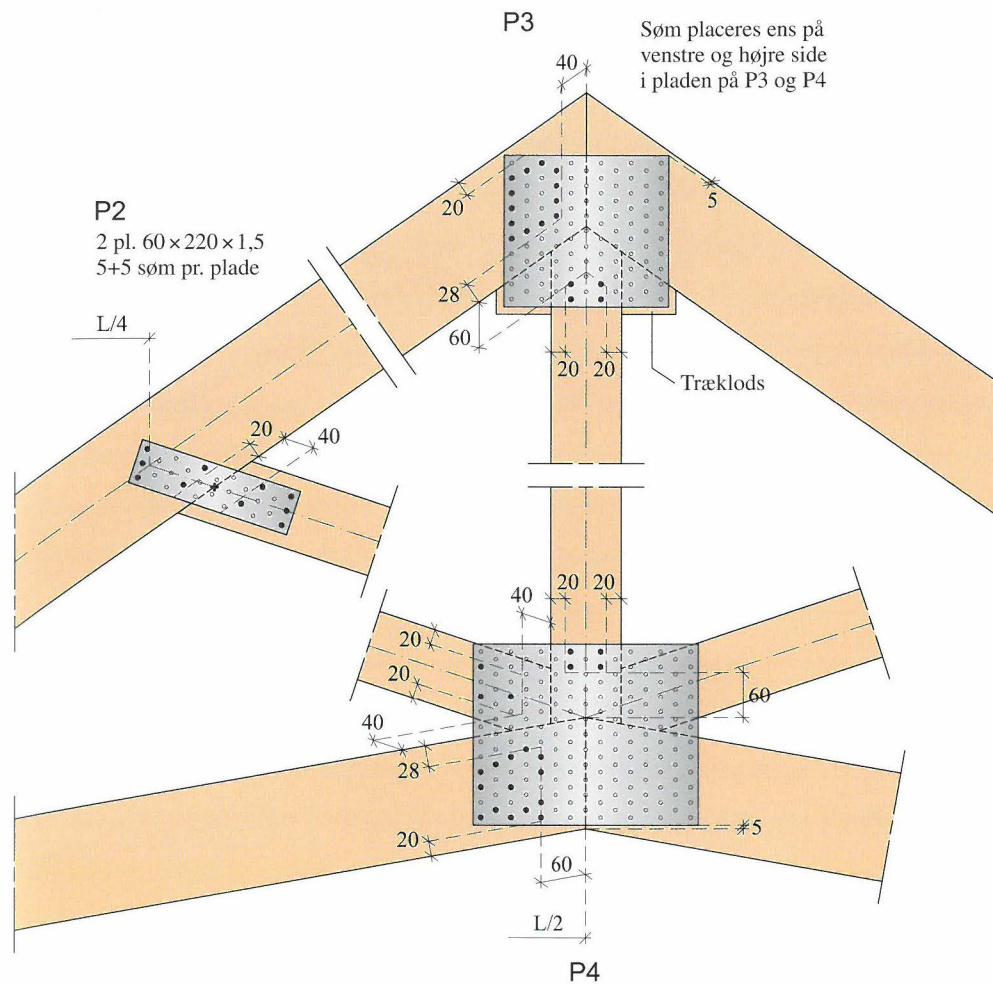
Udformning af fodrem
for montering på murrem,
se side 43



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger
6,3	5,7	45×120	45×95	45×95
7,5	6,8	45×120	45×120	45×95
8,8	7,9	45×145	45×120	45×95
10,2	9,4	45×145	45×145	45×95



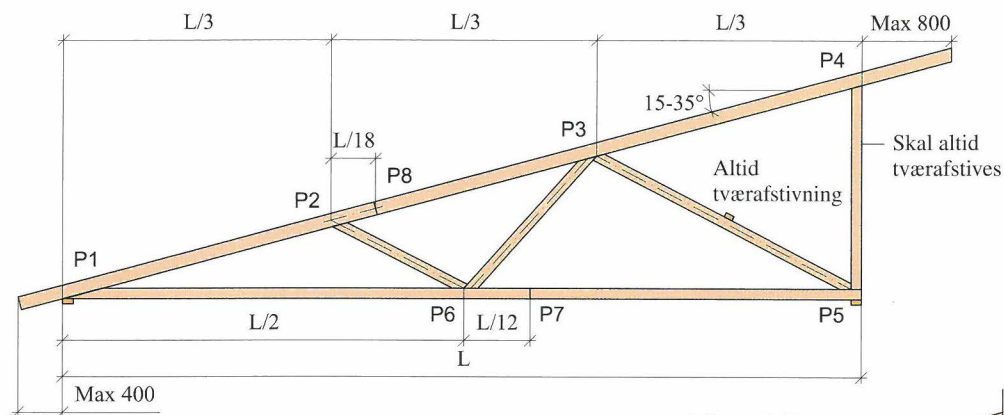
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

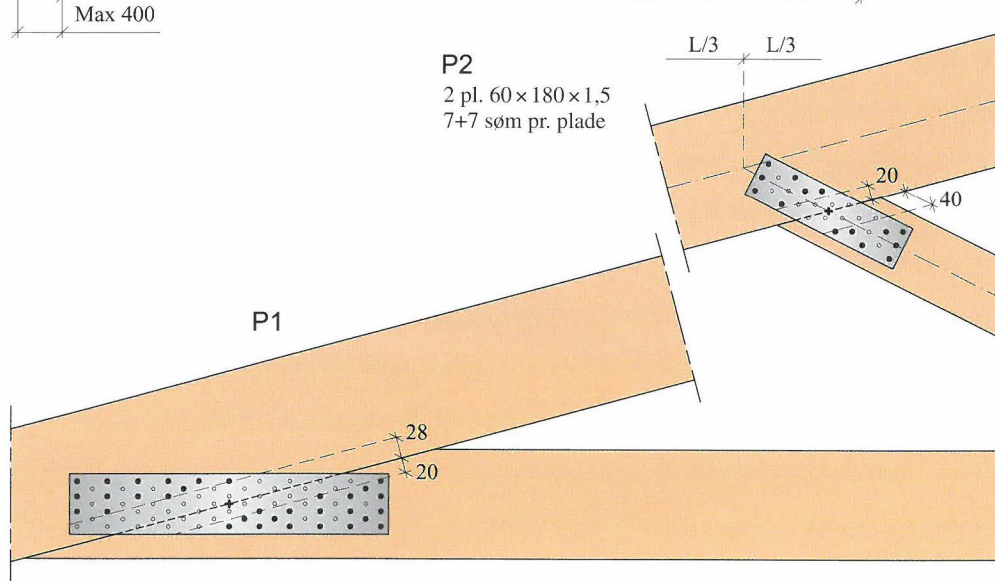
P1		P3		P4	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
80×340	14+6	160×220	6+3	200×260	5+3+3
80×340	11+12	160×220	8+3	200×260	7+3+3
100×380	13+12	160×220	9+3	220×300	9+3+3
100×380	11+20	200×220	13+4	240×300	14+3+4

Halvspær, type H3

Taghældning 15°



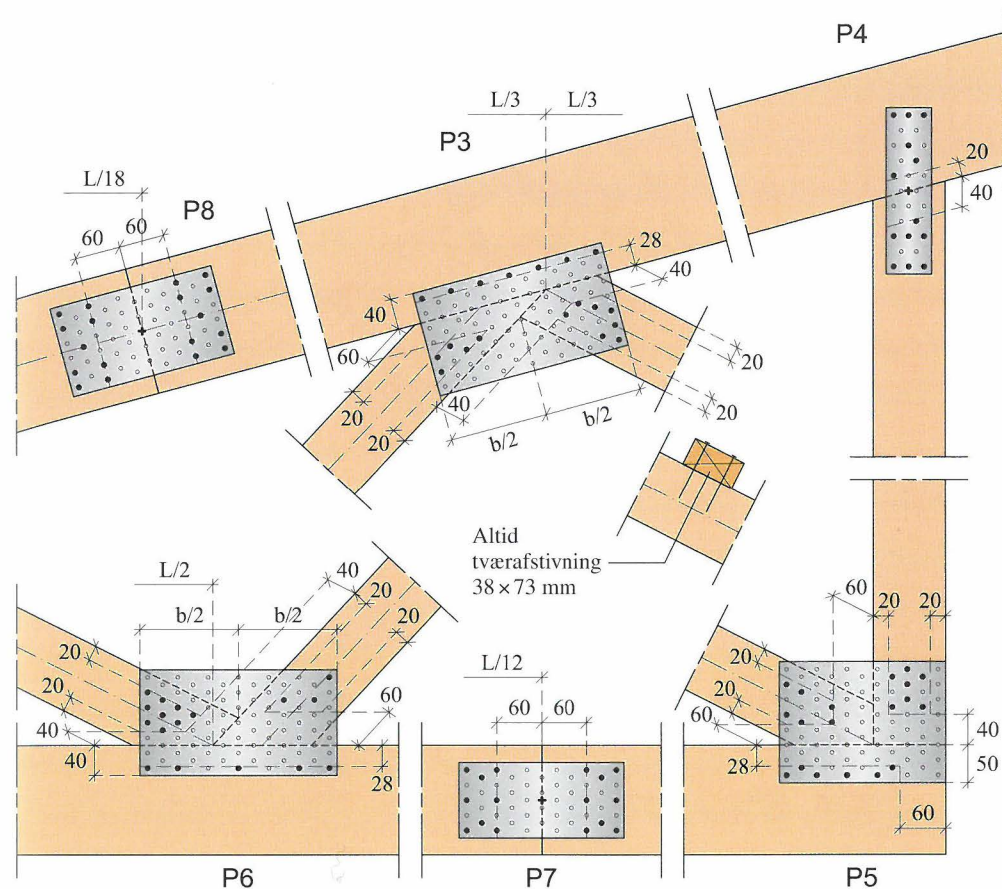
P2
2 pl. 60×180×1,5
7+7 søm pr. plade



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m					Trædimensioner i mm			
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm,			
					P1		P3	
					$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
7,2	-	45×120	45×95	45×95	80×420	16+16	140×260	7+7+5
9,1	-	45×145	45×120	45×95	80×420	12+17	140×260	7+7+5
10,5	-	45×170	45×145	45×95	80×420	13+19	140×260	7+7+5

Hulplader og kamsøm

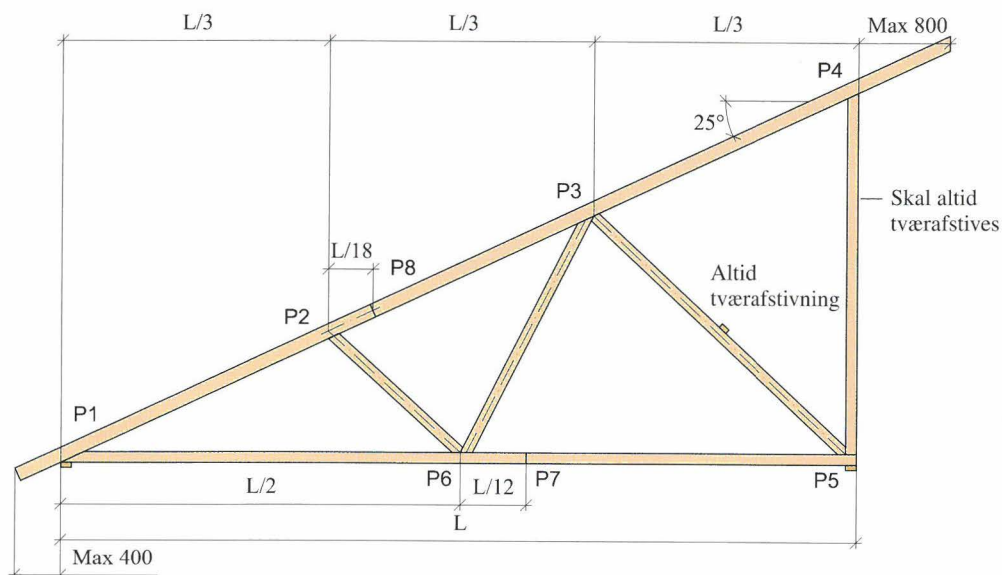


antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P4	P5	P6	P7	P8
$b \times l$	$b \times l$	$b \times l$	$b \times l$	$b \times l$
220×60	160×220	140×260	60×220	100×180
6+7	6+6+7	5+9+3	5+5	6+6
220×60	160×220	140×260	60×220	100×180
6+7	6+6+7	5+9+3	6+6	8+8
220×60	160×220	140×260	100×220	120×220
6+7	6+6+7	5+9+3	8+8	9+9

Halvspær, type H3

Taghældning 25°



Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

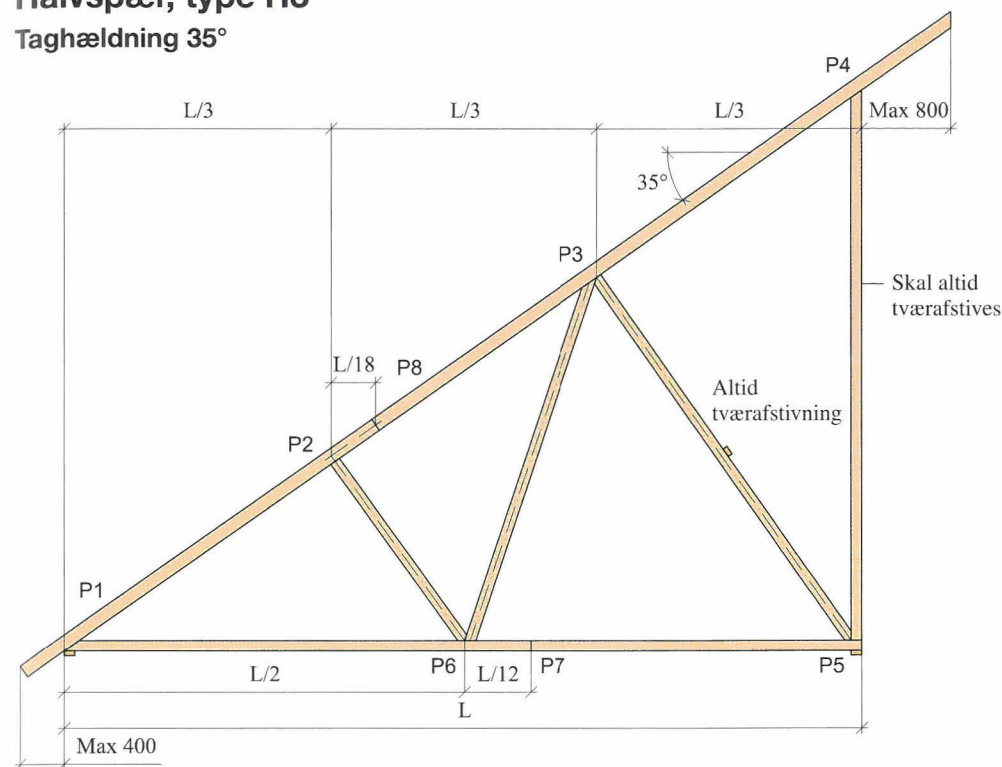
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm,

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	P1 $b \times l$	Søm	P3 $b \times l$	Søm
Taghældning 25°								
7,0	5,8	45×120	45×95	45×95	80×300	11+8	140×260	6+5+4
7,4	6,2	45×120	45×120	45×95	80×300	10+10	140×260	6+5+4
8,8	7,9	45×145	45×120	45×95	80×300	13+13	140×260	6+5+4
8,8	8,4	45×145	45×145	45×95	80×300	16+16	140×260	6+5+4
10,2	10,0	45×170	45×145	45×95	80×340	16+18	140×260	6+5+4
Taghældning 35°								
7,2	6,2	45×120	45×95	45×95	80×300	9+6	140×260	4+4+3
7,2	6,4	45×120	45×120	45×95	80×300	7+6	140×260	4+4+3
8,5	8,1	45×145	45×120	45×95	80×300	10+9	140×260	4+4+3
9,8	9,0	45×170	45×145	45×95	80×300	11+10	140×260	4+4+3

Halvspær, type H3

Taghældning 35°

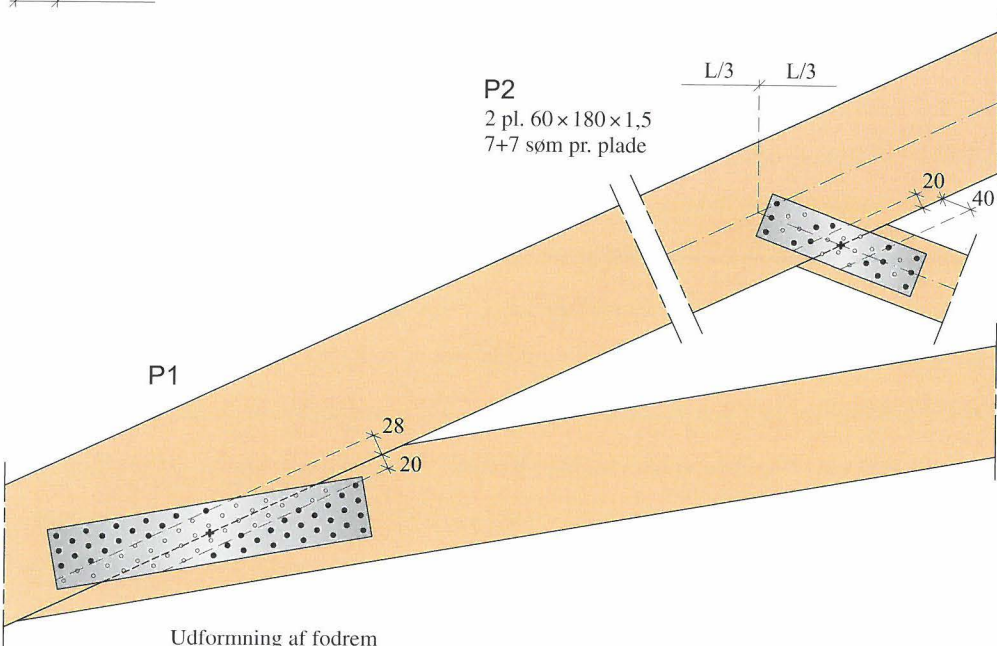
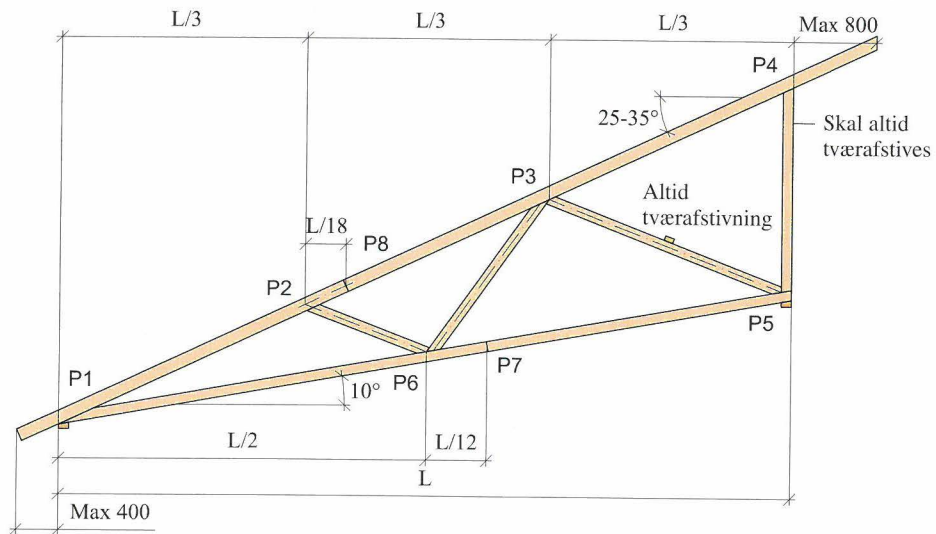


antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

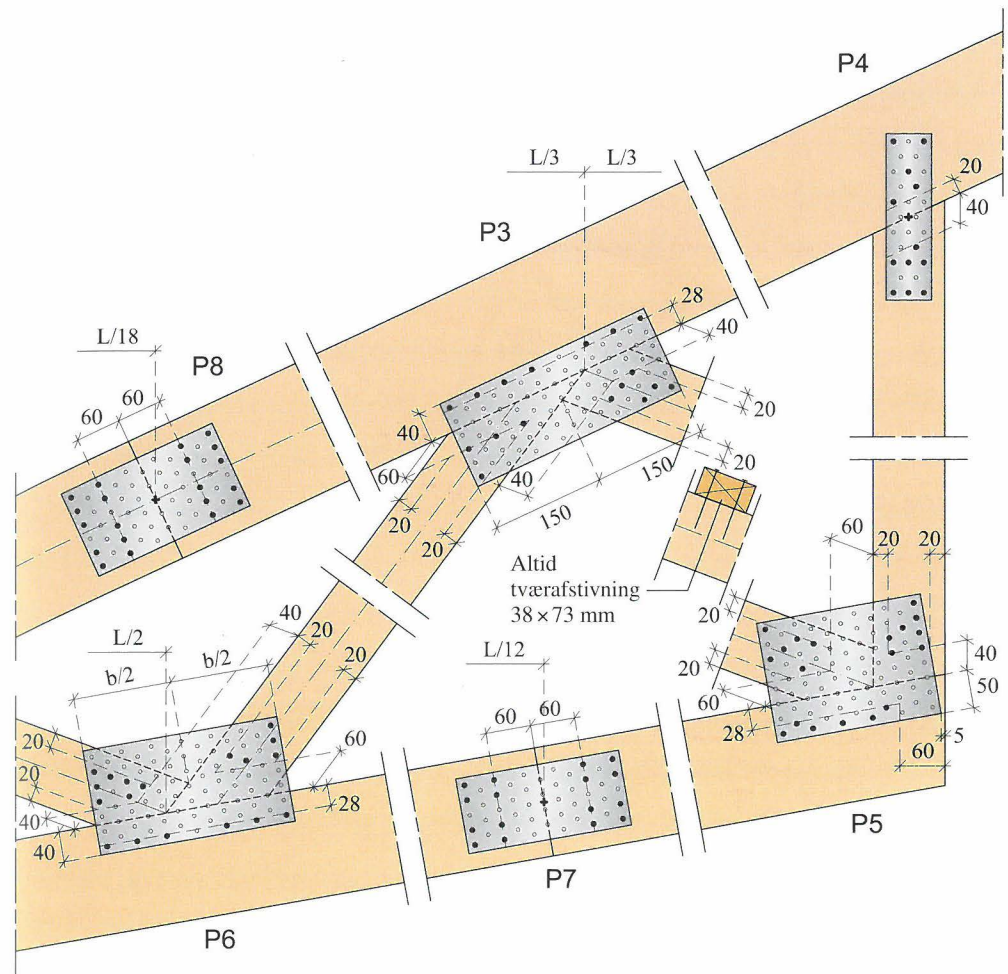
P4 $b \times l$	Søm	P5 $b \times l$	Søm	P6 $b \times l$	Søm	P7 $b \times l$	Søm	P8 $b \times l$	Søm
220×60	4+5	160×180	4+5+6	140×260	7+9+5	60×220	4+4	100×180	4+4
220×60	4+5	160×180	4+5+6	140×260	7+9+5	60×220	4+4	100×180	5+5
220×60	4+5	160×180	4+5+6	140×260	7+9+5	60×220	4+4	100×180	6+6
220×60	4+5	160×180	4+5+6	140×260	7+9+5	100×220	5+5	100×180	6+6
220×60	4+5	160×180	4+5+6	140×260	7+9+5	100×220	7+7	120×220	7+7
220×60	3+3	160×180	3+6+4	140×220	6+7+5	60×220	4+4	100×180	3+3
220×60	3+3	160×180	3+6+4	140×220	6+7+5	60×220	4+4	100×180	4+4
220×60	3+3	160×180	3+6+4	140×220	6+7+5	60×220	4+4	100×180	5+5
220×60	3+3	160×180	3+6+4	140×220	6+7+5	100×220	4+6	120×220	5+5

Halvspær, type H3

Taghældning 25° og 35°, fodhældning 10°

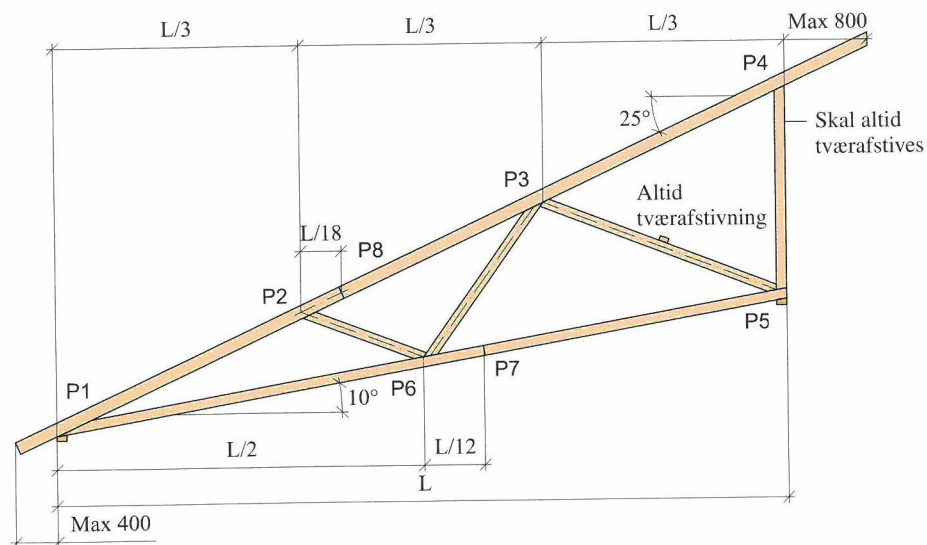


Udformning af fodrem
for montering på murrem,
se side 43



Halvspær, type H3

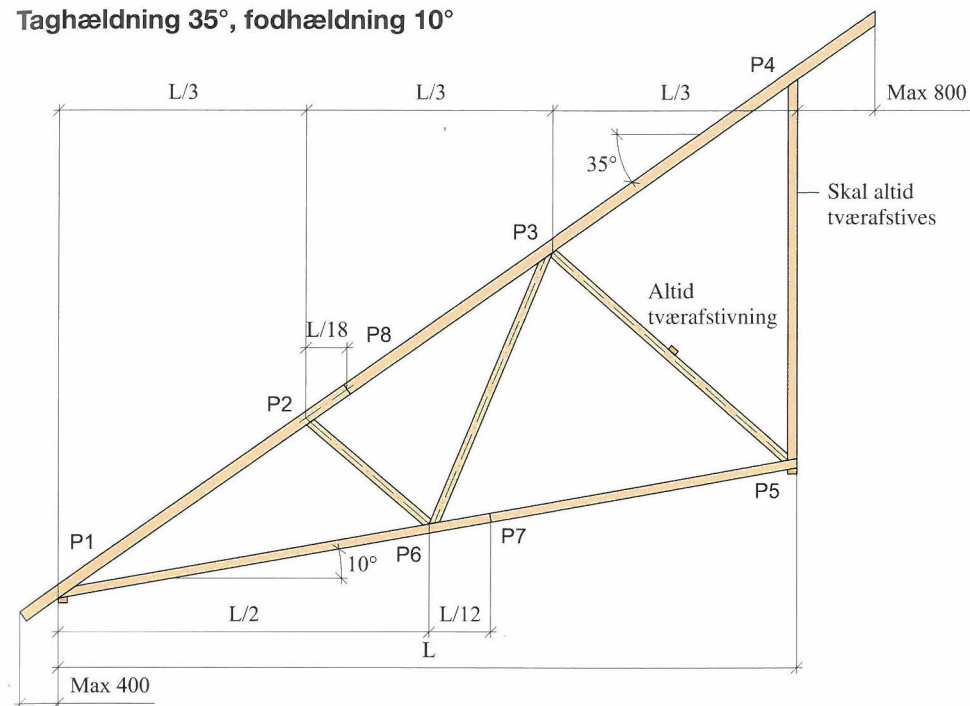
Taghældning 25°, fodhældning 10°



Spændvidder og trædimensioner					Hulplader og kamsøm			
Spændvidde L i m		Trædimensioner i mm			Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm,			
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	P1 $b \times l$	Søm	P3 $b \times l$	Søm
Taghældning 25°								
7,0	6,0	45×120	45×95	45×95	80×420	15+15	120×300	7+6+4
7,9	6,6	45×120	45×120	45×95	80×420	10+15	120×300	7+6+4
9,6	8,0	45×145	45×120	45×95	80×420	15+20	120×300	7+6+4
9,9	8,9	45×145	45×145	45×95	80×420	15+20	120×300	7+6+4
11,3	10,0	45×170	45×145	45×95	80×420	18+24	120×300	7+6+4
Taghældning 35°								
7,7	6,2	45×120	45×95	45×95	80×300	12+8	120×300	5+4+5
8,1	6,5	45×120	45×120	45×95	80×300	10+10	120×300	5+4+5
9,5	8,2	45×145	45×120	45×95	80×300	14+14	120×300	5+4+5
9,6	8,8	45×145	45×145	45×95	80×340	15+16	120×300	5+4+5
10,9	9,2	45×170	45×145	45×95	80×340	13+16	120×300	5+4+5

Halvspær, type H3

Taghældning 35°, fodhældning 10°

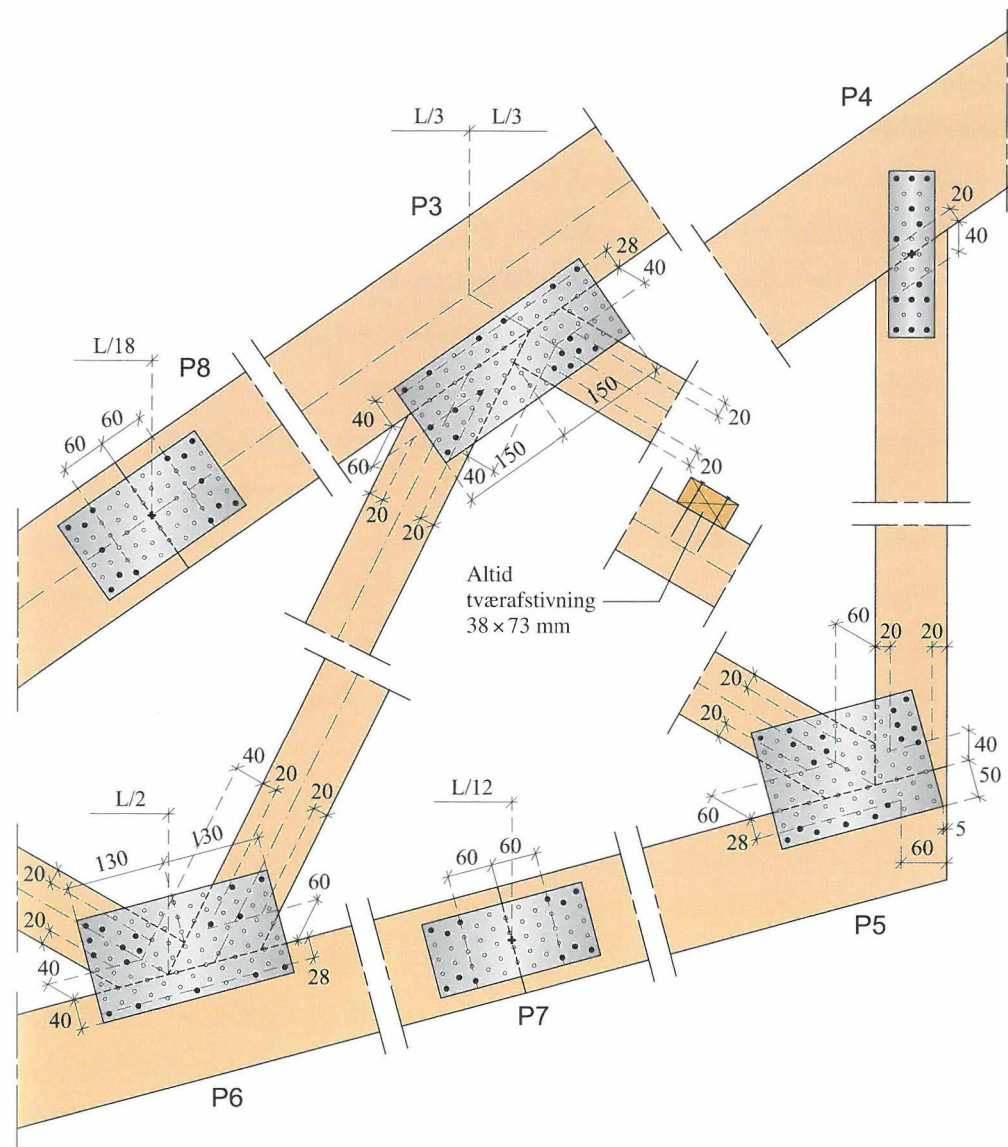
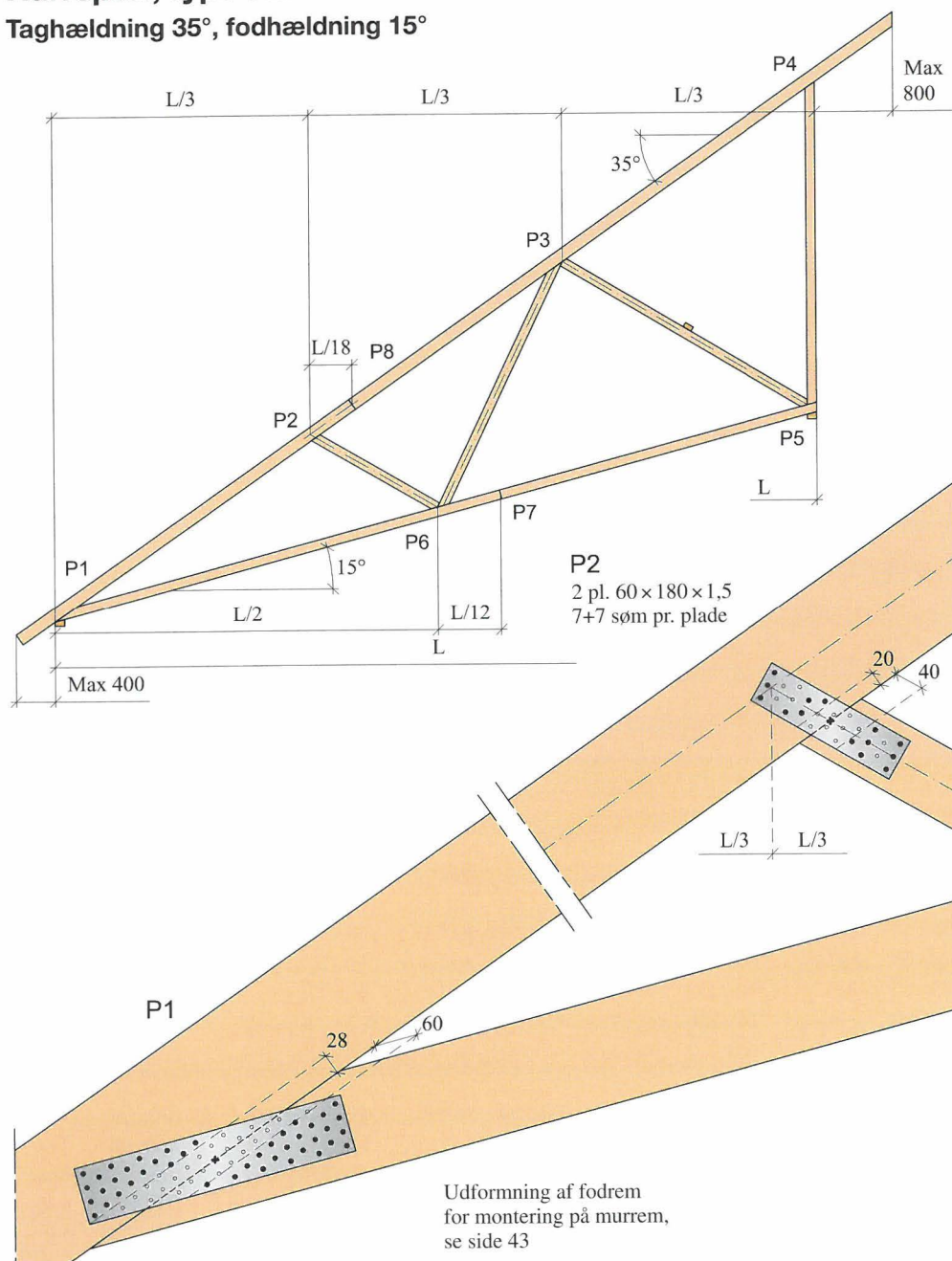


antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P4 $b \times l$	Søm	P5 $b \times l$	Søm	P6 $b \times l$	Søm	P7 $b \times l$	Søm	P8 $b \times l$	Søm
220×60	5+7	160×220	6+6+7	140×260	6+7+5	60×220	4+4	100×180	6+6
220×60	5+7	160×220	6+6+7	140×260	6+7+5	60×220	4+4	100×180	6+6
220×60	5+7	160×220	6+6+7	140×260	6+7+5	60×220	6+6	100×180	8+8
220×60	5+7	160×220	6+6+7	140×260	6+7+5	100×220	7+7	100×180	9+9
220×60	5+7	160×220	6+6+7	140×260	6+7+5	100×220	8+8	120×220	10+10
220×60	5+6	160×220	5+5+5	140×260	6+8+5	60×220	3+3	100×180	4+4
220×60	5+6	160×220	5+5+5	140×260	6+8+5	60×220	3+3	100×180	4+4
220×60	5+6	160×220	5+5+5	140×260	6+8+5	60×220	4+4	100×180	6+6
220×60	5+6	160×220	5+5+5	140×260	6+8+5	100×220	4+4	100×180	6+6
220×60	5+6	160×220	5+5+5	140×260	6+8+5	100×220	5+5	120×220	6+6

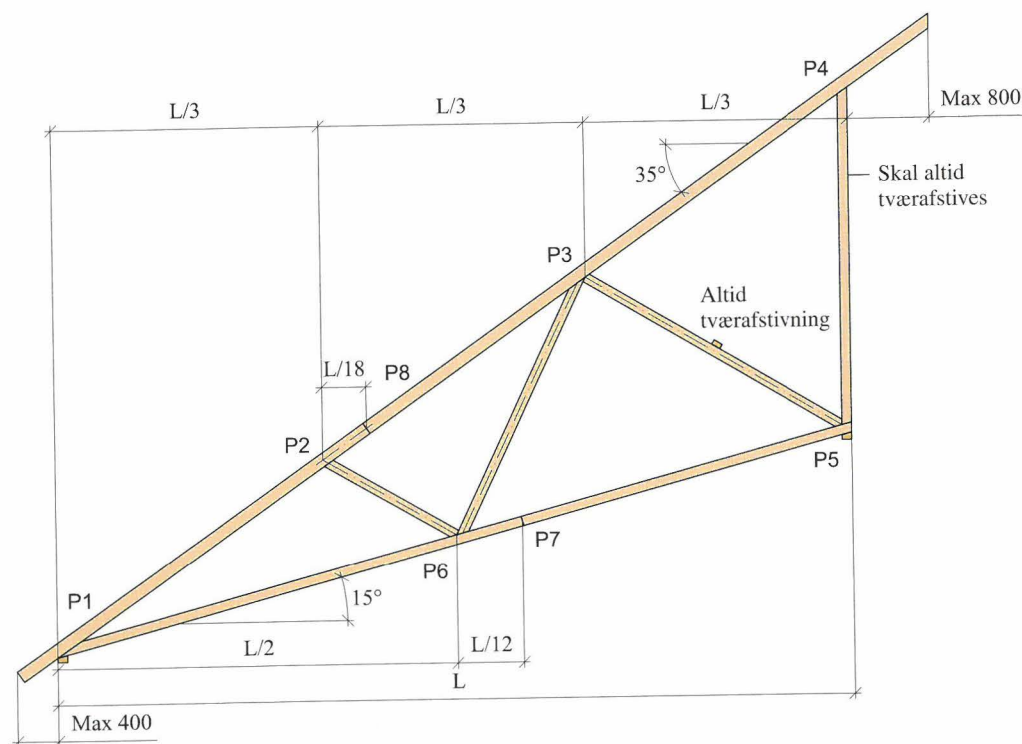
Halvspær, type H3

Taghældning 35°, fodhældning 15°



Halvspær, type H3

Taghældning 35°, fodhældning 15°



Spændvidder og trædimensioner

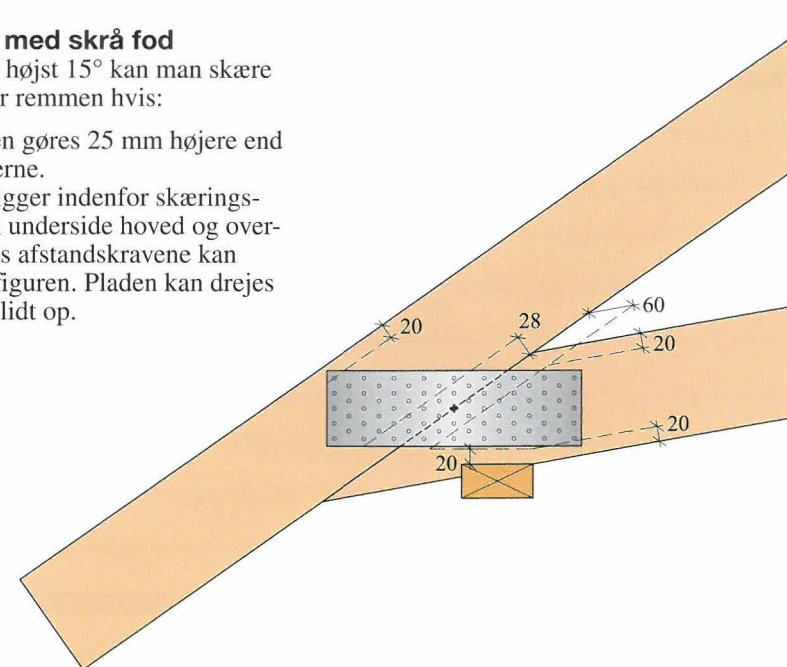
Spændvidde L i m Trædimensioner i mm

Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	Hulplader og kamsøm			
					Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm,			
					P1 $b \times l$	Søm	P3 $b \times l$	Søm
7,8	6,2	45×120	45×95	45×95	80×340	13+10	120×300	6+6+5
8,2	6,6	45×120	45×120	45×95	80×340	11+13	120×300	6+6+5
9,8	8,3	45×145	45×120	45×95	80×340	14+17	120×300	6+6+5
9,9	8,8	45×145	45×145	45×95	80×380	17+21	120×300	6+6+5
11,3	9,2	45×170	45×145	45×95	80×380	19+23	120×300	6+6+5

Rem ved spær med skrå fod

Når foden hælder højst 15° kan man skære ud i spærfoden for remmen hvis:

- Enten spærfoden gøres 25 mm højere end angivet i tabellerne.
- Eller remmen ligger indenfor skæringspunktet mellem underside hoved og overside fod, og hvis afstandskravene kan overholdes, se figuren. Pladen kan drejes og/eller rykkes lidt op.

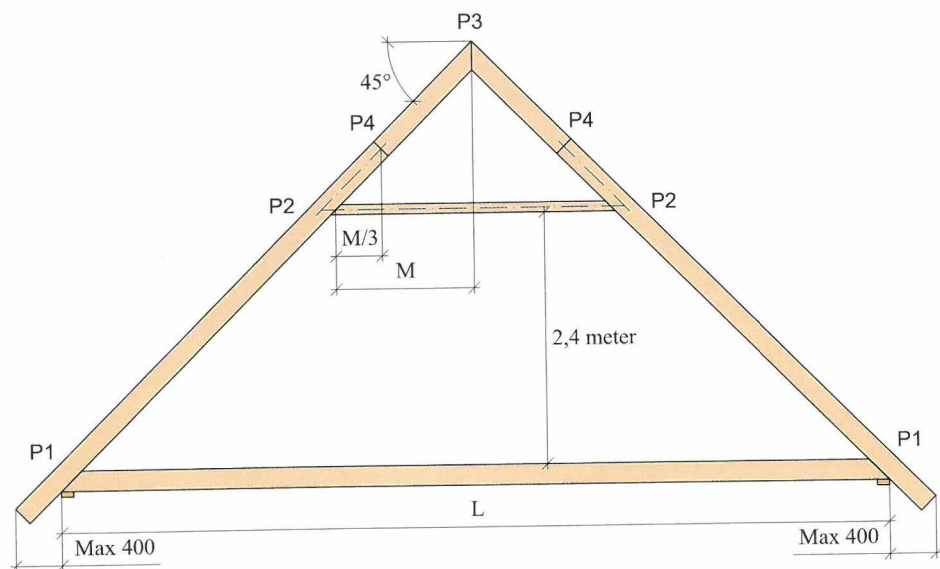


antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

P4		P5		P6		P7		P8	
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm
220×60	6+7	160×220	6+6+6	140×260	5+8+4	60×220	3+3	100×180	5+5
220×60	6+7	160×220	6+6+6	140×260	5+8+4	60×220	4+4	100×180	5+5
220×60	6+7	160×220	6+6+6	140×260	5+8+4	60×220	4+4	100×180	7+7
220×60	6+7	160×220	6+6+6	140×260	5+8+4	100×220	5+5	100×180	7+7
220×60	6+7	160×220	6+6+6	140×260	5+8+4	100×220	6+6	120×220	7+7

Hanebåndsspær, type A1

Taghældning 45°



Beregningsforudsætninger

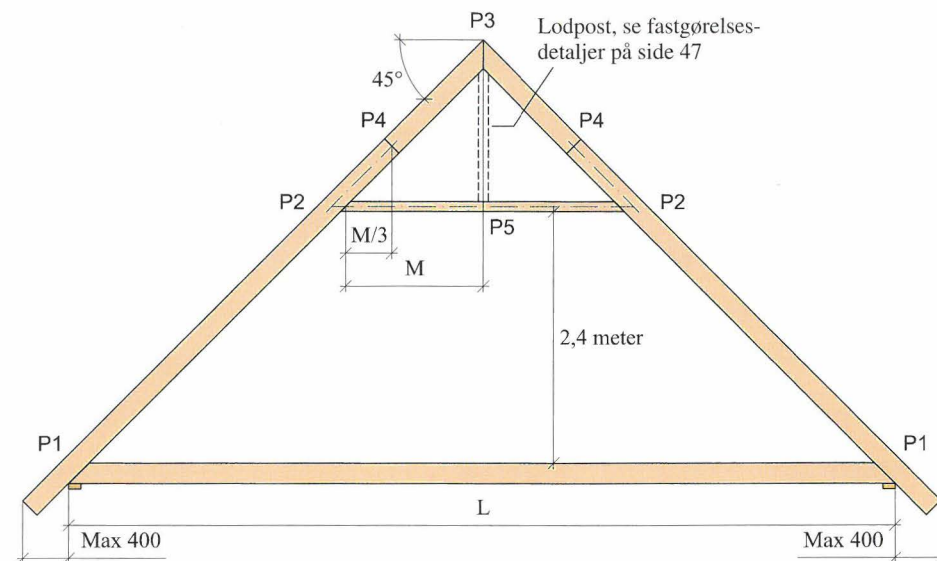
Spærhovedets minimumshøjde er sat til 195 mm iht. normale isoleringsbehov. Derfor er hanebåndets nedbøjning dimensionsgivende, bortset for de største spændvidder.

Hanebåndets højde kan halveres, hvis hanebåndet ophænges i en lodpost på midten. Posten skal fastgøres med beslag med 3+3 søm i hver ende og på hver side, se side 45 og 47. Samlingen P2 kan da udføres som angivet for hanebåndsspær med hanebånd i den halve højde.

Spærfoden dimensioneres som bjælkelag, se side 72. Stød skal være understøttet og kunne optage trækret N i spærfoden, som angivet i tabellen.

Spændvidder og trædimensioner

Spændvidde L i m	Trædimensioner i mm		
Let og tungt tag	Hoved	Fod	Hanebånd
7,4	45×195	45×195	45×95
8,1	45×195	45×195	45×120
8,6	45×195	45×195	45×145
9,0	45×195	45×195	45×170
9,5	45×195	45×195	45×195
9,8	45×195	45×195	45×220
10,2	45×195	45×195	45×245
10,8	45×220	45×195	45×270



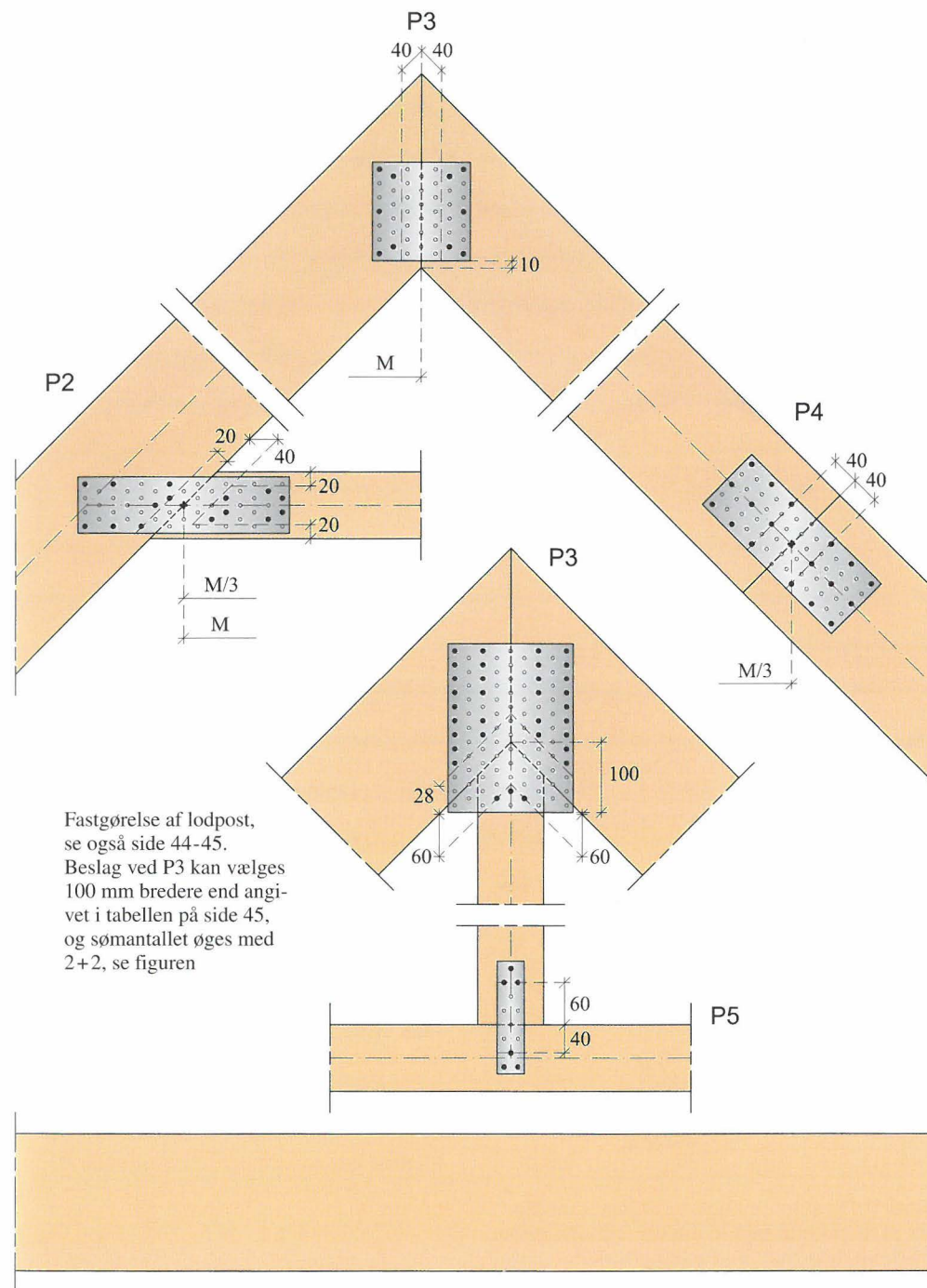
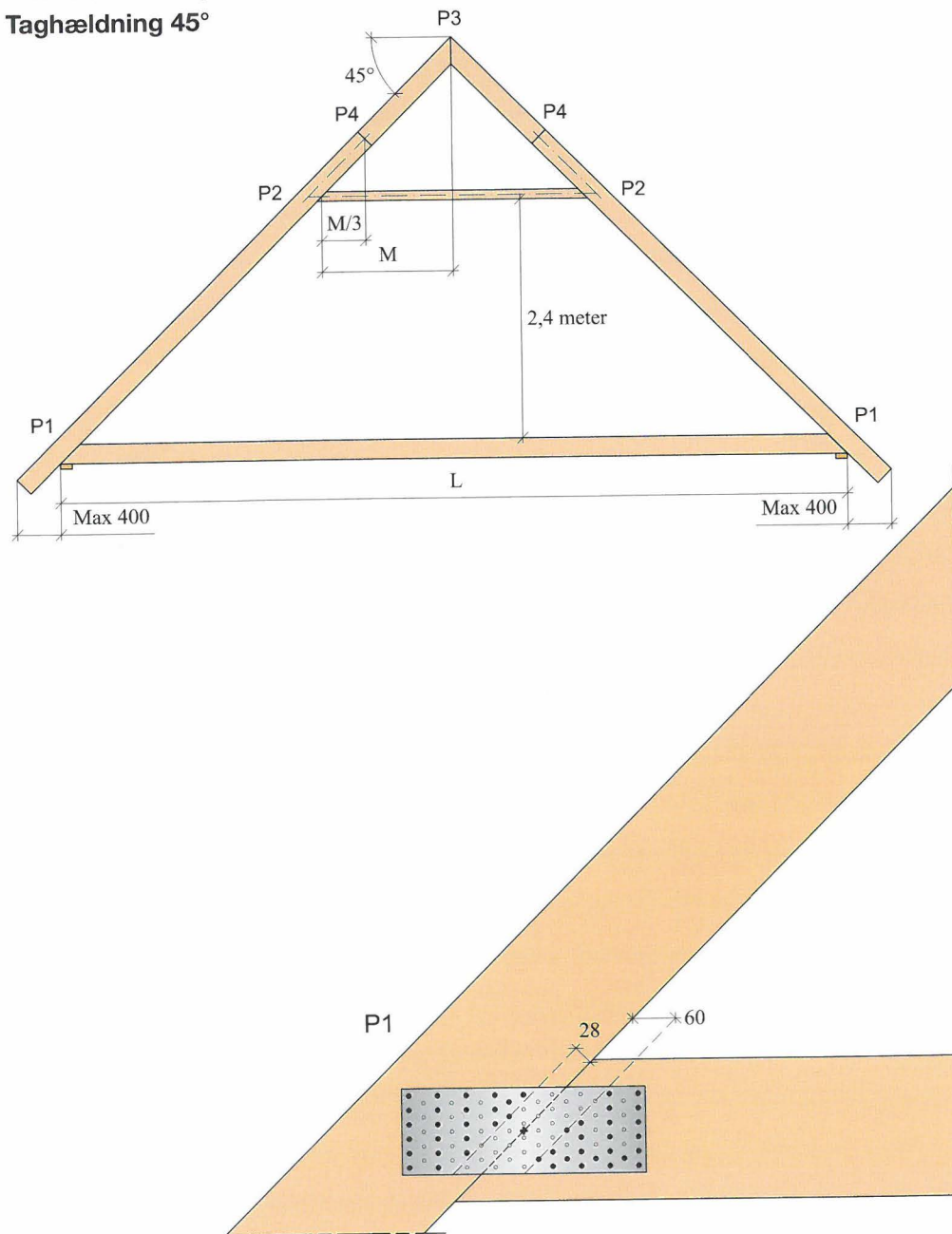
Hulplader og kamsøm

Forbindelser: 2 hulplader $b \times l \times 1,5$ mm, antal kamsøm 4,0×35 pr. plade

Træk i spærfod

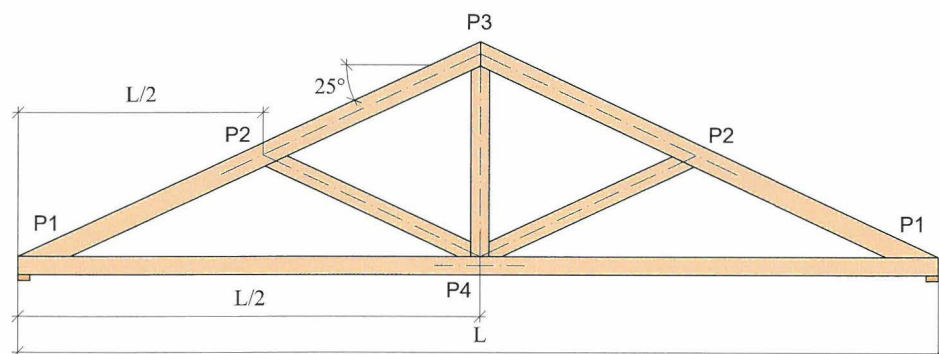
P1		P2		P3		P4		N , kN
$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	$b \times l$	Søm	
120×340	23+21	80×300	8+7	140×140	5+5	100×260	10+10	5,9
120×340	25+26	80×300	11+8	140×140	9+9	100×260	10+10	6,9
120×380	24+30	100×300	19+15	140×180	11+11	100×260	10+10	8,1
140×380	23+31	120×300	21+17	140×180	13+13	100×260	11+11	8,9
140×380	23+35	120×380	24+18	160×180	15+15	100×260	14+14	10,0
140×420	23+34	120×380	26+20	160×180	16+16	100×300	14+14	10,6
160×420	22+36	160×380	26+20	160×220	18+18	120×300	14+14	11,4
160×420	21+42	160×380	33+25	180×220	20+20	120×300	18+18	12,8

Taghældning 45°



Fritliggende spær, type T2

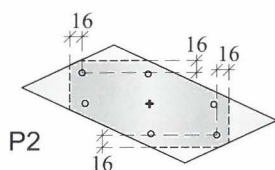
Taghældning 25°



I forsamlingslokaler og lignende store rum, hvor der anvendes fritliggende spær, er der brandtekniske krav til udformning af samlingerne. De viste løsninger er baseret på limtræ samlet med indslidsede stålplader.

Der er anvendt følgende forudsætninger:

- Brandmodstandsevne 30 minutter.
- Spærafstand 2,4 m med ovenliggende sekundær tagkonstruktion af tagelementer eller åsekonstruktion.
- Oversiden af spærhovederne er beskyttet mod brandpåvirkning.

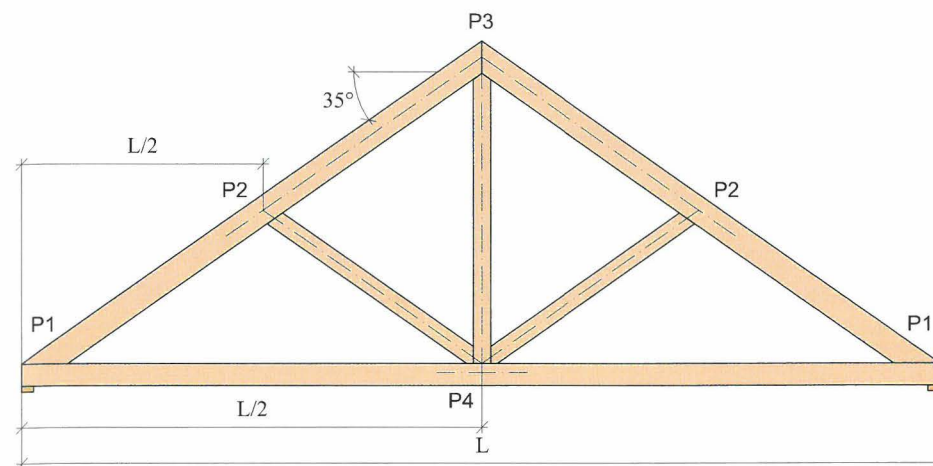


Figur 9 For at lette udfærsning af slidser kan hjørner på stålplader skæres af, blot der er mindst 16 mm fra midte af dornhul til nærmeste pladekant.

- Limtræ GL 28c i bredden 115 mm.
- Dorne 8 × 90 mm i stål med brudstyrken $f_u = 340$ MPa.
- Samlinger med 4 mm stålplade anbragt i 6 mm slidser i træet.
- Der skal mindst være 16 mm fra midte af dornhul til pladekant, se figur 9.
- Dornhuller i stålpladen skal være $\varnothing 8$ mm
- Stålpladekanter ligger mindst 10 mm indenfor træets kanter og beskyttes ved indlimning af 10 mm lister i slidserne.
- Dornenderne beskyttes med indlimede træpropper i 12 mm dybde.
- Den samlede egenlast af tagkonstruktionen er for »Let tag« sat til 0,75 kN/m² og for »Tungt tag« til 1,05 kN/m². Det tillader en egenvægt af den sekundære tagkonstruktion på 0,20 kN/m².
- Spæret understøttes ved enden eller indenfor udstrækningen af samlingen P1.

Fritliggende spær, type T2

Taghældning 35°



Spændvidder og trædimensioner					Hulplader og kamsøm			
Spændvidde <i>L</i> i m Trædimensioner i mm					Forbindelser: 4 mm stålplade, antal dorne 8,0×90 pr. plade			
					P1	P2	P3	P4
Let tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Stænger	Dorne	Dorne	Dorne	Dorne
Taghældning 25°								
12	10	115×167	115×167	115×133	6+5	2+2	6+2	4+2+2
14	12	115×167	115×167	115×133	7+6	2+2	8+3	5+2+2
16	14	115×200	115×167	115×133	9+7	2+2	9+2	6+2+2
18	16	115×200	115×167	115×133	10+8	3+3	11+3	7+3+2
-	18	115×200	115×167	115×133	12+9	3+3	12+3	8+3+2
Taghældning 35°								
12	10	115×167	115×167	115×133	5+4	2+2	6+3	3+2+2
14	12	115×167	115×167	115×133	6+4	2+2	7+3	3+2+2
16	14	115×200	115×167	115×133	8+6	2+2	8+2	4+2+2
18	16	115×200	115×167	115×133	9+7	2+3	11+3	5+2+2
-	18	115×200	115×167	115×133	11+8	3+3	12+4	6+2+2

Fritliggende spær, type T2

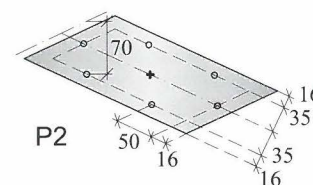
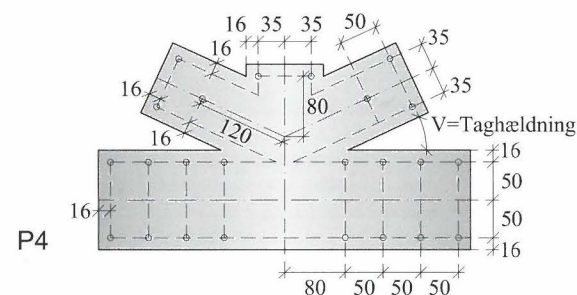
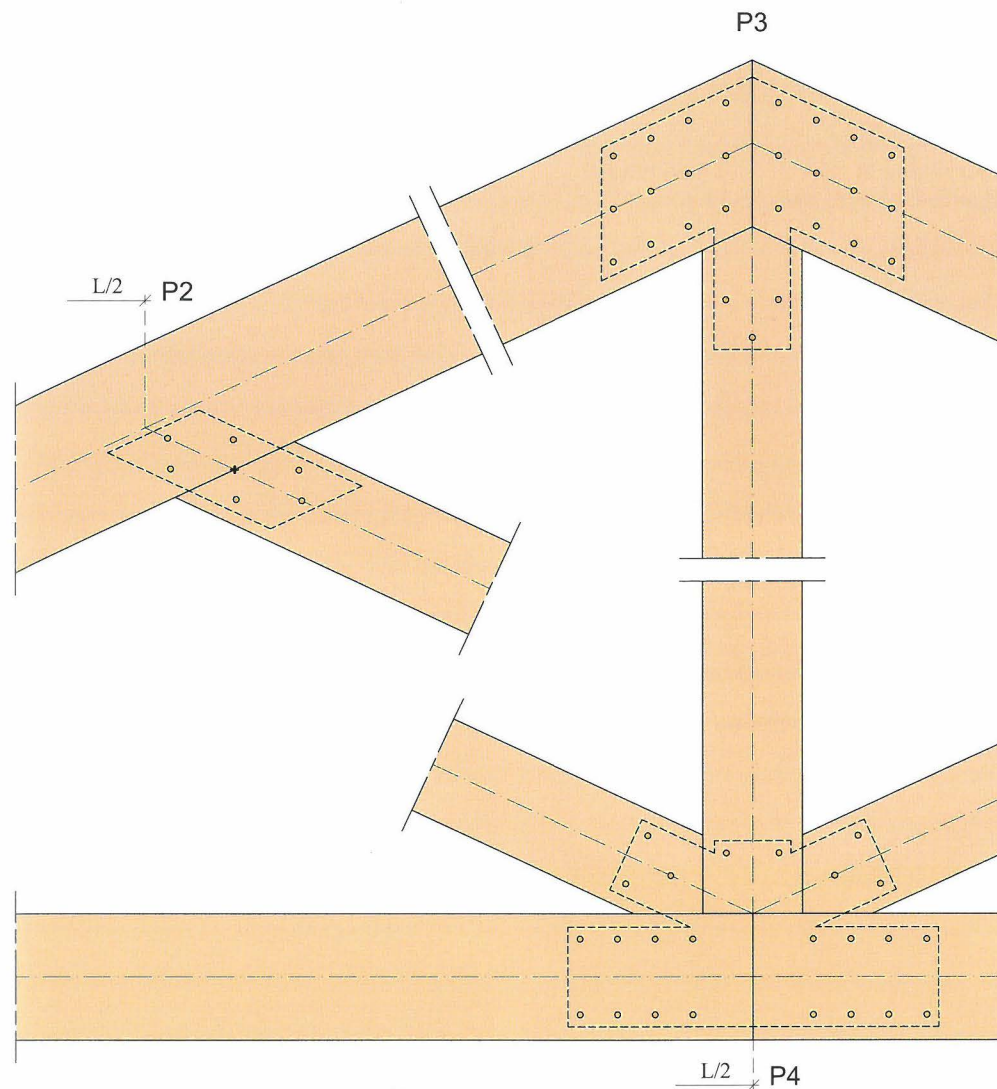
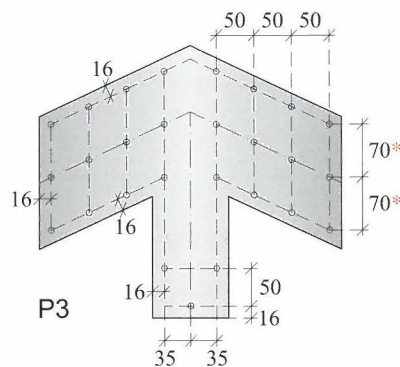
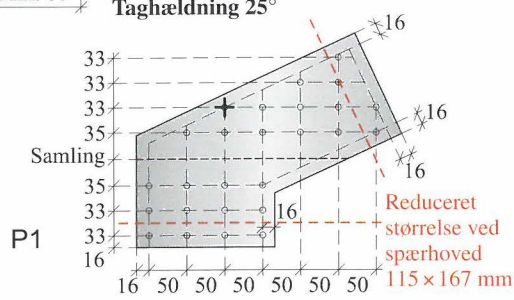
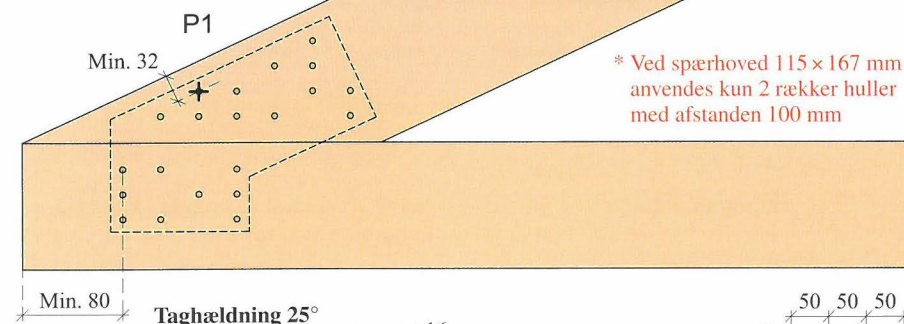
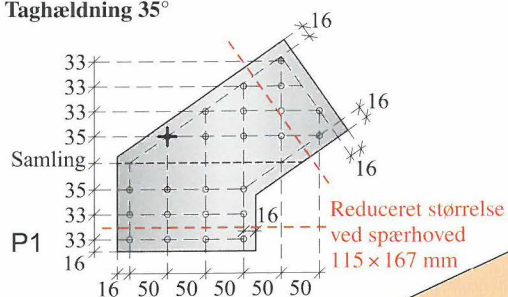
Taghældning 25° og 35°

De viste stålplader passer, når spærhovedet er 115 × 200 mm.

Når spærhovedet er 115 × 167 mm, skal der i P2 kun anvendes 2 rækker dorne med lodret afstand 100 mm (i stedet for 3 rækker med afstand 70 mm). Ved P1 kan pladestørrelsen reduceres som vist med røde punkterede linjer.

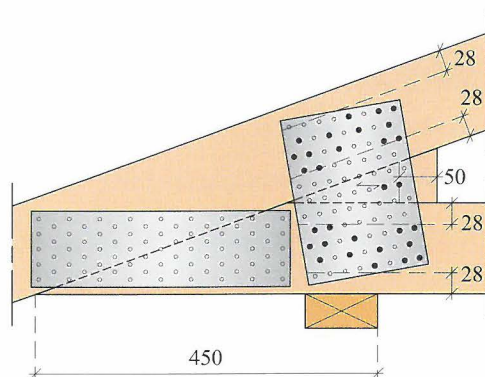
Ved P2, P3 og P4 kan pladestørrelsen reduceres, når der ikke er brug for alle dorne. Kun ved P1 skal dorne fordeles over de mulige placeringer, på samme måde som beskrevet for søm side 12.

Taghældning 35°

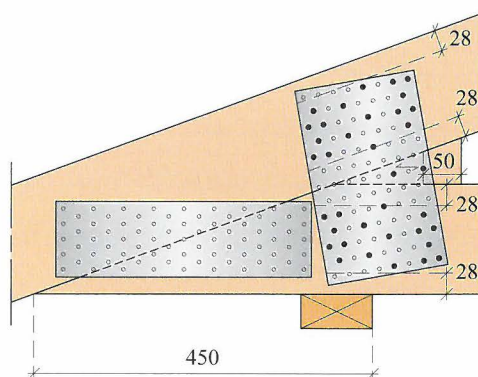


Spærfodsdimensionering

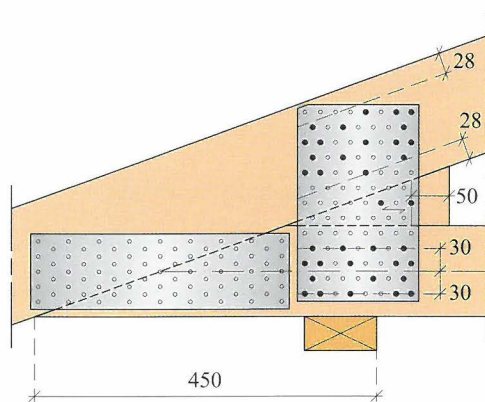
Indrykning af rem med forstærkning af spærfod, se også side 13-14.



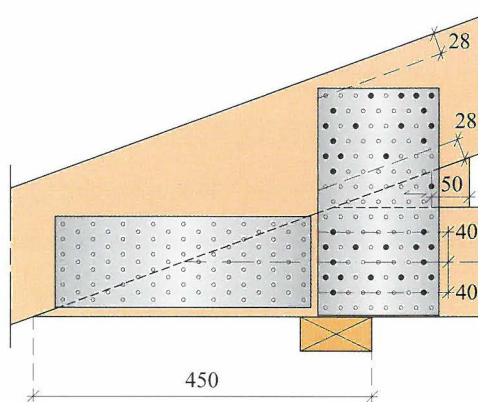
Figur 10 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 20°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/120
Hulplade: 160 × 220 mm



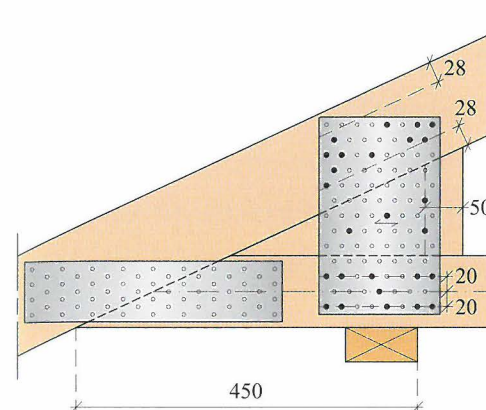
Figur 12 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 20°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/145
Hulplade: 160 × 260 mm



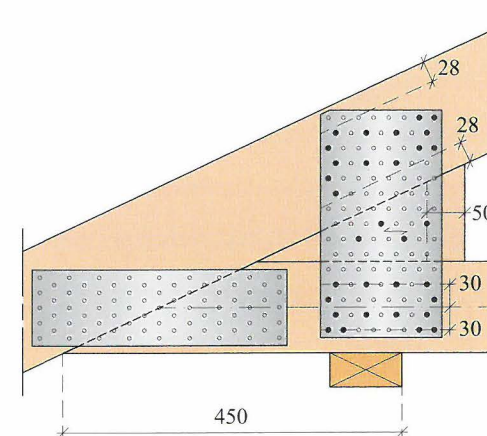
Figur 11 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 20°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/120
Hulplade: 160 × 260 mm



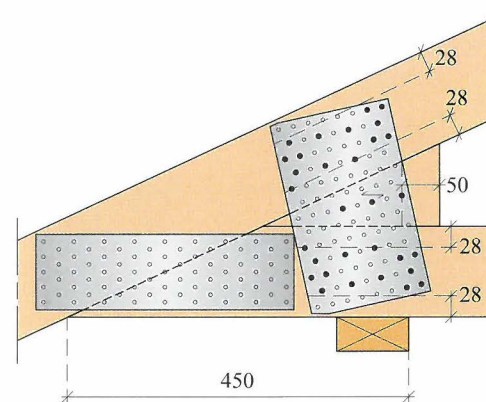
Figur 13 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 20°
Spærhoved/-fod: 45 × 170/145
Hulplade: 160 × 300 mm



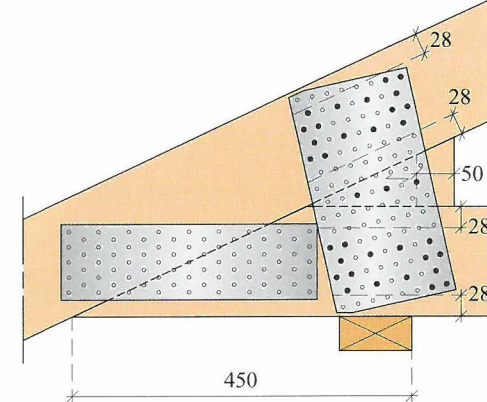
Figur 14 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 25°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/95
Hulplade: 160 × 260 mm



Figur 16 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 25°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/120
Hulplade: 160 × 300 mm



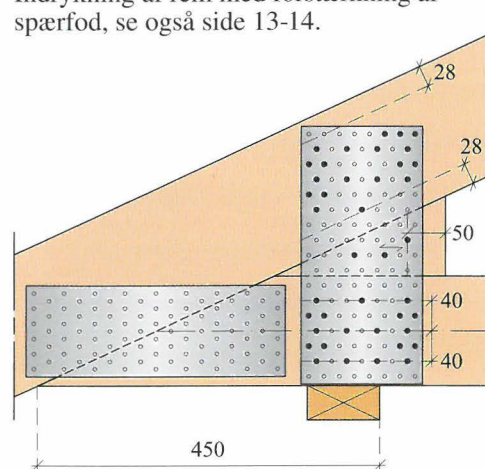
Figur 15 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 25°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/120
Hulplade: 160 × 260 mm



Figur 17 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 25°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/145
Hulplade: 160 × 300 mm

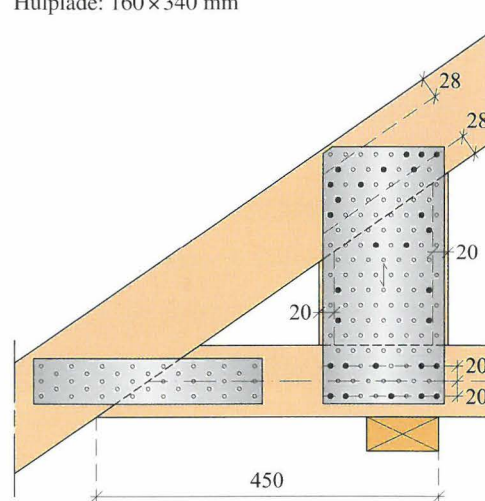
Spærfodsdimensionering

Indrykning af rem med forstærkning af spærfod, se også side 13-14.



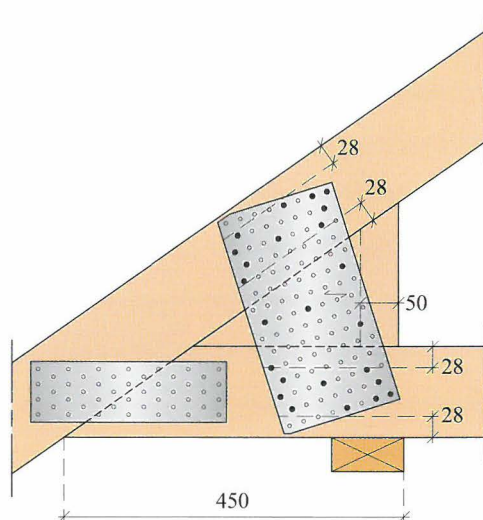
Figur 18 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 25°
Spærhoved/-fod: 45 × 170/145
Hulplade: 160 × 340 mm



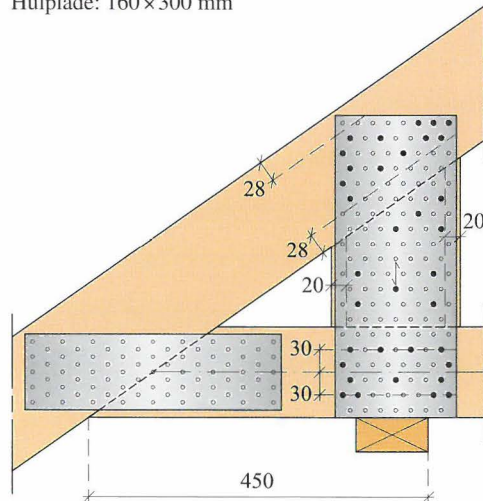
Figur 19 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 35°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/95
Hulplade: 160 × 340 mm



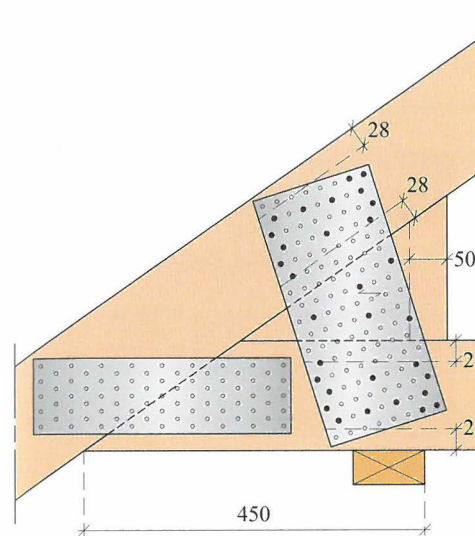
Figur 20 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 35°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/120
Hulplade: 160 × 300 mm



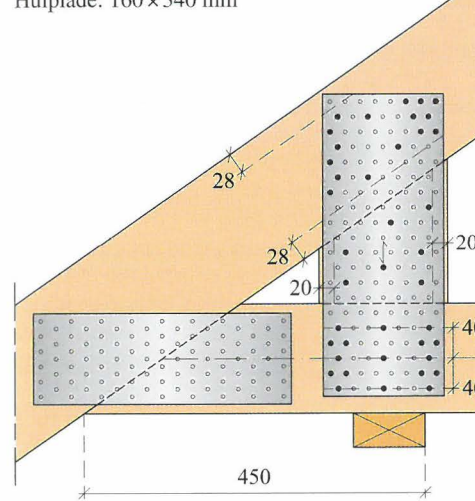
Figur 21 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 35°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/120
Hulplade: 160 × 400 mm



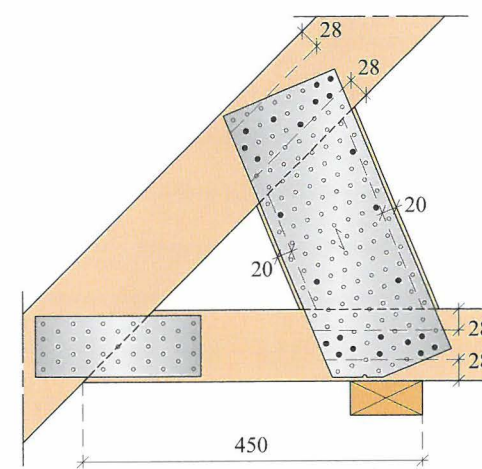
Figur 22 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 35°
Spærhoved/-fod: 45 × 145/145
Hulplade: 160 × 340 mm



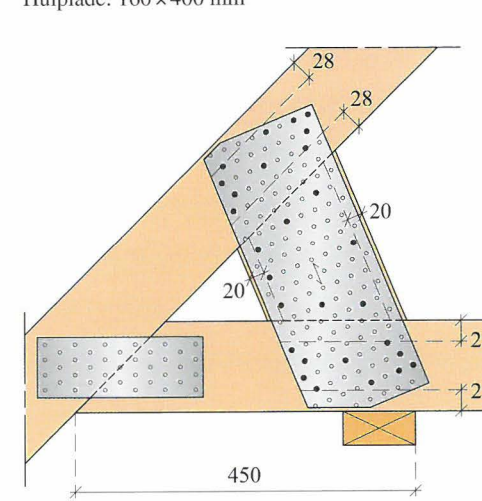
Figur 23 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 35°
Spærhoved/-fod: 45 × 170/145
Hulplade: 160 × 340 mm



Figur 24 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

Taghældning: 45°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/95
Hulplade: 160 × 400 mm

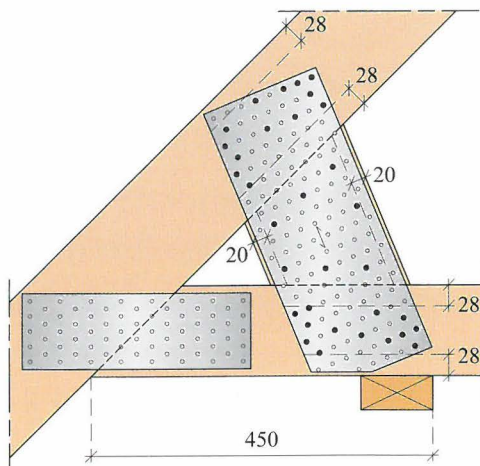


Figur 25 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.

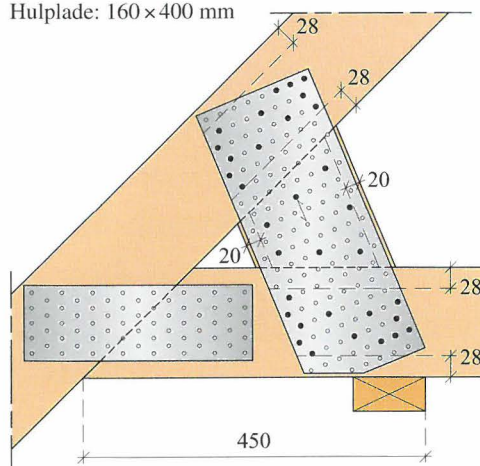
Taghældning: 45°
Spærhoved/-fod: 45 × 120/120
Hulplade: 160 × 400 mm

Spærfodsdimensionering

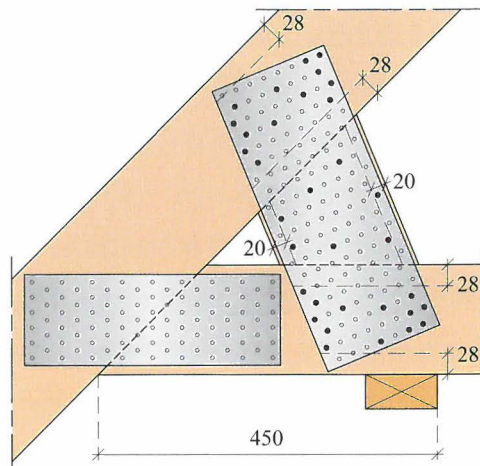
Indrykning af rem med forstærkning af spærfod, se også side 13-14.



Figur 26 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 45°
Spærhoved/-fod: 45 x 145/120
Hulplade: 160 x 400 mm

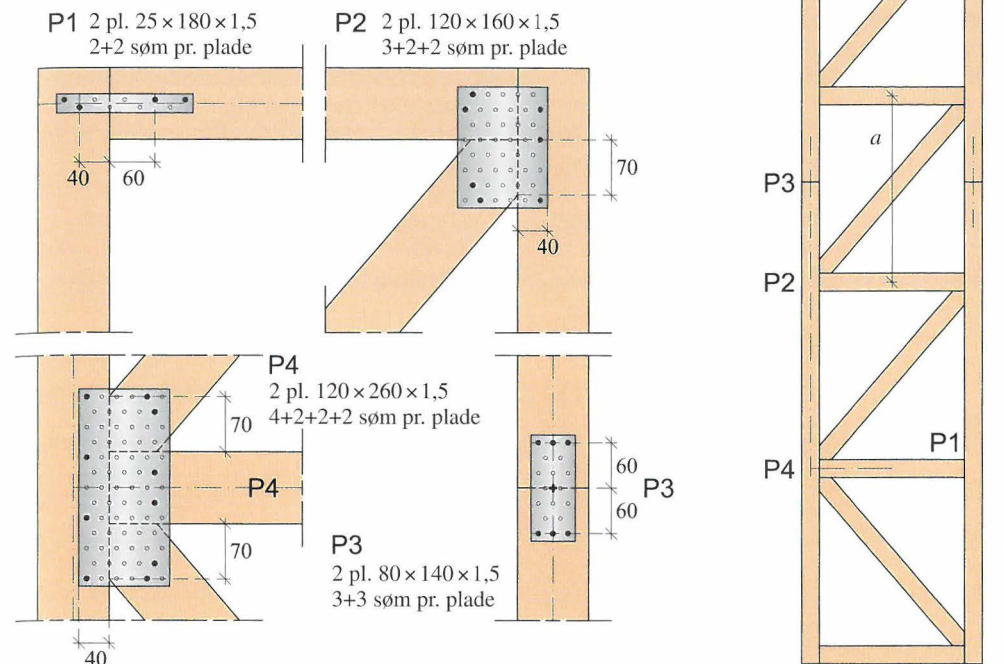


Figur 27 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 45°
Spærhoved/-fod: 45 x 145/145
Hulplade: 160 x 400 mm



Figur 28 Forstærkning af spærfod med trækile og 2 hulplader. Sømantal fremgår af tegningen.
Taghældning: 45°
Spærhoved/-fod: 45 x 170/145
Hulplade: 160 x 400 mm

Gitterbjælker



Når spær opstilles og afstives som beskrevet i *Træspær 2*, TRÆ 58, kan gitterbjælken til mindre bygninger med spærhovedlængde op til 6 m udføres af konstruktionstræ C18 med tværsnittet 45 x 95 mm som vist. Styrken afhænger af faglængden a , således at der ved store laster skal indsættes flere gitterstænger. Det nødvendige antal fag kan bestemmes ved hjælp af tabel 7, når linjelasten $q_{x,d}$ er kendt.

Lasten fremgår af Eurocode 5 og er bestemt for en række tilfælde i det supplerende materiale til TRÆ 58 på www.traeinfo.dk.

For sædvanlige enfamiliehuse i terrænklasse II (landbrugsland) vil den regningsmæssige last ikke være over 1,5 kN/m, hvilket iht. tabel 7 svarer til 4 fag med en faglængde på lige under 1,15 m (i alt 4,6 m) eller 5 fag med faglængden godt 0,95 m (i alt 4,75 m). Der vindes kun lidt ved at reducere faglængden a .

Tabel 7 Største linjelast $q_{x,d}$ i kN/m på gitterbjælken afhængigt af antal fag og faglængden.

Faglængde a i meter													
Antal fag	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
3 fag											2,09	1,95	1,82
4 fag						2,03	1,87	1,73	1,61	1,49	1,39	1,30	1,22
5 fag		2,16	1,97	1,80	1,65	1,52	1,40	1,30	1,20	1,12	1,04	0,97	
6 fag	1,91	1,73	1,57	1,44	1,32	1,22	1,12	1,04	0,96				

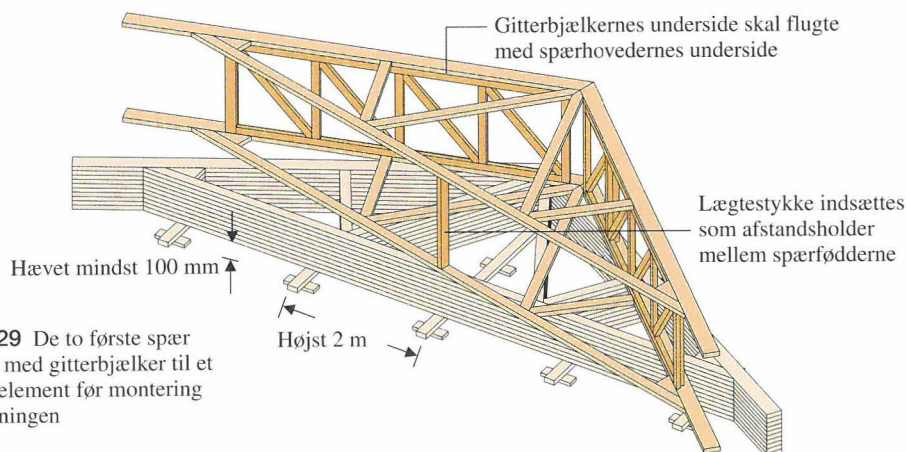
Opstilling og afstivning

Spæropstilling

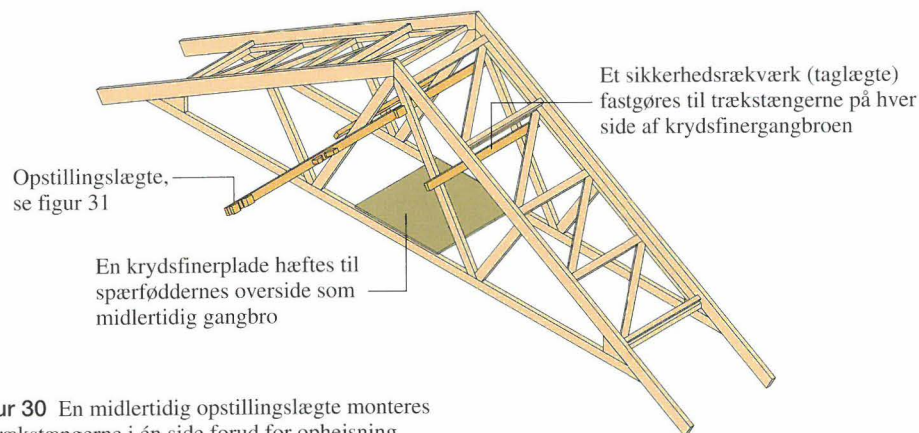
Alvorlige ulykker i forbindelse med rejsning og færdiggørelse af tagværker har ført til skærpede krav til arbejdsudførelsen. Der må ikke arbejdes fra stiger, heller ikke under spæropstillingen, og loftkonstruktioner skal sikres mod nedstyrtning, når der arbejdes fra spærfoden. Isoleringsarbejde over hovedhøjde bør ligeledes undgås.

I det følgende vises konstruktions- og udførelsesmetoder for tagværk og loft, der væsentligt reducerer risikoen for ulykker, idet montagen kan ske fra stilladset omkring bygningen og fra en midlertidig gangbro.

En fremgangsmåde til sikker spæropstilling er illustreret på figur 29-33.



Figur 29 De to første spær samles med gitterbjælker til et stabilt element før montering på bygningen



Figur 30 En midlertidig opstillingslægte monteres på træstængerne i én side forud for ophejsning.

To spær samles med gitterbjælker som vist på figur 29. Det kan foregå liggende, når afsætningen af gitterbjælkerne placeres foretages omhyggeligt. Gitterbjælkerne fastgøres ved undersiden af spærhovederne.

Den nederste ende af gitterbjælken skal være smigskåret og placeres i flugt med facaderemmens yderside.

For at undgå at skulle fastgøre midlertidige lægter nær kippen under opstillingen, monteres en opstillingslægte på spærerne, se figur 30 og 31.

Opstillingslægten udformes, så højdeforskellen på klodssættene ved spær 3 og 4 sikrer, at spær 3 ikke vælter, selvom man ved montagen af spær 4 skulle komme til at sætte spæret på oversiden af en klods.

Ved større spær er det nødvendigt at bruge to opstillingslægter, som da må monteres på undersiden af spærhovederne 1,5-2,5 m fra kippen.

Ophejsning

Mindre spær, op til 9-10 m, kan hejses op i kippen. Ved større spær hejses i to knudepunkter anbragt symmetrisk om midten. Løftegrej skal være udformet, så spærerne kan hejses på plads uden at beskadige træ og hulplader og uden behov for at skulle frigøre stropper fra stiger.

Spærerne skal opstilles, så de alle vender ens i forhold til opsnøringen. Hvis nogle af spærerne vendes, kan usymmetrier på grund af tolerancerne ved fremstillingen give synlige højdeforskelle i tagfladen.

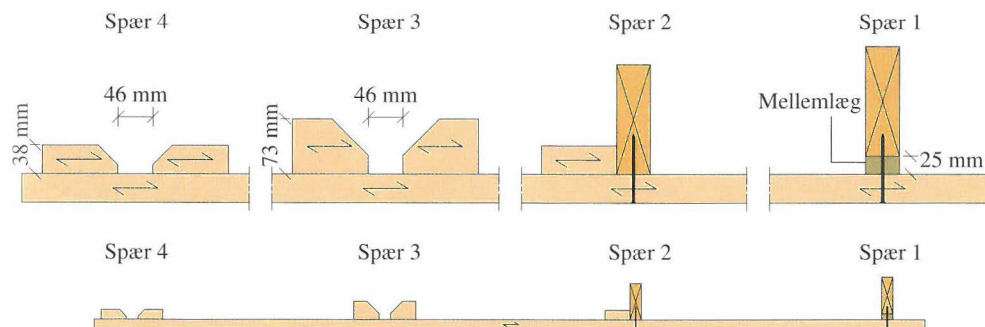
Når spærerne, der er samlet med gitterbjælker, er løftet på plads, kan der opsættes yderligere to spær, der bliver fastholdt af opstillingslægten, se figur 32. Når der er udlagt gangbro og opsat sikkerhedsrækværk, kan kiplægter monteres, og opstillingslægten kan herefter flyttes frem.

Sikkerhedsrækværket kan udføres ved at fastgøre lægter til de længste gitterstænger 1 m over gangbroen, se figur 33.

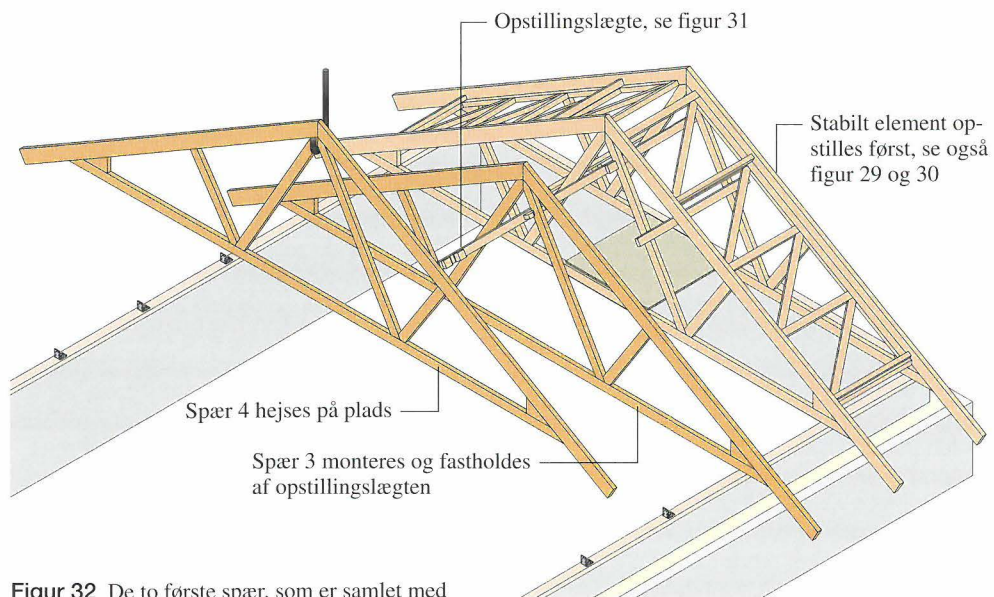
Gangbroen kan i mange tilfælde erstattes af et stillads midt i bygningen.

Opstilles de to spær, som er samlet med gitterbjælker, midt på bygningen kan der anvendes to opstillingslægter. Der kan så monteres spær på begge sider.

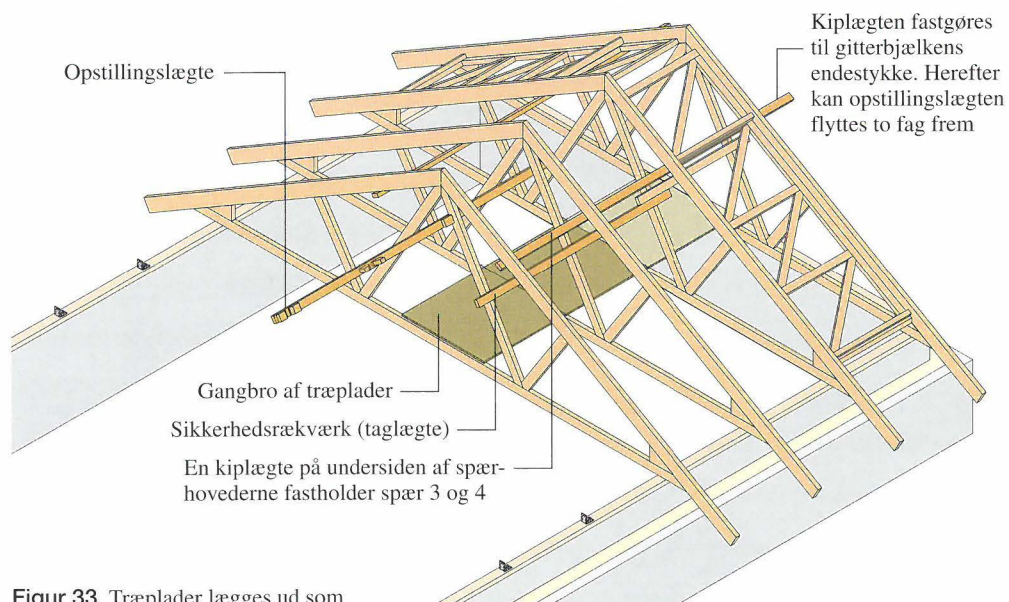
Fastholdelse af spærerne under opstillingen kan også ske med specielle beslag i stedet for opstillingslægten. Herved kan man vente med at udlægge gangbro og montere kiplægte til alle spærerne er opstillet, se figur 34-35.



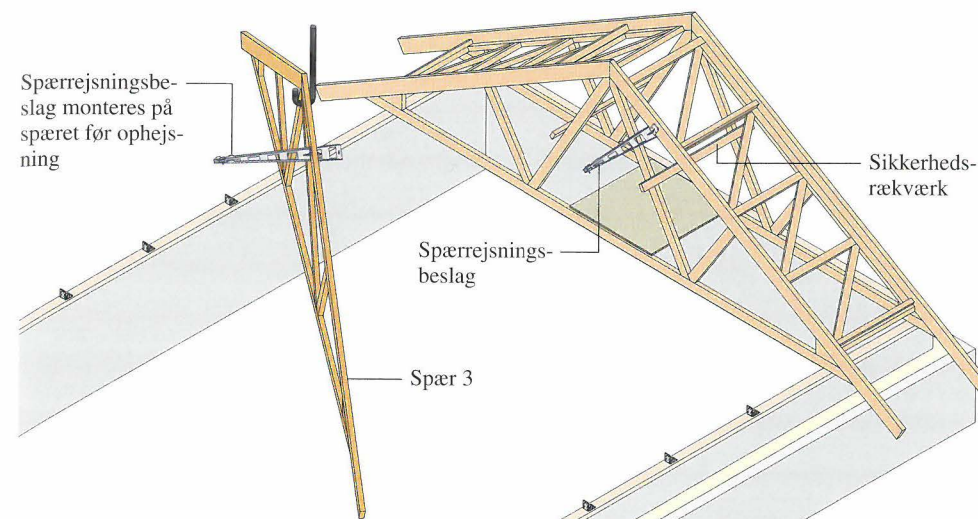
Figur 31 Opstillingslægten udføres af en taglægte 38 x 73 mm med to sæt klodser i forskellig højde til at fastholde spær 3 og 4 samt en klods, der kan ligge an mod spær 2. Opstillingslægten monteres med ca. 25 mm mellemlæg ved spær 1, så der sikres anlæg mellem spær 3 og 4 og opstillingslægten.



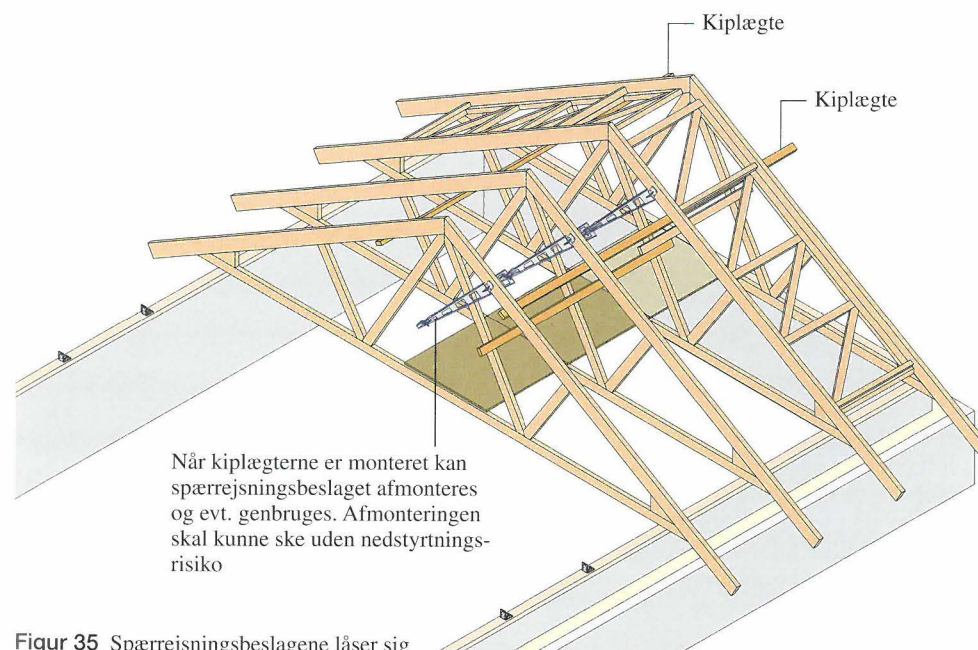
Figur 32 De to første spær, som er samlet med gitterdragere, hejses på plads og fastgøres til remmene. Spær 3 og 4 opstilles og fastholdes foroven af opstillingslægten.



Figur 33 Træplader lægges ud som midlertidig gangbro og hæftes så spærfoden stabiliseres.



Figur 34 Spæropstilling med spærrejsningsbeslag, f.eks. Simpson som vist. Beslaget monteres på spærhovedet før spæret opstilles.



Figur 35 Spærrejsningsbeslagene låser sig sammen og er derfor særlig egnede til store spær. Der kan anvendes flere beslag på hvert spær og eventuelt også på spærfoden.

Stabilisering og forankring

Behovet for stabilisering og forankring af bygninger bestemmes primært af vindlasten på den færdige bygning.

Betydningen af snelast og vind under opførelsen beskrives under *Afstivning af spær*, side 64.

Vindlast

Vinden kan give både tryk og sug på alle husets yvendige overflader, altså facader, gavlvægge, gavltrekanter og tagflader.

Dertil kommer mindre bidrag fra friktion, når vinden blæser på langs ad tage og fra over- eller undertryk på de indvendige overflader på grund af utætheder i klimaskærmen. Disse bidrag medtages ikke i den principielle beskrivelse i det følgende.

Vindlasten opdeles i vandrette og lodrette bidrag. De lodrette bidrag kommer fra tagfladerne og udhæng. De kan være både opad- og nedadrettede. I det følgende fokuseres på behovet for lodret forankring for at optage de opadrettede bidrag. De nedadrettede laster optages på samme måde som egenlast, nyttelast og snelast.

De vandrette bidrag kommer fra både tag og ydervægge. De skal normalt optages ved skivevirkning i tagflade, loftflade, etageadskillelser samt i afstivende vægge, både indvendige og udvendige. Afstivende vægge skal normalt være forankrede for at kunne optage skivekræfterne, idet egenlasten sjældent er tilstrækkelig til at hindre at de kan løfte sig, når de påvirkes af en vandret last langs oversiden.

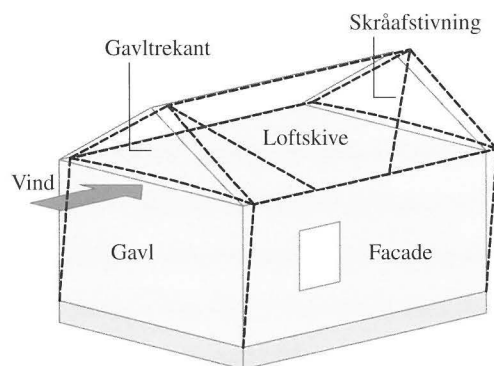
Hvordan den vandrette vindlast kan optages, illustreres med nogle eksempler for forskellige konstruktionstyper.

Etplanshus med gitterspær

Vindlasten mod ydervæggene overføres dels direkte til fundamentet, dels til de indvendige afstivende vægge, der støder op til ydervæggen og til loftskiven, der understøtter ydervæggen foroven, se figur 36 og 37.

Loftskiven fører lasten til oversiden af de vægge der står parallelt med vindlastens retning, så f.eks. vindlast på facaden føres til gavlene og de indvendige tværvægge, se figur 37.

Den vandrette del af vindlasten på tagfladerne føres også til loftskiven af spærerne. Af lasten på gavltrekanter føres kun halvdelen ned til loftskiven, se figur 38, mens resten optages af tagfladerne, hvorfra skråafstivningen fører den til facaderne, uden om loftskiven.



Figur 36 Vindlasten mod gavlen optages af loftskiven og skråafstivningen af tagfladen.

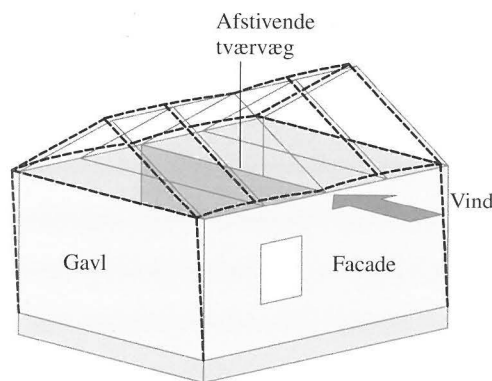
Etplanshus med bjælkespær

Ved et hus med bjælkespær og paralleltag skal den skrå tagflade understøtte både facader og gavle foroven.

De kræfter, der ved gitterspær optages af henholdsvis loftskive og tagflade, skal ved bjælkespær optages alene af tagfladen. Det gælder både ved ensidig og tosidig taghældning, når der er paralleltag. Hældningen af tagfladen giver nogle ekstra trækpåvirkninger ved facaden.

Etplanshus med saksspær

Et hus med saksspær og skrå lofter kan betragtes omtrent som et hus med gitterspær, hvis kun området over spærfoden betragtes som gavltrekant. Der skal dog tages hensyn til, at hældningen af loftskiven giver nogle ekstra trækpåvirkninger ved facaden.



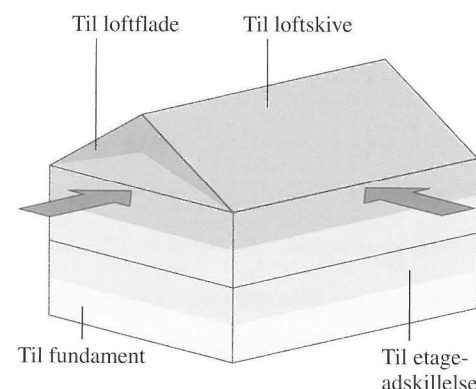
Figur 37 Vindlasten mod facaden og tagfladen optages af loftskiven og føres til gavle og indvendige tværvægge.

Fleretagers bygning

Ved fleretages bygninger vil en del af vindlasten på ydervæggene blive ført til etageadskillelsen i stedet for henholdsvis fundament og og loftskive, se figur 38. Etageadskillelsen skal føre lasten videre til de afstivende vægge i lastens retning. Etageadskillelsen skal derfor også kunne virke som skive.

Skivepåvirkningen af de afstivende vægge akkumuleres ned gennem bygningen. Forankringsbehovet for at hindre dem i at løfte sig stiger derfor. Lasten på tagflade og loftflade er som for et etplanshus med samme tagtype, bortset fra at vindtrykket øges, når bygningshøjden øges.

Generelt gælder, at forankringsbehovet øges med bygningshøjden og er større for smalle bygninger end for brede. Det vil ofte være muligt at bruge de samme lodrette forankringer til at optage vindsug på taget og forankringskræfter fra afstivende vægge. For større bygninger kan der være behov for lokale forstærkninger af fundamentet, for at optage de lodrette trækkræfter.



Figur 38 Principiel fordeling af vindlasten på hus i 2 etager.

Afstivning af spær

Tagfladen skal afstives ved konstruktioner med gitterspær, saksspær og hanebåndsspær. I det følgende fokuseres på gitterspær, men principperne er de samme for de nævnte spærtyper.

Når spær rejses med brug af gitterbjælker og kiplægter som vist i kapitlet *Opstilling og afstivning* side 58-61, kan afstivningen af gitterspær og hanebåndsspær ske som beskrevet i *TRÆ 58, Træspær 2*. Et eksempel på et afstivende system med dobbelt sæt af bånd, er vist på figur 39.

Saksspær kan betragtes som et gitterspær med taghældning svarende til forskellen på hovedets og fodens hældning, når tagbred- den måles langs fodens skrå undersider.

Vind mod gavltrekan

Vindlasten mod den øverste del af gavltrekanterne skal optages af tagfladernes afstivning.

Når afstivningen udføres som vist i *TRÆ 58*, vil det meste af lasten blive samlet i kipstringeren. Tagfladen afstives med en skråafstivning i form af et sæt trækbånd eller en skrålægte, der forbinder kiplægten til facaden via et skot ved tagfoden.

Der vil være behov for lodret forankring af de spær som skråafstivningen fastgøres til, se *TRÆ 58*.

Vind under opførelsen

Under opførelsen kan vindlasten på de uafdækkede spær blive meget betydelig, fordi vinden kan få fat i alle spærerne. En vindha-

stighed på blot 10-12 m/s giver samme last på de uafdækkede spær som en orkanliggende storm med vindhastigheden 24 m/s giver på det færdige hus.

Vindhastigheder på 10-12 m/s forekommer en del gange på et år. Det er derfor vigtigt at afstive spærerne umiddelbart efter rejsningen, se også side 58-61.

De afstivende systemer vist i *TRÆ 58* kan optage sædvanlige laster på uafdækkede spær.

Vindlasten på spærerne reduceres betydeligt, når undertaget er oplagt eller spærerne afdækkes med presenninger, naturligvis forudsat at afdækningen kan tåle vindpåvirkningen. Det kan være en fordel også at afdække gavltrekanter mod vindretningen.

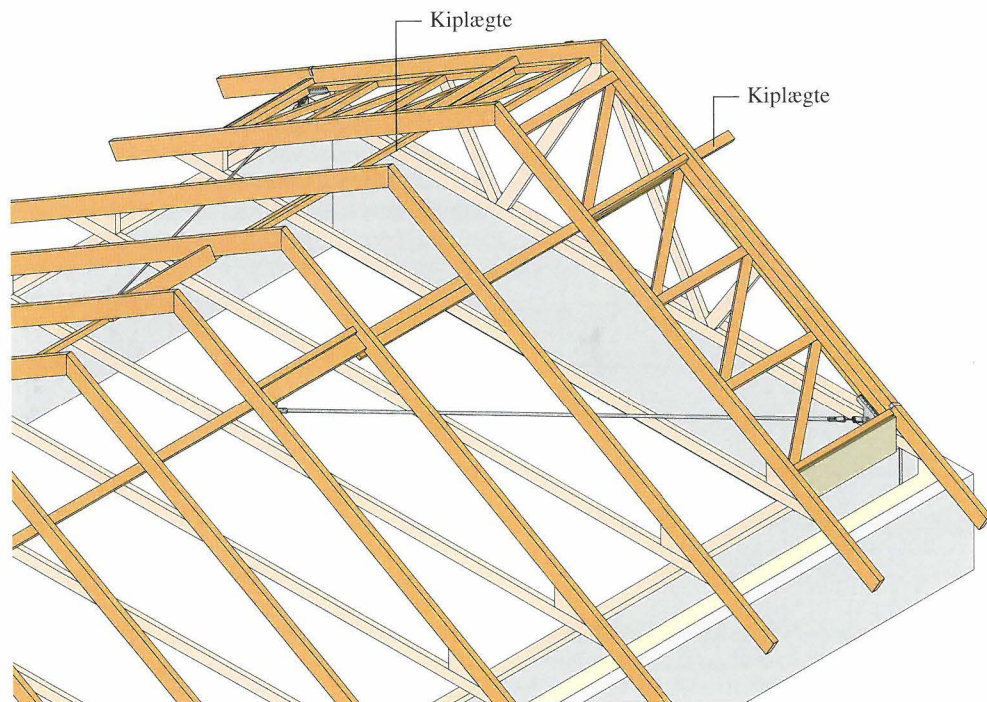
Snelast

Den lodrette last på tage med gitterspær giver især ved mindre taghældninger betydelige trykkræfter i spærhovedet. For at lægterne kan fastholde spærhovederne i den svage tværetning, skal lægterne fastholdes af et afstivende system.

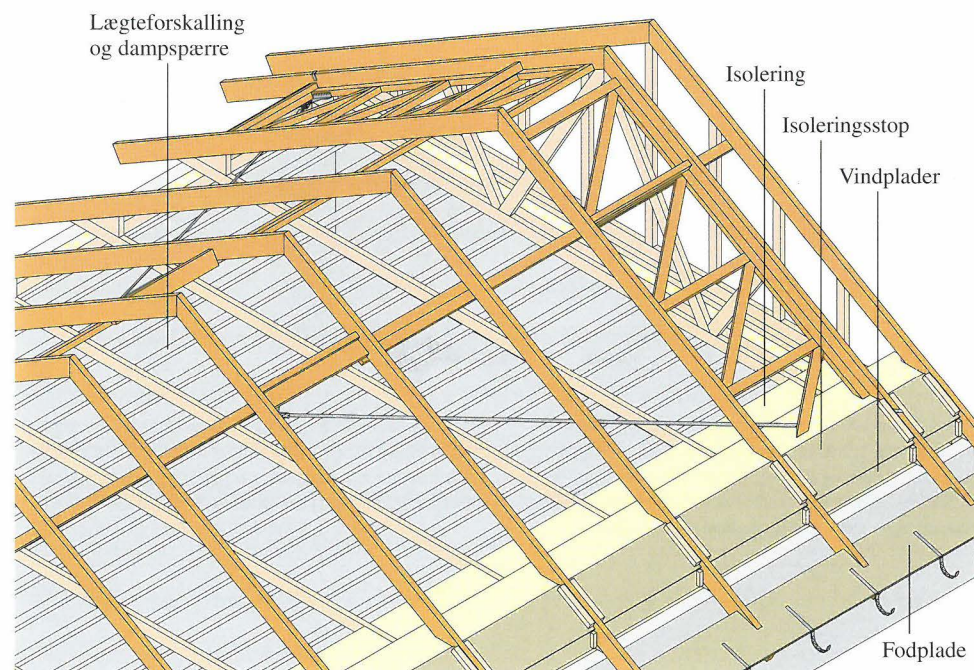
I *TRÆ 58* benyttes gitterbjælke og kiplægte til at fastholde lægterne, men f.eks. en pladebeklædning kan også anvendes. Gitterbjælken kan udføres som vist side 57.

Afstivning med plader

Afstivningen kan også ske ved hjælp af en pladebeklædning på taget, f.eks. i forbindelse med et fast undertag, se *TRÆ 54 Undertage* og *TRÆ 60 Træplader* (udkommer 2010).



Figur 39 I *TRÆ 58, Træspær 2*, benyttes et afstivende system, der består af gitterbjælker, kiplægter og skråafstivning af trækbånd eller lægter. Systemet kan optage vindlast under opførelsen og på den færdige bygning, samt fastholde spærhovederne ved snelast. Systemet er udformet, så det kan monteres fra stilladset omkring huset eller en midlertidig gangbro på spærfødderne.



Figur 40 Når der anvendes taglægter til loftforskalling er der sikkerhed mod gennemtrængning og nedstyrtning under udførelsen. Det giver samtidig mulighed for at etablere en effektiv loftskive ved pladebeklædning af loftet, fordi forskallingen kan fastgøres til remmene på indvendige vægge og ydervægge, se figur 41 og 42.

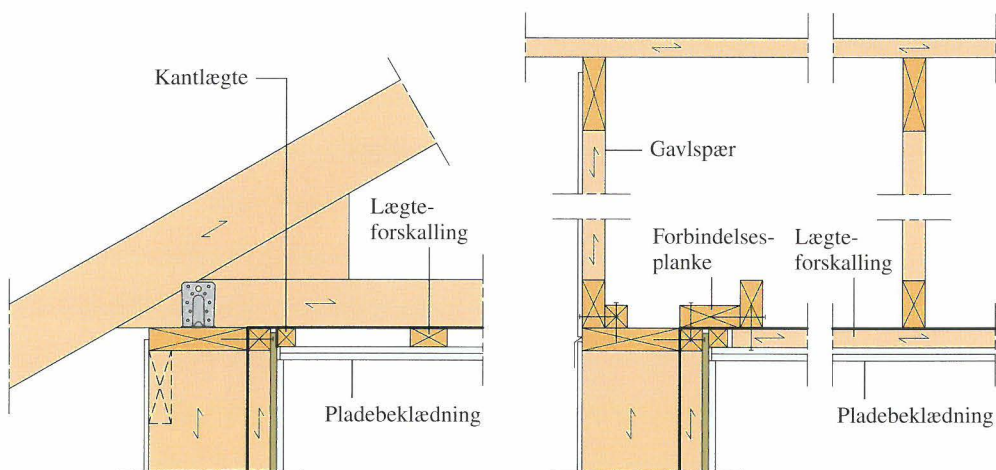
Loftskive

Loftskiven skal som beskrevet i eksemplerne på side 62-63, føre vindlast på ydervægge og tag til de afstivende vægge, der kan være både indervægge og ydervægge. Loftskiven skal derfor være forbundet til disse vægge og samtidig være så stiv, at huset ikke deformeres nævneværdigt.

Nedstyrtning under færdiggørelse af tag og loft kan forebygges ved at anvende taglægter til loftforskalling, se figur 40. Der forskalles med T1/C18-lægter pr. 300-450 mm.

Normalt skal der opsættes dampspærre på spærføddernes underside før forskallingen monteres, men det afhænger af det valgte princip for lufttætning.

Forskalling med taglægter og beklædning med plader kan sikre en god loftskive, idet lægtetykkelsen gør det muligt at fastgøre lægterne langs væggene direkte til remmene på yder- og indervægge. Samtidig kan man klemme dampspærresamlinger, udført med udfyldende masse (butyl).



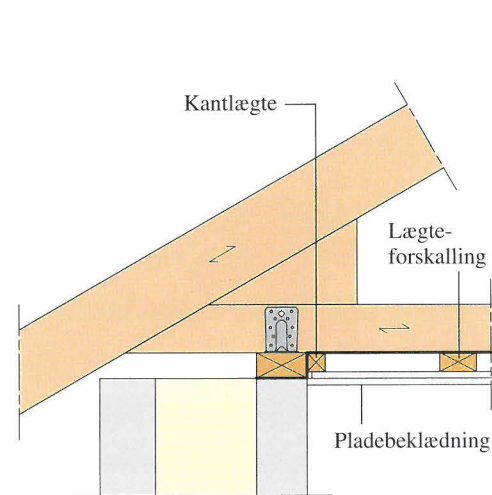
Figur 41 Pladebeklædning på loftet kan udnyttes som skive, når pladerne langs alle vægge fastgøres til kantlægter, der igen er fastgjort til remmenes sider, eksempelvis på let træskeletvæg. Kantlægterne kan samtidig klemme dampspærresamlingen.

Gavlen skal forankres til loftforskallingen og dermed loftskiven. Det kan ske ved hjælp af en forbindelsesplanke fra remmen på gavlvæggen til spærfoden/planken, som forskallingen er sømmet til.

Figur 41 og 42 viser eksempler på, hvordan loftskiven kan udføres ved henholdsvis facade og gavl, for tunge og lette vægge.

Ved gavlen skal der etableres en trækforbindelse fra gavlvæggen til forskallingen. Det kan sikres med en forbindelsesplanke som vist på figur 42. Ved facaderne sikres forbindelsen af spærfoden.

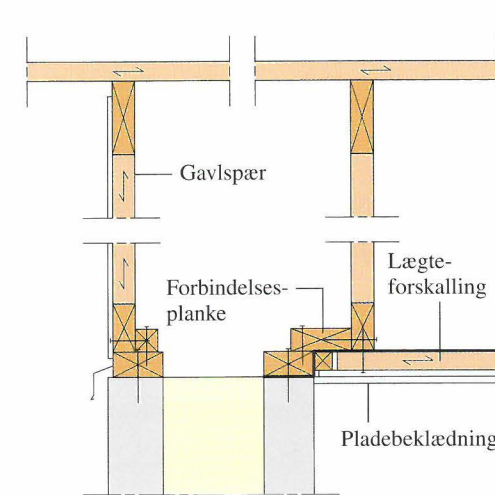
Pladebeklædningen kan ofte udgøres af et eller to lag gipskartonplader, når disse fastgøres korrekt. Ved store påvirkninger kan anvendes fibergips eller træbaserede plader.



Figur 42 Pladebeklædning på loftet kan udnyttes som skive, når pladerne langs alle vægge fastgøres til kantlægter, der igen er fastgjort til remmenes sider, eksempelvis på tung ydervæg. Kantlægterne kan samtidig klemme dampspærresamlingen.

Yderligere detaljer kan findes i håndbogen *TRÆ 56 Træskelethuse* (der også kan bruges ved tunge vægge) og i samlingen af bygningsdetaljer i *TRÆcad* (www.traecad.dk).

Specielle gangbroer eller kryds i loftfladen kan også bruges til at sikre skivevirkning i loftfladen, men det er vanskeligt at forbinde disse konstruktioner korrekt til væggene, og deformationerne vil blive større end ved pladebeklædning over hele loftet.



Gavlen skal forankres til loftforskallingen og dermed loftskiven. Det kan ske ved hjælp af en forbindelsesplanke fra remmen på gavlvæggen til spærfoden/planken, som forskallingen er sømmet til.

Lodret forankring

Der er behov for lodret forankring for at optage følgende tre lastbidrag:

1. Vindsug på taget
2. Lodret træk ved skråafstivning af tagfladen
3. Hindre løftning af afstivende væg

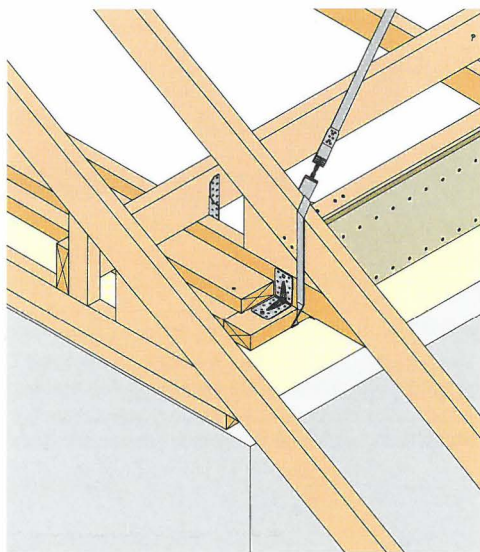
Vindsuget på taget er størst nær gavlene, når vinden blæser på langs ad bygningen. Størrelsen af suget kan findes i *Træspær 2, TRÆ 58*. For et almindeligt enfamiliehus med let tag i terrænklasse II er forankringsbehovet ved enderne af 1. spær 10-12 kN ved et gavlhæng på 0,4 m. Trækstyrken af trækbånd 2×25 mm og 2×40 mm er henholdsvis 8,8 kN og 13,2 kN.

Figur 43 viser en detalje ved let gavltrekant, hvor gavltrekanten fastholdes til 1. spær med vekselsbjælke.

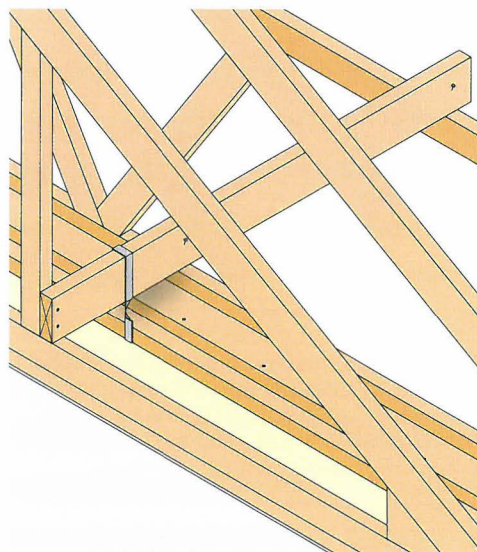
Hvis det ikke er tilstrækkeligt at forankre 1. spær ved enderne, kan yderligere forankringer etableres ved hjælp af vekselsbjælker som vist i figur 44 og 45, for henholdsvis let gavltrekant og muret gavltrekant.

Det lodrette træk fra skråafstivningen optræder kun ved vind på langs af bygningen, og dermed samtidig med det største vindsug. Værdier er angivet i *TRÆ 58*. Kraften er normalt kun 1,5-2 kN.

Når egenvægten ikke er nok til at hindre en afstivende væg i at løfte sig, når den påvirkes af en vandret kraft langs oversiden, må den også forankres. Dette behov optræder både ved vind på langs og på tværs. Kræfterne er illustreret på figur 46.



Figur 43 En let gavltrekant på en tung gavlvæg kan forankres til 1. spær ved hjælp af en vekselsbjælke fra gavltrekanten til 2. spær placeret nær facaderne.

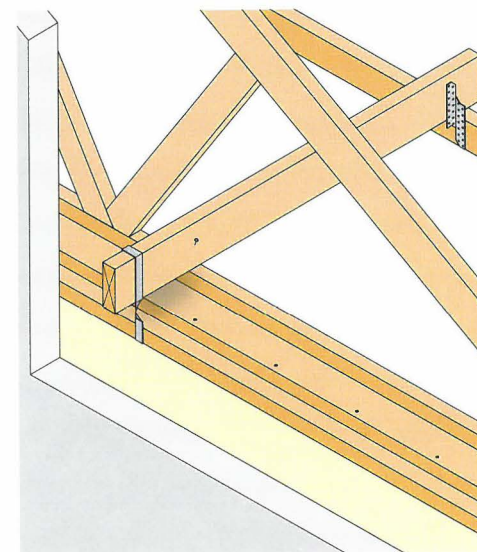


Figur 44 Ved let gavltrekant på en tung gavlvæg hvor forankring til 1. spær ikke er tilstrækkelig, kan den forankres selvstændigt ved hjælp af en vekselsbjælke og en forankring ved bagvæggens yderside.

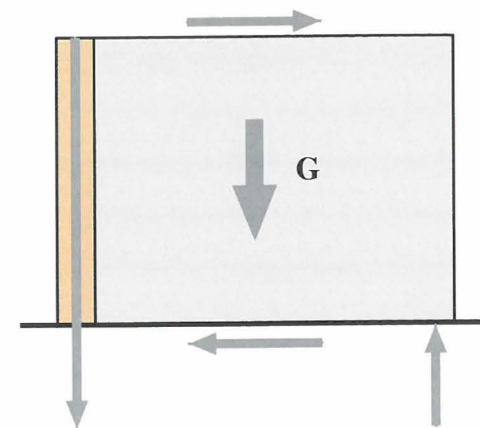
Når 1. spær er forankret, og der derefter placeres en forankring for hver 3-3,5 m, antages det normalt at vindsuget på taget kan føres hen til forankringerne af lægter og loftkonstruktion.

Der skal altid placeres lodrette forankringer hvor der er lodret træk fra skråafstivningen, og hvor der er behov for forankring af afstivende vægge. For at begrænse antallet af forankringer, bør man planlægge placeringen så samme forankring optager flere laster.

Kan en forankring ikke placeres ved et spær, f.eks. på grund af et vindue, kan man indsætte en vekselsbjælke som vist på figur 47.

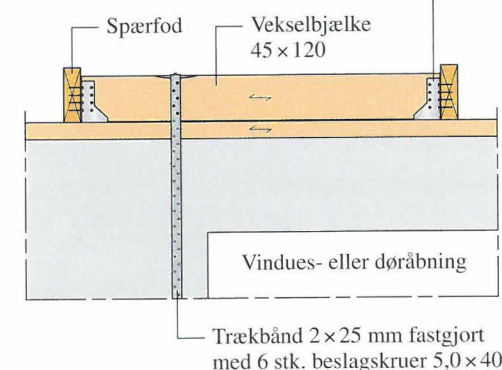


Figur 45 Ved muret gavltrekant hvor forankring af gavlsparret ved facaderne ikke er tilstrækkelig, kan det forankres yderligere ved hjælp af en vekselsbjælke, som udkrages over bagmuren og forankres til 2. spær.



Figur 46 En afstivende væg må ofte forankres for ikke at løftes, når den påvirkes af kanten langs oversiden.

Bjælkesko 45 × 105 mm, 2 × 8 beslagsskruer i spæret og 2 × 4 beslagsskruer i bjælken, beslagsskruer udføres med 5,0 × 35 mm



Figur 47 En lodret forankring kan placeres mellem to spær ved hjælp af en vekselsbjælke. Når forankringen udføres som vist, kan hele styrken af trækbåndet udnyttes (8,8 kN).

Afstivning af gitterstænger

Gitterstænger og hanebånd skal ofte afstives i tværretningen for ikke at knække ud ved trykpåvirkning fra f.eks. snelast. Ved vindsug på taget kan der opstå tryk i de lange gitterstænger, der derfor også skal tværafstives i nogle tilfælde.

Afstivningen kan normalt foretages med en lægtestreng af taglægte med tværsnittet 38×73 mm, der fastgøres til gitterstængerne, hvor dette fremgår af spærtegninger og tabeller, se side 20-23 og 32-43.

Afstivningen udføres som vist på figur 48. Lægtestrengen samles over en gitterstang ved at forskyde lægterne en lægtebredde og sømme begge ender til gitterstangen.

Lægtestrengen fastholdes i længderetningen med en skråstillet lægte, der forbindes til en fordelingslægte anbragt lige over spærfoden. Den fordeler lasten over tre spær, så den kan optages af loftskiven.

Der anbringes en skråstillet lægte nær hver gavl. Er bygningen over 20 m lang anbringes en ekstra skråstillet lægte for hver påbegyndte 10 m, som bygningens længde øges.

Forudsætninger

- Spærafstanden er højst 1 m
- Lægter er 38×73 mm T1 eller C18
- Søm er $3,1 \times 90$ mm ringede maskinsøm eller $3,4 \times 100$ mm blanke søm.
- Trykkraften i gitterstængerne er højst 25 kN

Ved samlinger overlappes lægteenderne og fastgøres til gitterstrangen med 3 søm i hver lægteende

Fordelingslægte fastgøres lige over spærfoden til 3 gitterstænger med 2 søm i hver

Skråstillet lægte fastgøres til lægtestreng og fordelingslægte med 3 søm. Hældning højst 1:2

Gitterstang

Dimensionering af afstivning

Samlingen mellem gitterstang og lægtestreng skal i henhold til Eurocode 5 og dansk nationalt anneks kunne optage kraften $N/80$, hvor N er trykkraften i gitterstangen. Lægtestrengen bør kunne optage og videreføre kraften $N/20$.

Når afstivningen udføres som vist her, kan den anvendes for diagonaler med en regningsmæssig trykkraft indtil 25 kN (K-last).

Lægtestreng fastgøres med 2 søm til hver gitterstang

Skråstillet lægte fastgøres til gitterstænger via klodser med 2×1 søm

Figur 48 Afstivning af gitterstænger mod udbøjning.

Bjælkelag i småhuse

Inden for samme bolig (typisk småhuse) anbefaler *Nationalt Anneks* til *DS/EN 1995-1-1*, at den øjeblikkelige nedbøjning højst er $l/600$ for en fladelast på $1,5 \text{ kN/m}^2$. Ved de bjælkeafstande, der anvendes i praksis, vil det altid være stivheden, der er afgørende.

I tabel 8 er den største lysvidde L angivet for de viste kombinationer af bjælke dimensioner og bjælkeafstande, som overholder disse krav. Lysvidden bestemmes som $L = l - 0,1 \text{ m}$, se figur 49. Tabellen gælder for bjælker i styrkeklasse C18. For andre styrkeklasser multipliceres lysvidderne med faktoren s i tabel 9.

I praksis er det især gang på gulvet, der giver generende nedbøjninger. Nedbøjningen for punktlast kan derfor være mere relevant. I *Nationalt Anneks* til *DS/EN 1995-1-1* anbefales det, at etageadskillelser med træbjælkelag mellem boliger højst får nedbøjningen $1,7 \text{ mm}$ for en punktlast på 1 kN .

Bjælker dimensioneret for fladelasten $1,5 \text{ kN/m}^2$, som i tabel 8, vil for en punktlast på 1 kN midt på én bjælke få nedbøjningen $2,5 \text{ mm}$ ved bjælkeafstanden $0,6 \text{ m}$ og $1,9 \text{ mm}$ ved bjælkeafstanden $0,8 \text{ m}$. For bjælkeafstande mindre end $0,6 \text{ m}$ vil sædvanlige gulvbelægninger kunne fordele punktlasten over flere bjælker, således at nedbøjningen for punktlast i praksis ikke overstiger $2,5 \text{ mm}$. Det forudsætter, at der benyttes gulvbelægning, som i henhold til *TRÆ 41, Trægulve 1* kan spænde mindst $0,6 \text{ m}$, f.eks. 22 mm gulvbrædder.

Tabel 8 Lysvidder L i m.

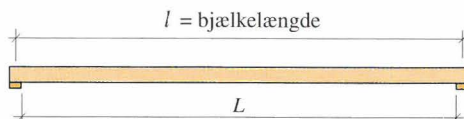
L sikrer at den øjeblikkelige nedbøjning for nytte- last i bolig er mindre end $l/600$.

Tabelværdierne gælder for styrkeklasse C18. For andre styrkeklasser multipliceres med faktoren s i tabel 9.

Bjælke dimensioner, mm		Bjælkeafstand, m				
b	h	L	L	L	L	L
45	120	2,37	2,22	2,05	1,92	1,74
45	145	2,89	2,70	2,50	2,35	2,12
45	170	3,40	3,18	2,95	2,77	2,51
45	195	3,91	3,67	3,40	3,19	2,89
45	220	4,43	4,15	3,84	3,61	3,27
45	245	4,94	4,63	4,29	4,03	3,65
45	270	5,46	5,11	4,74	4,45	4,04
45	295	5,97	5,60	5,19	4,88	4,42
95	145	3,73	3,49	3,23	3,04	2,75
95	195	5,05	4,73	4,38	4,12	3,73
95	245	6,37	5,97	5,53	5,20	4,72
95	295	7,69	7,21	6,68	6,28	5,70
95	95	2,41	2,25	2,08	1,96	1,77
120	120	3,33	3,11	2,88	2,71	2,45
145	145	4,31	4,04	3,74	3,51	3,18
195	195	6,45	6,04	5,60	5,26	4,77

Tabel 9 Faktor s som lysvidderne i tabel 8 skal multipliceres med, som funktion af styrkeklassen.

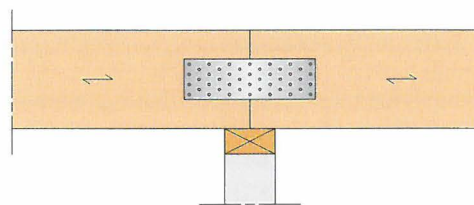
Styrkeklasse	C14	C18	C24	C30
Faktor s	0,88	1,00	1,08	1,15



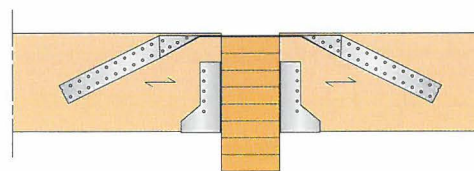
Figur 49 Lysvidden L er afstanden mellem inder- siden af remmene og bestemmes som $l - 0,1 \text{ m}$, hvor l er bjælkelængden fra midte til midte af bjælkeunderstøtning.

Stød i bjælker

Hvis foden i et hanebåndspær skal samles over en væg, se figur 50, skal samlingen kunne optage normalkraften angivet i tabel- len side 45. Hvis samlingen udføres med beslagsøm $4,0 \times 35 \text{ mm}$ og hulplader på begge sider, er bæreevnen af hvert søm $0,95 \text{ kN}$ (K-last).



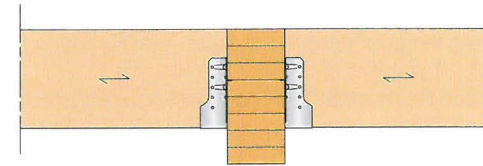
Figur 50 Når bjælker i et bjælkelag stødes over en væg, bør enderne samles med en hulplade med mindst 3 søm i hver bjælkeende. (60 mm kantaf- stand bør vises).



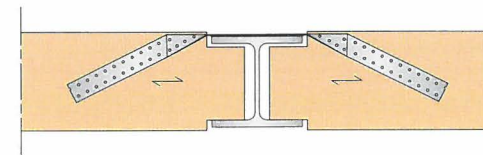
Figur 51 Tilslutning af bjælker til limtræsdrager med bjælkesko. Hvis bjælkestroppen benyttes skal limtræsdrageren sænkes mindst 5 mm .

I andre tilfælde skal samlingen også kunne overføre et vist træk, f.eks. når bjælken ind- går i loftskiven. Stød bør derfor altid samles med hulplader på mindst den ene side og med mindst 3 søm i hver bjælkeende.

Figur 51-53 viser samlinger ved en lim- trædrager henholdsvis en stål drager.



Figur 52 Tilslutningen til en limtræsdrager kan også ske med bjælkesko med vulst, der kan optage noget træk.



Figur 53 Dragere af HEB-profiler kan ofte skjules i bjælkelaget når bjælkeenderne tildannes. Mindst hver tredje bjælke bør samles med bjælkestrop, og der bør anbringes murpap på dragerens overside.

Udvekslinger

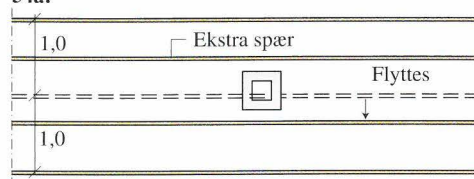
Spærudvekslinger

Udvekslinger i spærene bør så vidt muligt undgås, men det kan være nødvendigt, når der skal anbringes genstande, som f.eks. store tagvinduer eller kviste.

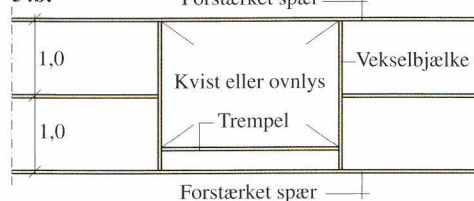
Ved genstande, der er placeret, så de ikke passer ind i spærinddelingen, og som højst kræver én normalspærafstand, kan der anbringes et spær på hver side af genstanden således, at udveksling og eventuel forstærkning af spær undgås, se figur 54a. Det forudsætter anvendelse af et ekstra spær.

De fleste genstande, der kræver mere plads end en normalspærafstand, kræver kun

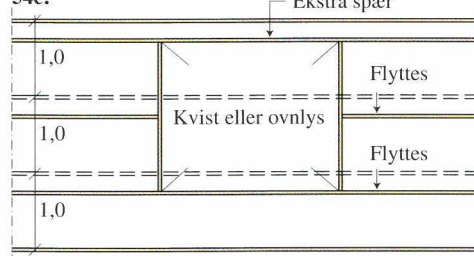
54a:



54b:



54c:



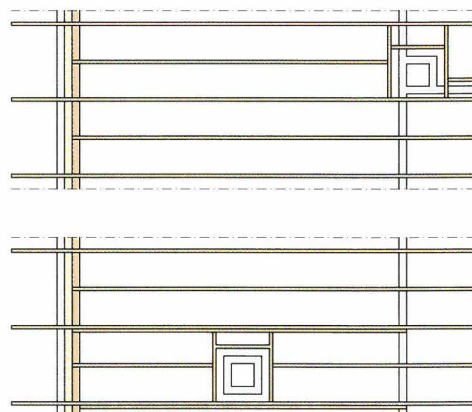
Figur 54 Udvekslinger af spær.

udveksling af et spær. Et stykke af spærhovedet bortskæres og de frie ender fastholdes med vekselsbjælker til nabospær. De to nabospær skal kunne optage ca. 50 % mere last end normalspæret, men hanebåndsspær er ofte betydeligt overdimensionerede af hensyn til isoleringstykkelsen, således at forstærkning ikke altid er nødvendig. Figur 54b viser et tilfælde, hvor der ikke er behov for at rykke på spærenes placering.

Såfremt den ønskede åbning er mindre end to normalspærafstande, men berører to spær som på figur 54c, er det hensigtsmæssigt at indlægge et ekstra spær og rykke på to andre. Af hensyn til lægterne og beklædningen bør spærafstandene normalt ikke overskride normalspærafstanden.

Hvis der er behov for at udveksle to spær, anvendes ofte dobbeltspær til at bære vekselsbjælkerne.

Når der laves udvekslinger, skal der i hanebåndsniveauet indlægges dragere hen over udvekslingen. Der skal altid indlægges dragere i begge sider af hanebåndet.



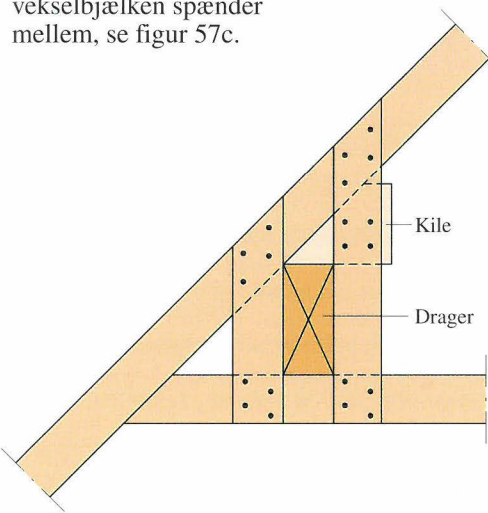
Figur 55 Udvekslinger af bjælker for skorsten.

Bjælkeudvekslinger

Ved udvekslinger for mindre genstande, som f.eks. skorstene, er det ikke nødvendigt at forstærke bjælkerne, hvis det sker nær bjælkernes understøtninger. Sker udvekslingen andre steder må nabobjælkerne forstærkes, eventuelt fordobles, se figur 55.

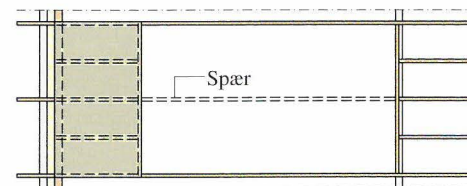
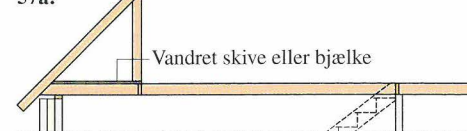
Er der væsentlig trækpåvirkning af udvekslede bjælker, som det er tilfældet, når bjælken er fod i et spær, skal også de vandrette kræfter udveksles. Det kan f.eks. ske ved at indlægge vandrette skiver af krydsfiner. Et typisk tilfælde er trapper i et hus med hanebåndsspær, hvor der er behov for at fjerne mindst en spærfod, se figur 57a.

Ofte er det et ønske, at trappehullet når helt ud til facaden således, at der ikke kan indlægges en skive. Trækraften i foden af de udvekslede spær kan i stedet elimineres ved at understøtte spæret ved hanebåndet med en drager mellem lodrette stolper eller vægge, se figur 56 og 57b. Såfremt der ikke indlægges dragere i begge sider af hanebåndet, må der i den modsatte side indlægges en skive mellem de to spær, som vekselsbjælken spænder mellem, se figur 57c.



Figur 56 Samlingsdetaljer for dragere, understøttet f.eks. på forstærket spær.

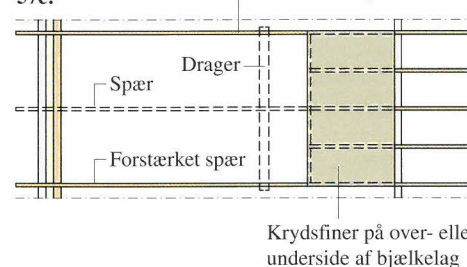
57a:



57b:



57c:



Figur 57 Udvekslinger for trapper.

Dimensioneringsforudsætninger

Beregningerne er udført ved anvendelse af forudsætningerne, beskrevet i det følgende.

Sikkerhed

Beregningerne er sket i henhold til Eurocodes med tilhørende danske annekser, inklusiv rettelser pr. 15-12-2008.

Følgende Eurocodes er anvendt:

- DS/EN 1990
- DS/EN 1991 del 1-1, 1-3 og 1-4
- DS/EN 1995 del 1-1 og 1-2

Laster

Egenlaster

Løftbeklædning, forskalling, isolering:

0,25 kN/m²

Spærfod: 0,05 kN/m²

Gangbro: 0,15 kN/m²

Spærhoved: 0,05 kN/m²

Tungt tag inkl. lægter og undertag:

0,55 kN/m²

Let tag inkl. lægter og undertag:

0,25 kN/m²

Snelast for fritliggende bygninger.

Vindlast for en bygning med væghøjde 3 m i terrænklasse II for basisvindhastigheden 24 m/s og et spær placeret 0,5 m fra gavlen.

Nyttelast på etageadskillelser for boliger. For tagrum og skunkrum er benyttet lasterne i DS 410:1998, der forventes indføjet i nationalt annekst til DS/EN 1991-1-1 ved revision i 2010.

Materialer

Træ

Konstruktionstræ: C18

Limtræ til fritliggende spær: GL 28c

Beslagsøm og hulplader

Bæreevne i henhold til håndbogen *Beregning af forbindelser* og programmet *Søm-DIM*, begge udgivet af Træinformation (2009).

Hulplademønster er vist som for Simpson Strong-tie plader. Alle huller kan udnyttes, idet træarealet pr. søm da er lidt større end det krævede areal for søm i stålplade.

Andre hulplademønstre kan bruges, forudsat at sømmene fordeles over mindst samme areal. Benyttes stærkere søm kan antallet reduceres, men skal fordeles over samme areal, se også side 12.

Modellering

Snitkræfter er bestemt ved en rammeberegning med stive samlinger. Spærhoveder er forudsat fastholdt af lægter pr. 1 m i den svage retning.

Behovet for tværafstivning af gitterstænger er bestemt ved at betragte stangen som en simpelt understøttet søjle.

Der er regnet med 0,4 m udhæng over facaden.

Systemfaktor

Der er anvendt en generel systemfaktor for spær på 1,15, som angivet i tillæg 3 fra 2006 til DS 413:2003. Faktoren blev i tillægget tilpasset det sikkerhedssystem og de partialkoefficienter, der bruges i Eurocodes og nationale annekser.

Der er ikke anvendt systemfaktoren 1,1 for parallelsystemer, som angivet i DS/EN 1995-1-1, og heller ikke momentforøgelsesfaktoren 1,24 som angivet i DS/INF 175:2009.

Spærafstand

Ved alle beregninger er der forudsat at spærafstanden c-c for gitterspær er højst 1 m.

For fritliggende spær er der regnet med en spærafstand på 2,4 m.

Bjælkespær

Egenlaster

Loft og isolering: 0,25 kN/m²

Bjælker: Aktuelt tværsnit ved tyngden 5 kN/m³

Systemfaktor

Ingen

Stivhed

Langtidsnedbøjning for egenlast er højst $l/400$, hvor l er bjælkelængden. Dette sikrer, at den øjeblikkelige nedbøjning for sne er væsentligt mindre end $l/400$. Ved bjælkespær over to fag er halvdelen af snelasten regnet fri.

Bjælkelag i enfamiliehuse

Egenlaster

Loft og isolering: 0,25 kN/m²

Gulv: 0,15 kN/m²

Bjælker: Aktuelt tværsnit ved tyngden 5 kN/m³

Lette vægge: 0,5 kN/m²

Systemfaktor

1,1

Stivhed

Øjeblikkelig nedbøjning for fladelasten 1,5 kN/m² er højst $l/600$, hvor l er bjælkelængden.

Fritliggende spær

Dorne

Bæreevne i henhold til Beregning af forbindelser og SømDIM, se i øvrigt side 48.

Brand

Spærene er dimensioneret til en brandmodstandsevne på 30 minutter.

Resttværsnit er beregnet med de forenklede regler i DS/EN 1995-1-2, afsnit 4.2. Der regnes med indbrænding fra 4 sider, spærhovedet dog ikke fra oversiden.

Dornenes brandmodstandsevne er sikret ved iht. 6.2.1.2 (3) at indlime 12 mm prop- per af konstruktionstræ.

Kanterne af stålpladerne kan iht. 6.2.1.3 (2) regnes beskyttet, hvis der indlimes en 10 mm tyk liste i slidserne i træet.

Læsevejledning

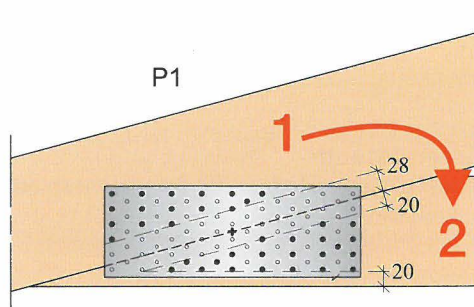
Generelt angives sømantallet i spærtabellerne i rækkefølge, f.eks. 4+8+4, begyndende i spærhovedet, respektivt i spærfoden, og følger derefter uret (højre rundt).

Eksempler

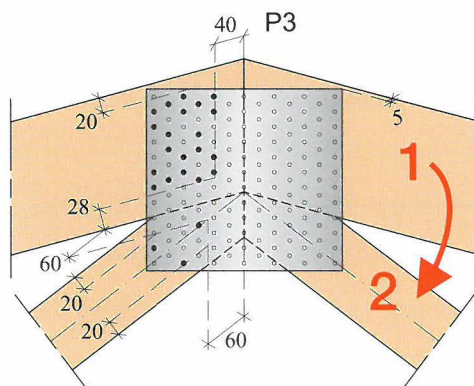
Sømangivelser i spærtabellerne for fodsamlinger, f.eks. 16+21 søm angiver sømantal i henholdsvis spærhoved (1) og spærfod (2), som vist på figur 58.

Sømangivelser i spærtabellerne for kipsamlinger, f.eks. 20+3 søm, angiver sømantal i henholdsvis spærhoved (1) og gitterstænger (2), som vist på figur 59. Tilsvarende sømantal skal anvendes i højre side af hulpladen.

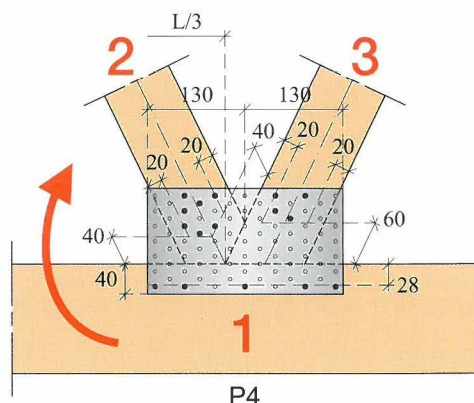
Sømangivelser i spærtabellerne for samlinger mellem fod og gitterstænger, f.eks. 5+7+4 søm, angiver sømantal i henholdsvis spærfod (1) og venstre gitterstang (2) og højre gitterstang (3), som vist på figur 60.



Figur 58 Spærfodssamling, rækkefølge af sømangivelser i spærtabeller.



Figur 59 Kipsamling, rækkefølge af sømangivelser i spærtabeller.



Figur 60 Samling mellem spærfod og gitterstænger, rækkefølge af sømangivelser i spærtabeller.

Index

Afstivning af gitterspær s. 70

Afstivning af spær s. 64

Afstivning med plader s. 65

Beslagsøm og hulplader s. 76

Bjælkelag i enfamiliehuse s. 72, 77

Bjælkespær s. 5, 8, 77

Bjælkespær med mellemunderstøtning s. 11

Bjælkeudvekslinger s. 75

Brand s. 77

Dimensionering af afstivning s. 71

Dorne s. 77

Egenlaster s. 76, 77

Etplanshus med bjælkespær s. 63

Etplanshus med gitterspær s. 62

Etplanshus med saksspær s. 63

Fleretagers bygning s. 63

Forankring s. 62

Fritliggende spær s. 5, 77

Fritliggende spær, type T2 s. 48, 50

Gitterbjælker s. 57

Gitterspær s. 5

Halvspær, type H3 s. 32-42

Hancbåndsspær s. 5

Hancbåndsspær, type A1 s. 44, 46

Indrykning af rem s. 13

Laster s. 76

Lodret forankring s. 68

Loftskive s. 66

Materialer s. 12, 76

Modellering s. 76

Ophejsning s. 59

Opstilling og afstivning s. 58

Opstillingslægte s. 59

Rem ved spær med skrå fod s. 43

Risiko for bagfald s. 10

Saksspær, type S1 s. 24, 26

Saksspær, type S2 s. 28, 30

Sikkerhed s. 76

Snelast s. 65

Sømplacering s. 12

Spærafstand s. 77

Spærfodsdimensionering s. 52, 54, 56

Spæropstilling s. 58

Spærrejsningsbeslag s. 61

Spærtyper s. 4

Spærudvekslinger s. 74

Stabilisering s. 62

Stivhed s. 77

Stød i bjælker s. 73

Systemfaktor s. 76, 77

Tagdækning s. 4

Taghældning s. 4

Træ s. 76

Trekantsspær, type T1 s. 15

Trekantsspær, type T2 s. 16-23

Tværtryk s. 13

Udførelse af forstærkning s. 14

Uvekslinger s. 74

Valg af spærkonstruktion s. 12

Vind mod gavltrekan s. 64

Vind under opførelsen s. 64

Vindlast s. 62

Manuskript: Jørgen Munch-Andersen
Redaktion og illustration: Træinformation
Omslag: ÆRA by Ida Wang
Tryk og tilrettelægning: Gøtze Grafisk, Herning
Copyright © 2009, Træinformation
1. udgave, 1. oplag, december 2009

Eftertryk er kun tilladt efter aftale med
Træinformation
Lyngby Kirkestræde 14,
2800 Kgs. Lyngby
Telefon 45 28 03 33
Telefax 45 28 03 30
traeinfo@traeinfo.dk
www.traeinfo.dk

ISBN: 978-87-90856-91-5



Håndbogen giver detaljerede anvisninger for dimensionering og udførelse af bjælkespær, gitterspær og hanebåndsspær samlet med hulplader, og fritliggende spær samlet med indslidsede plader.

Bogen anviser sikre metoder til opstilling af spær med gitterbjælker, der kan dimensioneres og udføres iht. håndbogens anvisninger.

Til dimensionering af bjælkelag i småhuse og mellembjælker ved hanebåndsspær indeholder håndbogen dimensioneringstabeller for de mest anvendte trædimensioner.

