

MEKANISK INNFESTING AV TAKTEKNING

Dimensjonering og utførelse

Faglig ansvarlig: Arnold Askeland og Einar M. Paulsen

INFORMASJONSBLAD nr. 5 - 1990
(Erstatter nr. 2 - 1980)
Takprodusentenes Forskningsgruppe

Sekretariat:
Norges byggforskningsinstitutt
Trondheimsavdelingen
Høgskoleringen 7
7034 Trondheim NTH
Telefon: (07) 59 33 90
Telefax: (07) 59 33 80



INNLEDNING

Dette informasjonsbladet er laget av Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) og Norges byggforskningsinstitutt (NBI).

Bladet omhandler mekanisk innfesting av asfalt lakkelegg og takfolier med plugger, skruer, spiker eller kramper.

Hva er TPF?

Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med takteknik i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning ved utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

Bedrifter tilsluttet TPF

Produsenter av isolasjonsmaterialer:

Elkem-Rockwool, OSLO
Siporex Elementbygg A/S, HOKKSUND
Norsk Leca A/S, OSLO

Produsenter av tekningsmaterialer m/tekkeavdelinger:

Fjeldhammer Brug A/S, FJELLHAMAR
Isola as, EIDANGER
Protan A/S, DRAMMEN

Tekkefirmaer:

Hesselbergtak A/S, OSLO
Ing. Per E. Jørnsen A/S, DRAMMEN
Arne Sande A/S, BERGEN
Scanditak A/S, TILLER
Tak og Fasader A/S, BERGEN
Takservice A/S, SPJELKAVIK
Karstein B. Vågenes A/S, BERGEN
RV-Tak, GJERDRUM
Eurotak Oslo A/S, RUD
Fagmann A/S, GJESÅSEN
Ivarsson Tak AS, NARVIK

Assosierte medlemmer:

EJOT Festesystem A/S, OSLO
SFS Stadler A/S, SKÅRER
Montasjeutstyr A/S, SKÅRER
K-Plast AB, STRÅNGNÅS
Markt & Co A/S, SKÅRER
Sjong Fasteners A/S, OSLO
Jan Rube AB, HELSINGBORG
Tingstad A/S, OSLO

INNHold

Innledning	1
Hva er TFP?	1
Bedrifter tilsluttet TPF	1
1 Beregning av vindlaster	2
Hastighetstrykk	2
Formfaktor for utvendig last	3
Virkningsgrad av utvendig last	3
Formfaktor for innvendig last	4
Virkningsgrad av innvendig last	4
Beregning av dimensjonerende last	4
2 Materialer	5
Festemidler med plugg eller selvborende skrue	5
Pappspiker	6
Kramper	6
3 Festemetoder og utførelse	7
Festeprinsipp	7
Feste i teknig og isolasjon	7
Feste i underlag	8
4 Dimensjonering av festemidler	9
Antall festemidler	9
Dimensjonerende kapasitet	10
5 Sikring langs avslutninger	11
Ved lav parapet	11
Ved høy parapet	12
Gjennomføringer	13
6 Dampsperre	13
7 Spesifikasjon av mekaniske feste- midler	13
Sjekkliste for beskrivelse av mekanisk innfesting av takteknig	13
8 Eksempel på dimensjonering	14

1 BEREGNING AV VINDLASTER

Regler for beregning av vindlaster er basert på NS 3479.

De karakteristiske vindhastigheter er maksimale hastigheter i kastene, uten hensyn til det betraktede byggverks innvirkning på vinden. Referanse for kurve A, "ikke værharde strøk", er karakteristisk vindhastighet i høyde 10 m over bakken på 35 m/s. Tilsvarende for kurve B, "værharde strøk", er 40 m/s. De karakteristiske vindhastigheter i standarden er definert som de vindhastigheter som med sannsynlighet $p = 0.98$ ikke overskrides i et enkelt år, dvs. med en returperiode på 50 år. For konstruksjoner med kortere levetid eller hvor konsekvensene av skader kun er av økonomisk art kan risikoen økes. Derfor dimensjoneres takteknig for vindhastigheter med returperiode på 20 år, dvs. at lastene reduseres med en brukstidsfaktor ved beregning av dimensjonerende last.

Hastighetstrykk, q

Vindhastigheten og hastighetstrykket er avhengig av byggets høyde og beliggenhet, se fig. 1. Vindlast på tekningen fastsettes med formfaktorer.

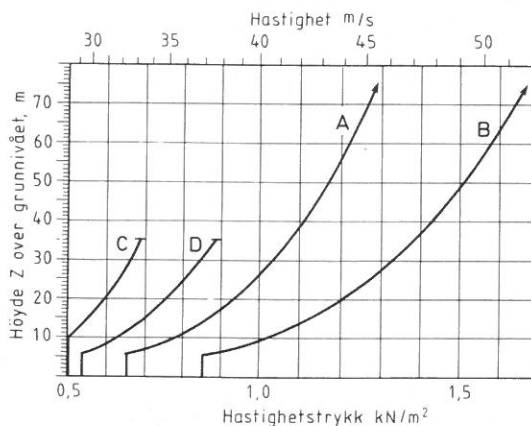


Fig. 1
Hvordan vindhastighet og hastighetstrykk varierer med høyden over grunnivået

Kurve A: Gjelder for ikke værharde strøk, f.eks. indre strøk i lavlandet.

Kurve B: Gjelder for værharde strøk, f.eks. kyststrøk. For særlig utsatte steder, f.eks. ytre kyststrøk, må vindhastigheten vurderes spesielt.

Kurve C: Gjelder for byggverk i tettbebyggelse i ikke værharde strøk.

Kurve D: Gjelder for byggverk i tettbebyggelse i værharde strøk.

Byggets høyde regnes som høyden over terrengets grunnnivå. For bygg som ligger på lokale forhøyninger, f.eks. på en bakkekam, skal høyden regnes fra bunnen av bakken. Se fig. 2.

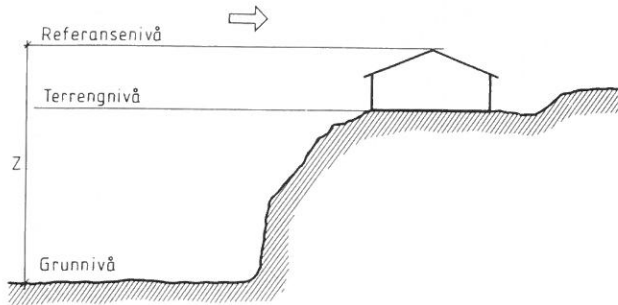


Fig. 2
Grunnivå og terrengnivå

Beliggenheten til det enkelte bygget vurderes ut fra kjennskap til lokale forhold for vindpåkjenninger. På enkelte steder med ekstreme vindpåkjenninger kan det være aktuelt å regne med enda større vindlaster enn det som er angitt for værharde strøk. Det fins også meget utsatte tomter på steder som ellers regnes for å ligge i ikke værharde strøk.

Formfaktorer for utvendig last, μ_u

Formfaktorer (μ_u) for utvendig last er avhengig av takform og takfelt, se tabell 1. Takflatene langs ytterkanten utsettes for større vindsug enn resten av taket. For bestemmelse av utvendig last og sug inndeles taket i tre felt slik som vist i fig. 3a og 3b.

Tabell 1
Formfaktorer (μ_u) for utvendig last på flate tak, $\beta \leq 6^\circ$

Takform	Formfaktor μ_u		
	Hjørnefelt	Randfelt	Midtfelt
Takfelt med parapet	2,5	2,0	1,0
Saltak	3,0	2,0	1,0
Pulttak	Høyt 4,0 Lavt 3,0	2,0	1,0

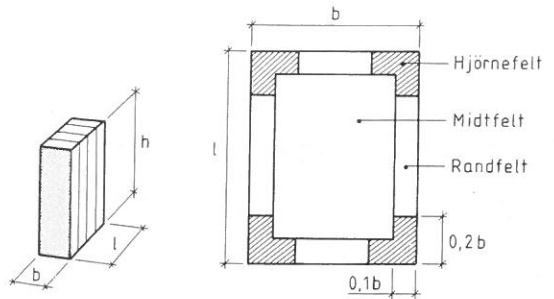


Fig. 3a
Takfelt for høy bygning, $h > b/3$, med flatt tak

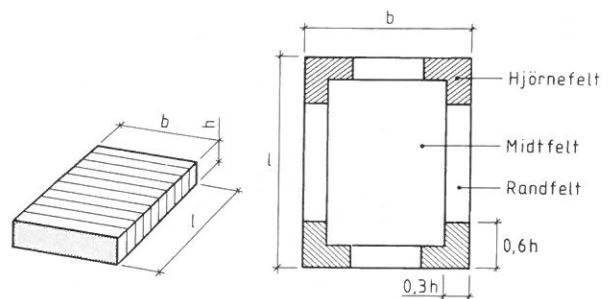


Fig. 3b
Takfelt for lav bygning, $h < b/3$, med flatt tak

Virkningsgraden av utvendig last, f_3

Overføring av last til det mekaniske festet er avhengig av at tekningen til en viss grad blir deformert. Tekningen vil bøye seg opp mellom festepunktene, og det oppstår en økning av volumet på undersiden. Avhengig av underlagets tetthet vil det oppstå et undertrykk som kan regnes i fradrag fra suget på oversiden. Se fig. 4.

Tabell 2 angir faktorer for virkningsgraden av utvendig last, avhengig av underkonstruksjonen.

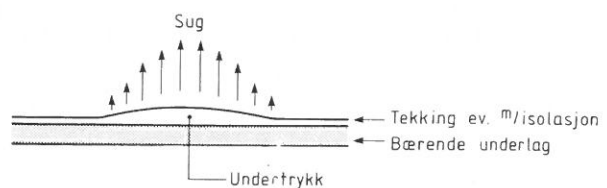


Fig. 4
Utvendig last

Tabell 2

Faktorer for virkningsgraden av utvendig last

Faktor, f_3	Underkonstruksjon
0,8	Tett underkonstruksjon og isolasjon mellom underkonstruksjon og tekning ≤ 100 mm
1,0	Utett underkonstruksjon eller isolasjon mellom underkonstruksjon og tekning > 100 mm

Alle underkonstruksjoner skal regnes som utette med unntak av:

- tett gammel tekning eller sperresjikt som er klebet eller mekanisk festet
- lettbetong- eller betongelementer med gyste fuger
- plasstøpt betong

Tette underkonstruksjoner skal også være tette ved gjennomføringer og langs parapet.

Ved bruk av laveste verdi for virkningsgrad skal underkonstruksjonens tetthet kontrolleres spesielt. Erfaring viser at underkonstruksjoners tetthet ofte blir overvurdert eller at foreskrevet tetting, gysing etc. ikke blir utført.

Formfaktor for innvendig last, μ_i

Ved dimensjonering av feste for tekningen er overtrykket i bygningen av interesse da dette kan komme som tilleggslast, se fig. 5.

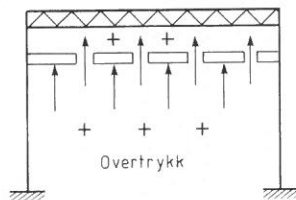


Fig. 5
Innvendig last

Formfaktorer (μ_i) for innvendig last er avhengig av byggets tetthet og kan settes til:

- $\mu_i = 0,2$ for normalt tette bygninger
- $\mu_i = 0,7$ for bygninger med permanent åpning eller utetthet, f.eks. åpne lagerbygg, baldakiner etc. Gjelder også bygg med porter som må åpnes uansett vindforhold, f.eks. garasjer for utrykningskjøretøy.

Utettheter ved parapet kan føre til at oppstuvningsstrykket på fasaden forplanter seg under tekningen og gir innvendig last som for bygninger med permanente åpninger.

Virkningsgraden av innvendig last, f_4

Hvis undertaket har tilstrekkelig tetthet og styrke vil festemidlet ikke få overført innvendig last. Tabell 3 angir faktorer for lastoverføring av innvendig last avhengig av underkonstruksjonen.

Tabell 3

Faktorer for virkningsgraden av innvendig last

Faktor, f_4	Underkonstruksjon
0,0	Tett underkonstruksjon
1,0	Utett underkonstruksjon

Underkonstruksjonens tetthet vurderes tilsvarende som for virkningsgraden av utvendig last.

Beregning av dimensjonerende last, p_d

Dimensjonerende last for de enkelte takfeltene kan beregnes ut fra følgende formel:

$$p_d = 1,6 \cdot 0,9 \cdot q (f_3 \cdot \mu_u + f_4 \cdot \mu_i)$$

hvor

- p_d = dimensjonerende last [kN/m²]
- 1,6 = lastkoeffisient
- 0,9 = brukstidsfaktor
- q = hastighetstrykk [kN/m²], fig. 1
- μ_u = formfaktor for utvendig last, tab. 1
- μ_i = formfaktor for innvendig last
- f_3 = faktor for virkningsgraden av utvendig last, tab. 2
- f_4 = faktor for virkningsgraden av innvendig last, tab. 3

Dimensjonerende last pr. festepunkt beregnes på følgende måte:

$$P_d = p_d \cdot a \cdot b$$

hvor

- P_d = dimensjonerende last pr. festepunkt [kN]
- a = avstanden mellom festeradene [m]
- b = avstanden mellom festene i en rad [m]

* Lasten kan reduseres med 2/3 av egenlast av tekning eller tekning og isolasjon hvor disse er limt sammen, samt eventuell ballast.

2 MATERIALER

Festemidler med plugg eller selvboende skruer

Figur 6 viser eksempel på mekaniske festemidler for betongtak og ståltak med henholdsvis plugg og selvboende skruer. På tretak kan det også benyttes skruer. Disse kan være selvboende.

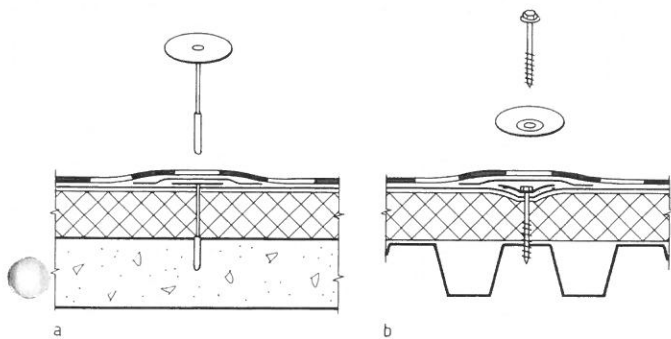


Fig. 6

Eksempler på festemidler

- a. med plugg/bolt for feste i betong og lettbetong
- b. med skruer for feste i ståltak

Korrosjonsbeskyttelse, bruksgrupper

Korrosjonsbeskyttelsen av de mekaniske festene må dokumenteres og vurderes i forhold til de antatte påkjenningene på taket. Disse kan inndeles i tre hovedgrupper.

Bruksgruppe K:

Kondensfukt kan forekomme på undersiden av tekningen, men kun i relativt korte perioder. Gode muligheter for tørking til romklima.

Eksempler:

- Ståltaket uten sperresjikt
- Skive på festemiddel, innklebet. Se fig. 8a-f

Bruksgruppe KL:

Stor risiko for lengre perioder med kondensfukt på festemiddel forårsaket av høy relativ fuktighet i luften mellom tekning og tett underlag.

Dårlige muligheter for uttørking.

Eksempler:

- Ståltaket med sperresjikt
- Betongtak
- Omtkning
- Skive på festemiddel i kant av bane eller i flipp, se fig. 8 g-i.

Bruksgruppe KLA:

Kondensfukt som gruppe KL, med aggressive stoffer i isolasjonen eller på eksisterende tekning ved omtkning.

Eksempler:

- Korrosjonsfremmende phenolforbindelser i isolasjonen
- Omtkning i områder med korrosjonsfremmende nedfall fra industri, sur nedbør eller saltindrev fra sjø
- Skive på festemiddel i kant av bane og med filt over skiven, se fig. 8 h.

Prøving av korrosjonsmotstand

Prøving av korrosjonsmotstand på metalliske festematerialer utføres i Kesternichkammer i henhold til DIN 50018 med 2,0 l SO₂. Selve prøvingsprosedyren er modifisert i henhold til FM standard 4470 hvor maks. 15 % av overflaten kan være angrepet av rødrust etter foreskrevet antall cykler.

Temperatur og fuktstabilitet av organisk belegg prøves i 300 timer ved 90 °C og 100% RF uten at det oppstår blemmer eller avskalling.

Med utgangspunkt i påkjenningene i den enkelte bruksgruppen settes følgende minimumskrav til korrosjonsmotstand angitt i cykler Kesternich:

2	cykler for Bruksgruppe	K
8	" " "	KL
15	" " "	KLA

Tabell 4 gir en oversikt over aktuelle typer belegg og materialer som gir tilfredsstillende korrosjonsbeskyttelse.

Galvanisk korrosjon

Tabell 5 viser en oversikt over risikoen for at galvanisk korrosjon kan oppstå ved kombinasjon av skive og skruer av ulike materialer.

Tabell 4

Taktyper og anbefalt korrosjonsbeskyttelse

Tak-konstruksjon	Bruks-gruppe	Aktuelle typer belegg og materialer for mekaniske festemidler		
		Stamme	Skive	
			Innklebet	Fri-lagt
Stålplate-tak uten sperresjikt	K	10-15µ EI Zn	20 µZn	
Stålplate-tak med sperresjikt Betongtak Omtrekking	KL	Spesial-belegg Rustfritt stål Al Plast	20 µZn	20 µ AlZn
Som for KL, men stammen på festemidlet er utsatt for aggressive stoffer	KLA	Spesial-belegg Rustfritt stål Al Plast	20 µZn	Rustfritt stål Al Plast

Pappspiker

Bladet er basert på at det brukes varmforsinket pappspiker 28/25.

Kramper

Man bør benytte kramper med rette vinkler mellom rygg og bein, se fig. 7. Kramper som er buet, vil under innsettingen skjære seg ned i tekningen, skade den og gi for dårlig feste.

Krampene skal være forsinket og ha ryggbredde på 20-25 mm. Tabell 6 angir dimensjoner på kramper.

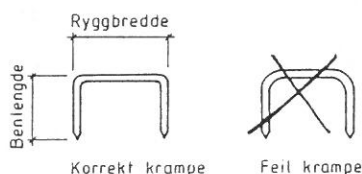


Fig. 7

Krampene skal ha rette vinkler mellom rygg og bein

Tabell 5

Kobling av ulike materialer i festemiddel

Bruks-gruppe / Bruks-gruppe skiver		K	KL		KL	
		Varmfor-sinket (Zn)	Varmherdet Zn-polymer	AlZn	Al	Rustfritt
K	EI Zn	+				
KL	Varmherdet Zn-Polymer	+	+	+	0	0
KLA	EI Zn + Polymer	+	+	+	0	0
	Rustfri Syrefast	+	0	0	0	+

- + Materialkombinasjoner uten risiko for galvanisk korrosjon
- 0 Kombinasjoner som er gode dersom det ikke tilføres korrosjonsfremmende stoffer fra inn klima.

Tabell 6

Dimensjoner på kramper

Tverrsnitt på tråden	Ryggbredde mm	Tråddimensjon (b x t) mm
Rektangulært	24,0	2,0 x 1,0
	22,0	2,4 x 0,9
Tilnærmet rundt	26,5	1,6 x 1,4
	26,0	1,8 x 1,3
	24,0	1,6 x 1,4

3 FESTEMETODER OG UTFØRELSE

Festeprinsipp

Det kan skilles mellom tre festemetoder for isolasjon og tekning:

- feste i løst utlagt tekning
- feste gjennom tekning som er klebet til isolasjon
- feste kun gjennom isolasjonen av klebet tekning

Ved dimensjoneringen må man vurdere hva som er det svakeste leddet i konstruksjonen. Det kan oppstå brudd i:

- feste til underlaget
- selve festepluggen (stamme/skive)
- feste i tekning og isolasjon

For dimensjonerende kapasiteter, se kapittel 4.

Feste i tekning og isolasjon

Feste i løst utlagt tekning

Se fig. 8 a - i. Det mekaniske festet monteres etter at et lag asfalt takbelegg eller takfolie er lagt løst ut på isolasjonen eller taktroen. Ved feste gjennom isolasjonen og ned i bærekonstruksjonen benyttes festemidler med plugg eller selvborende skrue. Ved feste direkte i taktro av tre, benyttes spiker, kramper eller skruer.

Usymmetrisk belastning på festemidlet kan gi ned-satt styrke. Derfor bør kapasiteten til festemidlet vurderes i forhold til tekkesystemet. Stive elementer gir tilnærmet aksiell belastning på festemidlet. Takfolie festet i kant av bane eller flipp, se figur 8 h og i, gir størst grad av usymmetrisk belastning. Usymmetrisk belastning er normalt tatt hensyn til ved systemtest av tekkesystemer.

Ved tekking på trykkfast mineralullisolasjon, f.eks. Rockwool TP 200, må festemidlet kunne oppta 10 mm sammentrykking uten at tekningen skades. Brukes mindre trykkfaste isolasjonsplater må festemidlet kunne oppta 50 mm sammentrykking uten skade på tekning.

Tekningen må tåle vindlasten uten å få varige deformasjoner som kan føre til valker og senere sprekker hvis det kommer snø og is på taket.

Dersom det er flere lag asfalt takbelegg, må det laget som legges ut før det mekaniske festet monteres, være sterkt nok til å oppta vindlastene alene; man kan f.eks. bruke asfalt underlag med stamme av polyestertilt.

Hvis asfalt takbelegg spikres direkte på underlag av tre settes spikrene (eller krampe) gjennom første lag tekning. Spikrene settes i kant av bane som vist på fig. 10 (sikksakkspikring). Neste bane legges med ca. 100 mm overlapp og klebes slik at spikrene blir skjult. Takfolie med usymmetrisk belastning på festemidlet, se fig. 8 h og i, bør spikres (eller krampes) langs en linje parallelt med baneretningen.

Kramping og spikring må skje vertikalt mot takflaten slik at hodet ikke danner ugunstig vinkel med tekningen. Det kan føre til at festemidlet skjærer seg ned i tekningen og gir redusert feste.

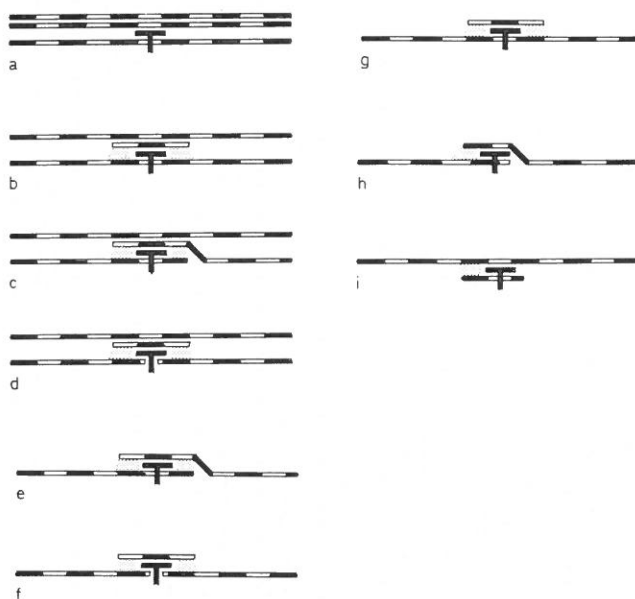


Fig 8

Festemåter i løst utlagt tekning

Asfalt takbelegg

- Tre lag asfalt takbelegg
- To lag asfalt takbelegg med overdekning av festet
- To lag asfalt takbelegg med festet midt i klebet omlegg
- To lag asfalt takbelegg med festet mellom baner i første lag og rimsing over skjøt
- Enkelt lag asfalt takbelegg med festet midt i klebet omlegg
- Enkelt lag asfalt takbelegg med festet mellom baner og rimsing over skjøt

Takfolie

- Festet montert gjennom folie med overdekning
- Festet montert i kant av foliebanen
- Festet montert i underliggende folieflipp

Feste gjennom asfalt takbelegg som er klebet til isolasjonen

Festebrikken monteres gjennom første lag tekning, som er klebet til isolasjonen på stedet eller i form av kasjerte plater. Se fig. 9.

Hvis festemidlet monteres i plateskjøt, må man være klar over at plater med fals krever nøyaktig plassering av brikken for at begge isolasjonsplatene skal holdes fast.

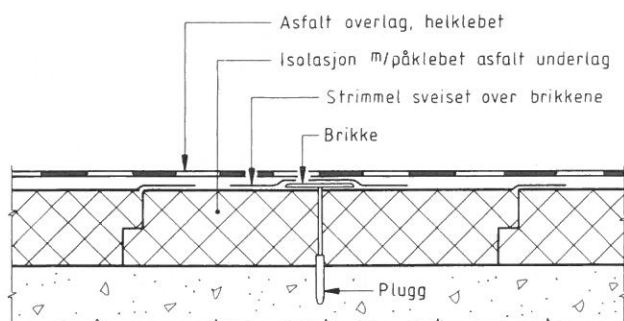


Fig. 9

Festet gjennom asfalt underlag klebet til isolasjonen (kasjerte plater). Festemiddel: brikker med plugg eller skrue.

Feste i underlag

Feste i stålplater

Plater tynnere enn 0,7 mm bør ikke benyttes. Stålplater får kraftige vibrasjoner under vindlast, og eventuell slakk i fester mellom bærekonstruksjon og plugg kan frembringe sjenerende støy. Rustbeskyttelsen på stålplatene svekkes ved festepunktene. Hvis romklimaet er spesielt fuktig eller på annen måte korrosjonsfremmende, bør festet i stålplatene vurderes spesielt nøye; det bør eventuelt velges annen takkonstruksjon.

Ved hvert festepunkt kan det oppstå kuldebroer hvis skruen settes i fugen mellom isolasjonsplatene, eller hvis isolasjonen på annen måte er redusert. Dette kan føre til kondens på stammen til festemidlet, og vann kan ledes ned til festet i stålplaten.

Feste i betong og lettbetong

Det er meget viktig at festet får riktig dybde i underlaget. Hullet må være så dypt at borestøv som blir liggende i hullet, ikke hindrer riktig montasje av festemidlet.

Ved gjennom boring av dekket blir det vanligvis slått ut stykker av betongen på undersiden. Som oftest er dette kun et estetisk problem, men man kan få problemer med festet hvis utslaget er stort i forhold til pluggens forankringslengde. Dette er spesielt aktuelt på DT-elementer.

Hulldekkelementer kan ha så tynt betonggods over kanalene at forankringslengden for mekaniske festemidler blir for liten.

Feste i tre

Taktro av bord har mange skjøter, sprekker og kvister. Hvis spiker, kramper og skruer settes i disse kan festet bli redusert. For spiker og kramper blir festet også redusert dersom trevirket er spesielt fuktig og tørker etter innfesting.

Maskinell spikring (kramping) kan gi tilfredsstillende resultat, men man må være oppmerksom på variasjoner i underlaget.

Ved mekanisk innfesting på taktro bør tekningen orienteres slik at innfestingen går på tvers av bordretningen. Hvis tekningen allikevel må orienteres parallelt med taktroen, må man sikre at festene kommer utenom fugene.

4 DIMENSJONERING AV FESTEMIDLER

Antall festemidler

Antall festemidler beregnes ved å dividere dimensjonerende vindlast (ev. med fradrag av egenlast) med dimensjonerende kapasitet for feste i underlag eller tekning.

Tabell 7 angir krav til minimumsinnfesting av løst utlagt tekning og isolasjon med plugger eller selvborende skruer.

Anbefalt spiker/krampeavstand ved sikksakkspikring av asfalt takbelegg er vist i fig. 10. På værharde steder eller i hjørne- og randfelt som er spesielt utsatt for vindsug er det nødvendig også å spikre midt på banen.

Minste antall fester må også vurderes i forhold til konstruksjonen. Kritiske faktorer kan være:

- bevegelse i isolasjonen. Ved løst utlagt tekning og isolasjon må det være tilstrekkelig antall fester pr. isolasjonsplate, slik at platene ikke forskyver seg under tekningen.
- bevegelse i tekningen. Blåfring kan føre til utmatting ved festemidlet eller frambringe støy.

Krav til innfesting langs avslutninger er gitt i neste kapittel.

Hvis antall festepunkter ønskes redusert utover anbefalingene fra TPF, må dette dokumenteres spesielt.

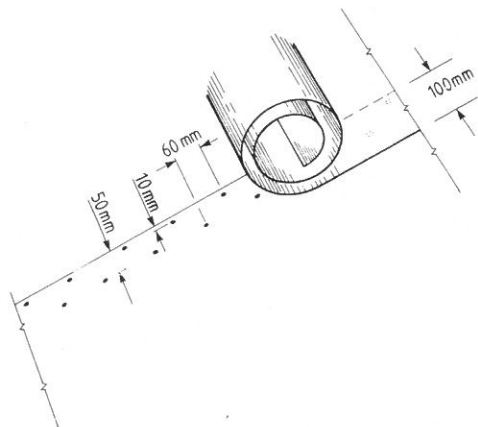


Fig. 10
"Sikksakkspikring" av asfalt takbelegg

Tabell 7

Krav til minimumsinnfesting av løst utlagt tekning og isolasjon med plugger eller selvborende skruer

	Ikke vindutsatt tak	Vindutsatt tak
	Kurve A ved $v < 40$ m/s Kurve C og D	Kurve A ved $v \geq 40$ m/s Kurve B
Minste antall fester: - pr. isolasjonsplate - pr. m ²	1 stk. 1 stk.	1 stk. 2 stk.
Største avstand mellom festerader - hjørne- og randfelt - midtfelt	1,0 m ingen krav	0,6 m 1,0 m
Største avstand mellom fester i en rad - hjørne- og randfelt - midtfelt	1,0 m ingen krav	0,6 m ingen krav
Minste avstand mellom fester	0,2 m	0,2 m

Dimensjonerende kapasitet

Dimensjonerende kapasitet av festemidler må omfatte både feste i underlag og feste i tekningen (evt. isolasjonen hvis tekningen klebes til mekanisk festet isolasjon).

Leverandør oppgir dimensjonerende kapasitet for sine produkter. Disse må være i henhold til dokumentert utprøving med tilsvarende type underlag og tekningstype. Dimensjonerende kapasitet er f.eks. gitt i NBI Byggeanvisning.

Dimensjonerende kapasitet basert på prøving

Ved prøving i felt eller laboratorium kan dimensjonerende kapasitet beregnes på følgende måte:

Feste i underlaget:

- a. På basis av prøving med statisk belastning (det-
te regnes som en lite representativ prøvning):

I laboratorium:

- plugger og skruer $X_d = 0,5 \cdot 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper $X_d = 0,5 \cdot X_m$

Ved uttrekkprøving på det enkelte bygget:

- plugger og skruer $X_d = 0,75 \cdot 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper $X_d = 0,75 \cdot X_m$

hvor

- X_d = dimensjonerende kapasitet
- X_m = middelværdi av kapasitet ved prøving
- k = faktor for antall prøver, som vist tabell 8
- s = standardavvik

- b. På basis av prøving med pulserende belastning i.h.t NBI metode 129/83 (NT-BUILD 306):

- plugger og skruer $X_d = 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper $X_d = 0,7 \cdot X_m$

Feste i tekning og isolasjon:

- a. Statisk belastning $X_d = 0,5 \cdot X_m$
- b. Pulserende belastning i.h.t. NBI metode 92/85 (NT-BUILD 307) "Taktekningers styrke mot vindlast":

$$X_d = 0,7 \cdot X_m$$

Tabell 8

Faktor (k) for antall prøvingsverdier (n)

n	5	6	7	8	9	10
k	1,96	1,85	1,79	1,74	1,70	1,67

Dimensjonerende kapasitet i taktro av tre

For feste i tekningen vil leverandør av tekkematerialer oppgi kapasitet, se foran.

Tabell 9 viser dimensjonerende kapasiteter for feste av spiker og kramper i taktro av tre.

Tabell 9

Dimensjonerende kapasitet X_d [N] for feste med spiker og kramper som går gjennom taktroen

Underlag for tekningen	Tørre materialer			Fuktige materialer		
	Spiker 28/25	Kramper		Spiker 28/25	Kramper	
		Rundt tverrsnitt	Rektang. tverrsnitt		Rundt tverrsnitt	Rektang. tverrsnitt
12 mm kryssfinér	160	80	80	145	55	55
15 mm rupanel	110	85	95	100	60	65

Hvis taktroen ikke beskyttes mot nedbør før tekking, skal dimensjonerende kapasitet regnes som for fuktige materialer. I fuktige materialer er kapasitetene redusert med 10% for pappspiker og 30% for kramper.

Hvis dimensjonerende kapasitet for skruer i taktro av bord og kryssfinér ikke er oppgitt av leverandør kan denne beregnes etter følgende formel:

$$X_d = k (5 + 4 \cdot D_g + 3 \cdot d_k) t$$

hvor

- X_d = dimensjonerende kapasitet
- t = trotykkelsen
- D_g = gjengediameter, se fig. 11
- d_k = kjernediameter, se fig. 11
- k = korreksjonsfaktor, se tabell 10

Tabell 10

Korreksjonsfaktor, k

Materiale	k
bord	1,0
kryssfinér $t < 15,5$ mm	1,0
kryssfinér $t \geq 15,5$ mm	1,4

Formelen gjelder for skruer med kjernediameter (d_k) mellom 3,0 og 4,0 mm, gjengediameter (D_g) mellom 4,5 og 6 mm og gjengeavstand (g) mellom 1,5 og 3,0 mm. Det forutsettes at skruene skrues gjennom taktroen og at gjengepartiet dekker hele trykkelsen. Hvis skruene er selvborende, må boring ikke være større enn kjernediameter (d_k).

Det forutsettes taktrokvaliteter i henhold til Byggforskserien Byggdetaljer A525.861.

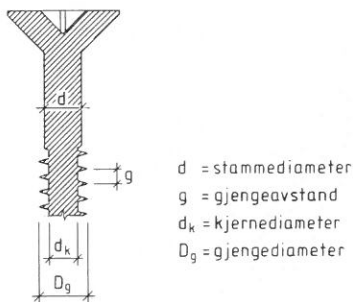


Fig. 11
Skruer. Definisjoner

5 SIKRING LANGS AVSLUTNINGER

Tekningen må spennes fast ved alle overganger fra horisontale til vertikale flater ved parapet, gesims, overlys, viftehus etc. Tekningen må i tillegg ha mekanisk innfesting i alle lavpunkt.

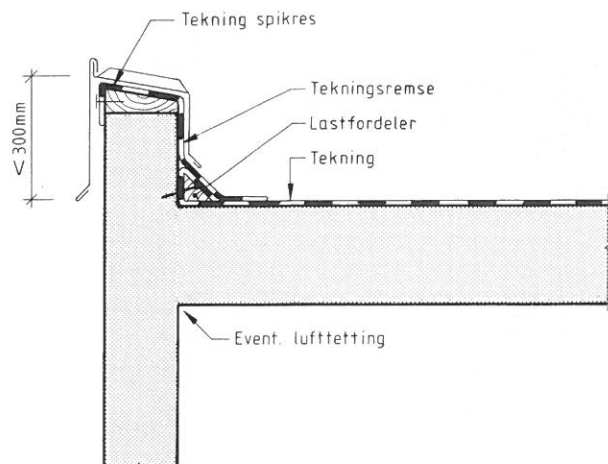
Ved lav parapet (< 300 mm)

Takfolie og asfalt takbelegg må festes med langsgående lastfordeler ved parapet eller annen avslutning. Lastfordeleren reduserer punktbelastningene fra festemidlet på tekningen og kan være av trekantlekt, kryssfinérremse, metall- eller plastprofil. Lastfordeleren må ha tilstrekkelig stivhet slik at horisontale og vertikale krefter i tekningen overføres til lastfordeleren som en jevnt fordelt last. Lastfordeleren festes til underlaget eller parapet med skruer eller pluggar. Lastfordeler av tre må være impregneret, og av stål korrosjonsbeskyttet.

Innfesting av lastfordeler dimensjoneres mhp. vindlast som vist i kapittel 1, men med formfaktor 3,0 ($f_3 \cdot \mu_u + f_4 \cdot \mu_i = 3,0$) i formelen for dimensjonerende last. Last regnes fra 0,5 m inn på takflaten og halve parapethøyden (ev. halve avstanden til første festerad hvis tekningen er mekanisk festet til parapet). Maksimal avstand mellom festene er 0,6 m. Ved bruk av mykere lastfordeler enn trekantlekt 48 x 48 mm må tettere festeavstand vurderes.

Tekningen kan være løs på vertikal parapetflate men må festes under gesimsbeslaget på en slik måte at tekningen er sikret selv om beslaget blåser av.

Anbefalingene gjelder under alle forhold, både vindutsatte og ikke vindutsatte tak. Se fig. 12.

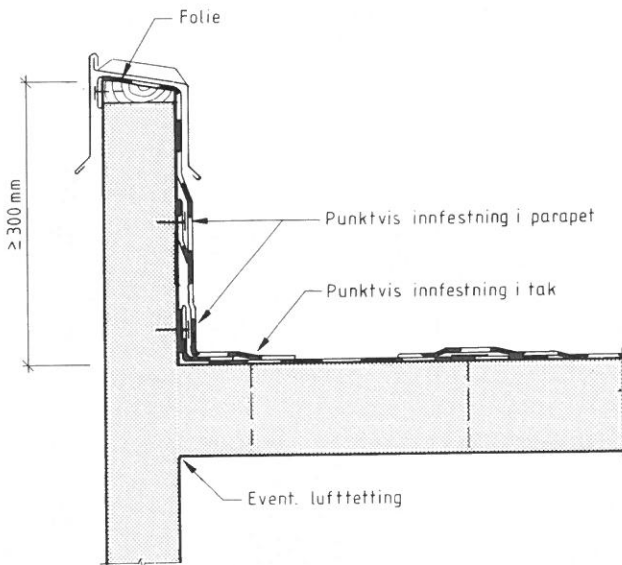


Figur 12
Parapethøyde < 300 mm. Tekningen festes med langsgående lastfordeler i hulkil. Gjelder både takfolie og asfalt takbelegg.

Ved høy parapet (≥ 300 mm)

Takfolie

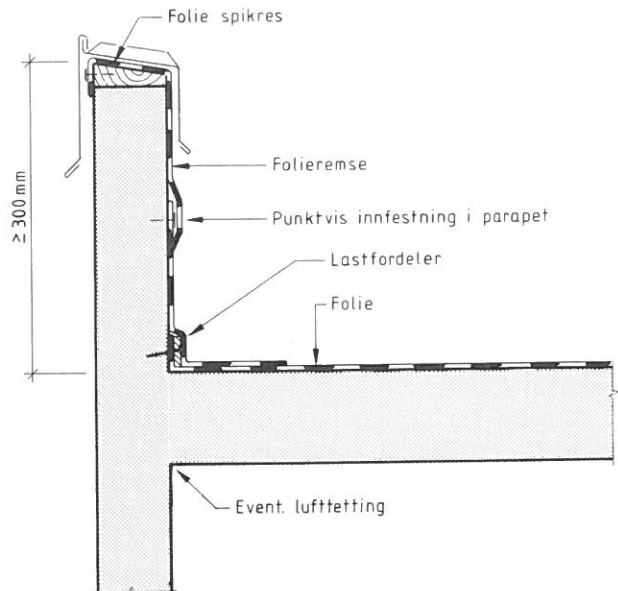
For ikke vindutsatte tak, vindlastkurve A ved $v < 40$ m/s og vindlastkurve C og D, kan feste med langsgående lastfordeler erstattes av punktvis mekanisk feste i parapet. Innfestingen dimensjoneres tilsvarende som for lav parapet. Maksimal avstand mellom festene er 0,4 m. Se figur 13a.



Figur 13a
Parapethøyde ≥ 300 mm. Takfolie på ikke vindutsatte tak.
Punktvis feste i parapet

For vindutsatte tak, vindlastkurve A ved $v \geq 40$ m/s og vindlastkurve B, må folietekningen festes med langsgående lastfordeler tilsvarende som for lav parapet. Se figur 13b.

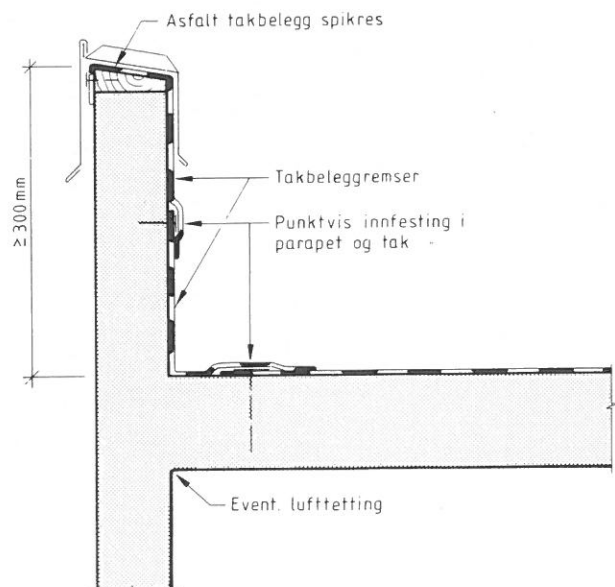
Tekningen festes med mekaniske festemidler til vertikal parapetflate med maksimalt 0,4 m mellom festene (både vertikalt og horisontalt). Tekningen festes under gesimsbeslaget på en slik måte at tekningen er sikret selv om beslaget blåser av.



Figur 13b
Parapethøyde ≥ 300 mm. Takfolie på vindutsatte tak.
Langsgående lastfordeler i hulkil

Asfalt takbelegg

Tekningen avsluttes ved parapet og festes punktvis som vist i fig. 13c. Innfestingen dimensjoneres tilsvarende som for lav parapet. Maksimal avstand mellom festene er 0,5 m. Asfalt takbelegg festes mekanisk eller klebes til vertikal parapetflate. Innfesting under gesimsbeslaget tilsvarende som for takfolie.



Figur 13c
Parapethøyde ≥ 300 mm under alle forhold. Asfalt takbelegg festes punktvis i takflate

Gjennomføringer

Langs overlys og oppbygg i takflaten festes tekningen punktvis med mekaniske festemidler tilsvarende som vist i figur 13 b og c.

Innfestingens dimensjoner tilsvarende som for mekaniske festemidler på takflaten.

Maksimal avstand mellom festene er 0,5 m.

6 DAMSPERRE

I konstruksjoner over rom med høy relativ fuktighet (RF) kan det være uheldig å bruke mekaniske festemidler gjennom dampspærren, så dette må vurderes nøye. For kompakte tak gir singelbelastet tekning den beste muligheten for en god utførelse av dampspærren.

Hvis bygget har utettheter langs parapet kan fuktig luft trenge opp i denne og forårsake skader. Med langsgående lastfordeler kan disse utetthetene begrenses. Hvis dampspærre benyttes, anbefales at denne trekkes opp langs parapet og klemmes bak lekt eller profil.

Ved bruk av punktfeste eller kuldebroisolasjon langs parapet anbefales at innvendig overgang mellom tak og vegg tettes spesielt med folieremse som klemmes med list eller profil. Denne tettingen er unødvendig hvis vegg og dekke er støpt i ett, eller overgangen er tettet tilfredsstillende på annen måte.

7 SPESIFIKASJON AV MEKANISKE FESTEMIDLER.

Anbudsbeskrivelser for taktekninger utføres vanligvis av arkitekt eller byggeteknisk konsulent. Beskrivelsestekster for taktekninger med tilhørende tekniske bestemmelser og måleregler er standardisert i NS 3420, kapittel S.

Takentreprenøren må ha alle opplysninger om bygget som er relevante for hans pristilbud og eventuelle utførelse.

Mekaniske festemidler kan beskrives med ulike spesifiseringsgrader. En ytterlighet er detaljert beskrivelse av både type, antall og plassering av mekaniske festemidler.

Takbransjen ønsker beskrivelser som gir mer rom for det enkelte firma å tilby det system som de mener er best egnet. Takentreprenøren er ansvarlig for å dokumentere at innfestingen tåler de påkjenningene som bygget dimensjoneres for.

Sjekkliste for beskrivelse av mekanisk innfesting av taktekninger

Tegninger

- Takplan og detaljer som viser oppbygging av parapet, gesims, takoppbygg, gjennomføringer etc.
- evt. snittegninger, fasadetegninger og situasjonsplan.

Laster

Dimensjonerende vindlaster anbefales oppgitt for alle deler av taket. Hvis dette ikke er gjort må beskrivelsen og tegningene sette entreprenøren i stand til å beregne disse selv. Følgende data anbefales:

- hastighetstrykk (q) eller karakteriseristisk vindhastighet (v), samt vindlastkurve. (ev. vindlastkurve og høyde z). Fig. 1 og 2.
- tegning hvor randfelt, hjørnefelt og midtfelt er markert og målsatt. Ev. de opplysninger om byggets geometri som entreprenøren trenger for å bestemme dette selv.
- takets form for beregning av formfaktor for utvendig last.
- tett/utett bygg for beregning av formfaktor for innvendig last.
- underkonstruksjonens tetthet for beregning av vindlastens virkningsgrad, tabell 2 og 3.
- ev. ekstraordinære laster.

Andre opplysninger

- type underlag, festemuligheter.
- avslutningsdetaljer, parapethøyder. Festemuligheter for lastfordeler og tekning på parapet.
- krav til korrosjonsbeskyttelse av festemidler.
- krav om dampspærre.

8 EKSEMPEL PÅ DIMENSJONERING

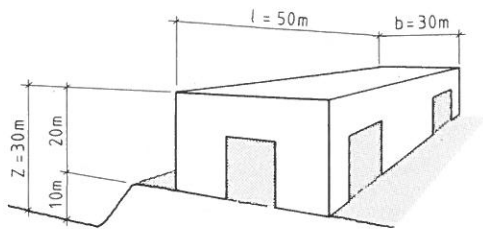


Fig. 14a
Byggets dimensjoner

Byggets dimensjoner:

- høyde 20 m
- bredde 30 m
- lengde 50 m
- 10 m høy skrent
- permanente åpninger
- profilerte stålplater
- lav parapet, h = 250 mm
- værhardt strøk ved kysten

Eksempel på isolasjon og tekning:

- 100 mm isolasjon, løst utlagt
- asfalt takbelegg med 180 g/m² polyesterfilt, som er utlagt med klebde skjøter
- selvborende skruer med 70 mm diameter skive
- stripsing over festebrikkene
- helklebet asfalt overlag

Dimensjonerende kapasiteter:

- feste i stålplate, 820 N/stk.
- feste i tekning, 1500 N/stk.

Feste i stålplate blir avgjørende med 820 N/stk.

Dimensjonerende laster:

Beregning av dimensjonerende laster er utført på skjema, se side 15.

$$\begin{aligned} \text{Midtfelt: } p_d &= 3280 \text{ N/m}^2 \\ \text{Randfelt: } p_d &= 5210 \text{ N/m}^2 \\ \text{Hjørnefelt: } p_d &= 6170 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Antall fester:

$$\text{Midtfelt: } \frac{3280}{820} = 4 \text{ stk./m}^2$$

$$\text{Randfelt: } \frac{5210}{820} = 6 \text{ stk./m}^2$$

$$\text{Hjørnefelt: } \frac{6170}{820} = 8 \text{ stk./m}^2$$

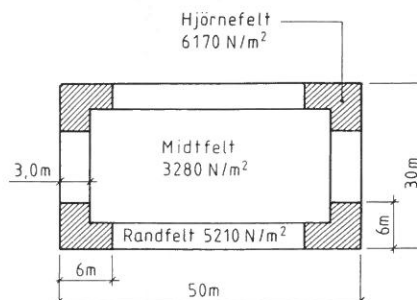


Fig. 14b
Inndeling av takflaten og dimensjonerende laster

Krav til minste antall fester pr. isolasjonsplate og m² er oppfylt.

Største avstand mellom fester i en rad og festerader er 0,6 m for hjørne og randfelt.

Største avstand mellom festerader er 1,0 m for midtfelt.

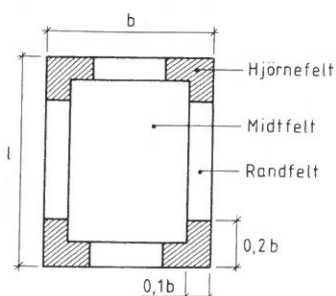
Sikring langs avslutninger:

Hulkil langs parapet må ha lastfordeler. Dimensjonerende last ved innfesting av lastfordeler:

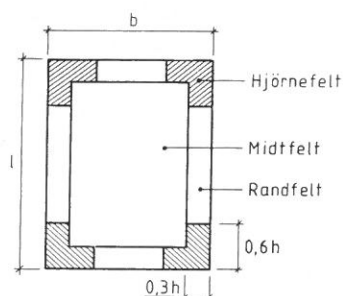
$$p_d = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 1,34 \cdot 1000 \text{ N/m}^2 \cdot 3,0 (0,5 \text{ m} + 0,125 \text{ m}) = 3620 \text{ N/m}$$

BEREGNINGSSKJEMA

Dimensjoneringsdata		Eksempel Tabplate 1	
Dimensjoner: høyde (h) x bredde (b) Høy bygning: $h > b/3$ (Høy) Lav bygning: $h < b/3$ (Lav)		20 x 30 m 20 > 30/3 Høy	
Høyde over grunnivå (Z), byggets høyde (h) + skrent:		20 + 10 = 30m	
Lastkoeffisient (1,6):	A	1,6	
Brukstidsfaktor (0,9):	B	0,9	
Hastighetstrykk (q) [kN/m ²]: Kurve A ikke værhardt Kurve B værhardt Kurve C bebygget, ikke værhardt Kurve D bebygget, værhardt	C	1,34	
Utvendig lastvirkning (f ₃): 0,8 Tett underkonstruksjon 1,0 Utett underkonstruksjon	D	1,0	
Formfaktor for utvendig last (μ _u): Hjørnefelt Randfelt Midtfelt	E	2,5 2,0 1,0	
Innvendig lastvirkning (f ₄): 0,0 Tett underkonstruksjon 1,0 Utett underkonstruksjon	F	1,0	
Formfaktor innvendig last (μ _i): 0,2 tett bygning 0,7 bygninger med åpninger	G	0,7	
Dimensjonerende last: A B C D E F G $P_d = 1,6 \cdot 0,9 \cdot q \cdot 1000 (f_3 \cdot \mu_u + f_4 \cdot \mu_i)$		Hjørnefelt (N/m ²)	6 170
T 1	$1,6 \cdot 0,9 \cdot 1,34 \cdot 1000 (1,0 \cdot 2,5/2,0/1,0 + 1,0 \cdot 0,7)$	Randfelt (N/m ²)	5 210
		Midtfelt (N/m ²)	3 280



Høy bygning ($h > b/3$)



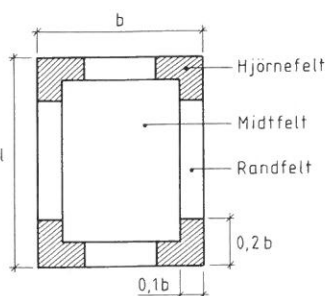
Lav bygning ($h < b/3$)



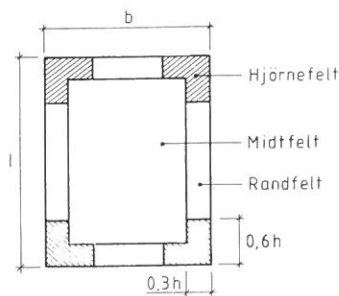
Informerer nr. 5

BEREGNINGSSKJEMA

Dimensjoneringsdata		
Dimensjoner: høyde (h) x bredde (b) Høy bygning: $h > b/3$ (Høy) Lav bygning: $h < b/3$ (Lav)		
Høyde over grunnivå (Z), byggets høyde (h) + skrent:		
Lastkoeffisient (1,6):	A	
Bruktidsfaktor (0,9):	B	
Hastighetstrykk (q) [kN/m ²]: Kurve A ikke værhardt Kurve B værhardt Kurve C bebygget, ikke værhardt Kurve D bebygget, værhardt	C	
Utvendig lastvirkning (f ₃): 0,8 Tett underkonstruksjon 1,0 Utett underkonstruksjon	D	
Formfaktor for utvendig last (μ _u): Hjørnefelt Randfelt Midtfelt	E	
Innvendig lastvirkning (f ₄): 0,0 Tett underkonstruksjon 1,0 Utett underkonstruksjon	F	
Formfaktor innvendig last (μ _i): 0,2 tett bygning 0,7 bygninger med åpninger	G	
Dimensjonerende last: A B C D E F G $P_d = 1,6 \cdot 0,9 \cdot q \cdot 1000 (f_3 \cdot \mu_u + f_4 \cdot \mu_i)$		
	Hjørnefelt (N/m ²)	
	Randfelt (N/m ²)	
	Midtfelt (N/m ²)	



Høy bygning ($h > b/3$)



Lav bygning ($h < b/3$)