Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

BYGGFORSK

Bygningskonstruksjoner

Stormsikring av eksisterende lette trebygninger

Byggforskserien
Byggforvaltning
720.550
Sending 2 – 1994

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet gir råd og anvisninger om sikring av eksisterende lette trebygninger mot stormskader. Anvisningene er spesielt relevante for énetasjes uisolerte bygg som f.eks. lager, garasjer, bygninger i landbruket og andre næringsbygg som kan ha store porter eller andre åpninger. Slike bygg skades relativt ofte av storm i distrikter med store vindbelastninger. Anvisningene dekker imidlertid også bolighus av tre og andre liknende typer småhus.

Bladet omfatter bare stormsikring av byggets bærekonstruksjon og forankring til fundament. Når det gjelder forankring av sekundære bygningsdeler som taktekning, veggkledninger o.l., henvises det generelt til Byggforskseriens Byggdetaljer, bind 3A.

02 Behovet for kontroll av eksisterende bygg

Særlig orkanene langs kysten i 1988 og 1992 viste at mange lette trebygninger har for dårlig forankring og avstivning, både i forhold til tidligere byggeforskrifter og dagens regelverk, se eksempel i fig. 02. Nye orkaner fra andre retninger eller spesielt høye vindhastigheter i andre distrikter enn de som ble rammet i 1988/92, kan føre til totalskade på mange eksisterende bygg som i dag har for svak stormsikring.

03 Forsikring

For å få utbetalt full forsikringssum kreves det i utgangspunktet at bygget er dimensjonert i henhold til dagens regelverk, dvs. den til enhver tid gjeldende byggeforskriften. Det betyr at man kan risikere avkorting i skadeutbetaling ved stormskader, ikke bare der forankring og stormsikring mer eller mindre har manglet, men hvor sikringen vurderes som utilstrekkelig i forhold til dagens regler, og forsikringstaker samtidig må forventes å kjenne regelverket. Det er derfor særlig viktig å være oppmerksom på at det i 1994 er innført betydelig skjerpede regler i kystkommunene på Vestlandet, i Trøndelag og Nord-Norge.

04 Forskriftskrav

Byggeforskrift 1987 forutsetter at bygninger har tilfredsstillende sikkerhet dersom de er dimensjonert i henhold til vindhastigheter og tilhørende vindlaster angitt i NS 3479. I mai 1994 er denne standarden supplert med et tillegg NS 3479/A1, som spesifiserer økte karakteristiske vindhastigheter for hver enkel kystkommune fra Sogn og Fjordane til Finnmark.

Fig. 02
Stormskade på grunn av mangelfullt statisk system
Foto: Kjell Langmyren

Generelt anbefales følgende verdier som utgangspunkt for dimensjonering:
30 m/s for tettbebyggelse i ikke værharde strøk
35 m/s for ikke værharde strøk (kurve A i NS 3479)
40 m/s for værharde strøk (kurve B i NS 3479)
45 m/s og 50 m/s for spesielt værharde strøk (kurve E og F i NS 3479/A1)

Man skal her være oppmerksom på at forholdet mellom vindhastighet og vindlast ikke er lineært, men kvadratisk. Mens f.eks. 30 m/s tilsvarer et hastighetstrykk på 0,56 kN/m^2, er hastighetstrykket ved 50 m/s hele 1,56 kN/m^2.

Hver enkel tomt bør vurderes spesielt når det gjelder behov for stormsikring, ikke minst ut fra kjennskap til lokale forhold, fordi topografien i praksis fører til store forskjeller i vindhastighetene. Enkelte kommuner i spesielt værharde strøk kan også ha egne vedtekter når det gjelder krav til dimensjonerende vindhastigheter i ulike deler av kommunen.

05 Henvisninger

Norsk Standard:
NS 3470 Prosjektering av trekonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler
NS 3479 Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster
NS 3479/A1 Tillegg til NS 3479:1990
Planløsning:
A 311.109 Klimaundersøkelser i værharde utbyggingsområder

Stikkord: avstivning, forankring – småhuskonstruksjoner, stormsikring – lette trebygg

© Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. 22 96 55 55 Postboks 123 Blindern, 0314 Oslo. www.byggforsk.no

Utgått 2011-1

Lastet ned av -, - 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.

Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

Byggdetaljer:
A 520.238 Skivekonstruksjoner av tre
A 520.241 Vindforankring av trehus
A 520.243 Stormsikring av lette trebygninger
A 523.252 Bindingsverk av tre i bygninger med stor vegghøyde

1 Kontroll av eksisterende bygg

11 Hovedpunkter

Kontroll av eksisterende bygningers sikkerhet mot stormskader må først og fremst omfatte følgende:
– stabilitet og statisk system (se pkt. 2)
– forankring til fundament (se pkt. 31)
– forankring av takkonstruksjon (se pkt. 32)

12 Gjennomføring av kontroll

Kontroll av stabilitet og statisk system krever en viss kunnskap om konstruksjonsprinsipper og evne til å vurdere bygningstekniske detaljer. Ikke fagkyndige personer kan kontrollere, ev. gjennom kommunens tekniske etat, om byggets bæresystem har vært beregnet av en rådgivende ingeniør i byggeteknikk. For øvrig bør man benytte personer med bygningsteknisk kompetanse for kontroll av avstivningssystemer og statisk virkemåte. I tvilstilfeller vedrørende stabilitet ved store vindlaster, kan det være aktuelt å etterberegne eksisterende konstruksjoner.
Kontroll av forankringer kan som regel gjøres relativt enkelt i uisolerte bygninger der forankringene er lett synlige. På bakgrunn av forankringstype og antall kan man gjøre et anslag over forankringskapasiteten og sammenlikne den med overslag over dimensjonerende vindlaster. Skjulte forankringer kan bare kontrolleres ved å åpne konstruksjonene, noe som er aktuelt når det ikke fins dokumentert beskrivelse av forankringene, og man er i særlig tvil om stormsikringen er tilfredsstillende.

13 Vurdering av forankringslaster

For å gjøre et overslag over de forankringslastene som kreves i henhold til NS 3479, kan man benytte tabell 13 a – c som viser orienterende verdier for dimensjonerende laster i bruddgrensetilstanden.
Tabell 13 a gjelder både for tak og forankring til fundament for uisolerte lette trebygninger i én etasje med store porter, f.eks. lagerbygg og garasjer.
Tabell 13 b gjelder forankring av tak og tabell 13 c forankring til fundament for vanlige bolighus og liknende bygninger.
Mer detaljerte tabeller og beregningsforutsetninger for disse fins i Byggdetaljer A 520.241 og A 520.243. Generelt må tabellverdier av denne typen nødvendigvis bli meget tilnærmet i forhold til en egen beregning utført for den enkelte bygningen, men de gir stort sett forankringslaster som ligger på den sikre siden.

Tabell 13 a – c dekker forankringer langs takfot og bærevegger. Langs gavlvegger er behovet for forankring vanligvis mindre. Det kan grovt anslås å være omkring halvparten av de viste tabellverdiene for tak med vanlige takutstikk og for forankring av ikke-bærende vegger til fundament.
Tabellene omfatter bare verdier for vertikal forankringslast. Det kan normalt forutsettes at dersom krav til vertikal forankringslast blir oppfylt, vil også nødvendig horisontal forankring være tilfredsstillende med de vanlige forankringsmetodene som er omtalt i pkt. 3.

Tabell 13 a
Dimensjonerende vertikal forankringslast for lette uisolerte bygninger i én etasje

Vind-hastighet m/s	Vertikal forankringslast kN/m Bygningsbredde b			
	6 m	9 m	12 m	15 m
30	3,5	5,0	7,0	8,5
35	5,0	7,5	10,0	12,5
40	6,5	10,0	13,0	16,5
45	8,5	12,5	17,0	21,0
50	10,5	16,0	21,0	26,5

– Tabellverdiene gjelder for forankring av tak langs opplegg til frittbærende takkonstruksjoner, og for forankring til fundament av bærevegger med høyde inntil 3 m.
– Forankringslaster for høyere vegger er vist i Byggdetaljer A 520.243.
– Tabellverdiene kan multipliseres med 0,85 for takvinkel > 17°.
– Tabellverdiene kan halveres for partier som ligger mer enn 0,5 x bygningsbredden fra gavlene, når takvinkelen er > 22°.

Tabell 13 b
Dimensjonerende vertikal forankringslast for tak til bolighus og liknende bygninger

Vind-hastighet m/s	Vertikal forankringslast kN/m Bygningsbredde b		
	6 m	9 m	12 m
30	2,0	3,0	4,0
35	3,0	4,5	6,0
40	4,5	6,5	8,0
45	6,0	8,5	11,0
50	7,5	10,5	14,0

– Tabellverdiene gjelder for forankring av tak langs opplegg til frittbærende takkonstruksjoner.
– Tabellverdiene kan multipliseres med 0,85 for takvinkel > 17° og med 0,45 for takvinkel > 22°.
– Tabellverdiene kan halveres for partier som ligger mer enn 0,5 x bygningsbredden fra gavlene, når takvinkelen er > 22°.

Tabell 13 c
Dimensjonerende vertikal forankringslast for forankring av bærende yttervegger til fundament i én og halvannen etasjes bolighus og liknende bygninger med tilsvarende vegghøyde

Vind-hastighet m/s	Vertikal forankringslast kN/m Bygningsbredde b		
	6 m	9 m	12 m
30	0,5	1,5	2,5
35	1,5	3,0	4,5
40	3,0	5,0	6,5
45	4,5	7,0	9,5
50	6,0	9,0	12,5

– Tabellverdiene kan multipliseres med 0,8 for takvinkel > 17° og med 0,3 for takvinkel > 22°.

Utgått 2011-1

Lastet ned av -, - 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.

Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

14 Vurdering av forankringskapasiteter

Følgende dimensjonerende kapasiteter kan brukes for grove overslagsberegninger av kapasiteten til eksisterende forankringer og til eventuelle forsterkninger:

Tverrbelastet spiker i stål/tre-forbindelse	
2,8 mm firkantspiker:	0,7 kN
3,1 mm firkantspiker:	0,8 kN
3,1 mm rillet beslagspiker:	1,1 kN
4,0 mm rillet beslagspiker:	1,5 kN
Aksialbelastet spiker (krysspikring)	
2,8 mm firkantspiker (50 mm hold):	0,15 kN
3,4 mm firkantspiker (65 mm hold):	0,25 kN
Bolter i støpt fundament, vertikallast	
6 mm bolt:	2,5 kN
8 mm bolt:	4,5 kN
10 mm bolt:	7,0 kN
12 mm bolt:	10,0 kN
Strekkapasitet i kryssavstivninger	
0,9 mm x 25 mm båndstål:	4 kN
2,0 mm x 25 mm hullbånd:	9 kN
6 mm stivt ståltau:	20 kN
8 mm stivt ståltau:	35 kN

Kapasitetene til bolter krever normalt god betongkvalitet i fundamentene. Kapasitetene til kryssavstivninger krever at disse er tilstrekkelig festet, se pkt. 22.

15 Forsterkninger

Dersom en kontroll viser at et bygg bør forsterkes når det gjelder avstivning og/eller forankring, kan det som regel gjøres ved å bruke de metodene som er illustrert i pkt. 2 og 3. Se ev. også Byggdetaljer A 520.241 og A 520.243. I uisolerte konstruksjoner er det normalt enkelt å komme til, og det er som regel også her behovet for forsterkninger er størst. Isolerte, tette trebygg har ofte en platekledning som gir god avstivning, mens eventuell forsterkning av takforankringene i praksis ofte bare kan gjøres ved å fjerne deler av taktekningen for å komme til.

2 Stabilitet og statisk system

21 Horisontal avstivning

For å motstå horisontale vindlaster er lette trebygg som regel bygd med et bæresystem basert på ett av følgende prinsipper:

– rammekonstruksjon med stive hjørner (fig. 21 a)
– innspente søyler (fig. 21 b)
– vegger og tak avstivet i planet med vindfagverk eller skivekonstruksjon (fig. 21 c)

Det første og siste alternativet er mest vanlig. Rammekonstruksjoner gir bare horisontalstivhet på tvers av bygget og er avhengig av at langveggene og taket i tillegg er avstivet i planet. Selve rammekonstruksjonen kan ha forskjellige utforminger, men må alltid ha momentstiv overgang mellom tak og vegg.

Innspente søyler kan være dimensjonert for innspenning bare på tvers av bygget og må da suppleres med vindavstivning i langveggenes plan.

Bygg med stive vegg- og takplan trenger ikke momentstive tilslutninger mellom bygningsdelene og kan utføres med vanlige bindingsverksvegger og takbind av fagverk, sperrer eller åser.

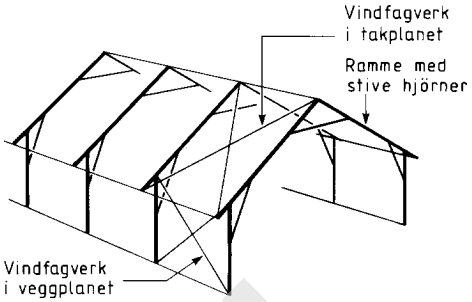

Fig. 21 a
Eksempel på konstruksjonssystem med stive rammer, supplert med vindfagverk
Her kan begge gavlvegger være uten avstivning.

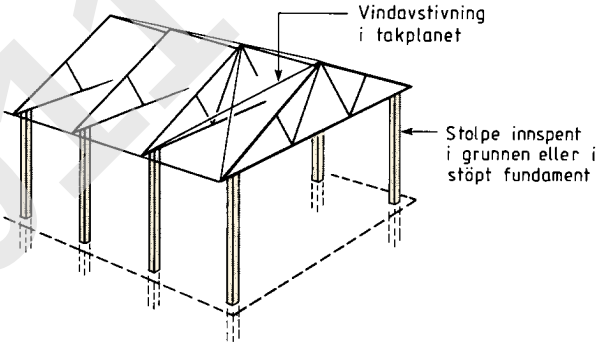

Fig. 21 b
Konstruksjonssystem med innspente veggsøyler
Med f.eks. runde stolper kan bygget være avstivet ved innspenning i begge hovedretninger.

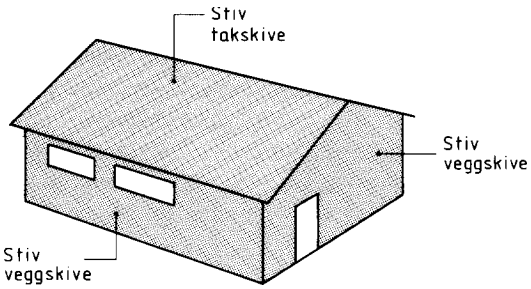

Fig. 21 c
Bygg med stive vegg- og takplan
For å virke som en stiv boks ved horisontallaster, må både tak- og veggskiver være godt forbundet med hverandre både i hjørner, ved raft og i møne for å overføre skjærkrefter.

Store åpninger til porter og vinduer i veggene gjør at lastene på den gjenværende delen av veggplanet kan bli svært store. Bygg med tilnærmet åpen gavlvegg som f.eks. vist i fig. 02, kan imidlertid gjøres tilfredsstillende stabile dersom lengden på bygget ikke er betydelig større enn bredden. Med tre av ytterveggene pluss taket eller himlingen konstruert som stive skiver, får man en konstruksjon som blir stabil mot horisontallaster og vridning uten bidrag fra den fjerde ytterveggen.

Utgått 2011-1

Lastet ned av -, - 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.

Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

22 Kryssavstivning og vindfagverk

Avstivning av vegger kan gjøres med trykkbelastede skråstrevere av tre (fig. 22 a), eller strekkbånd av stålbånd, rundstål eller ståltau (fig. 22 b og c), montert parvis i hvert veggplan. Avstivning av takplan gjøres i prinsippet på samme måte.

Med innfelte skråstrevere av tre i alle hjørner kan man vanligvis anta at bygget har tilstrekkelig avstivning i veggplanet. Skråavstiving av takplan med bord spikret på undersiden av sperrer e.l. kan ha dårlig kapasitet i praksis når bordene ikke har solid mothold i endene, slik at all last må overføres via spikere. Avstivning med bord og stålbånd bør krysse samtlige takbind (fig. 22 d).

Avstivning med vanlig båndstål har liten kapasitet dersom båndene ikke er godt strammet og er trukket rundt stolper, sviller e.l. og spikret solid fast. Det samme gjelder kryssavstivning med hullbånd.

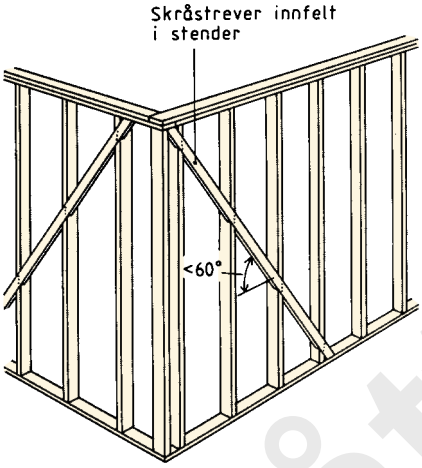

Fig. 22 a
Veggavstivning med innfelte skråstrevere i hjørnene

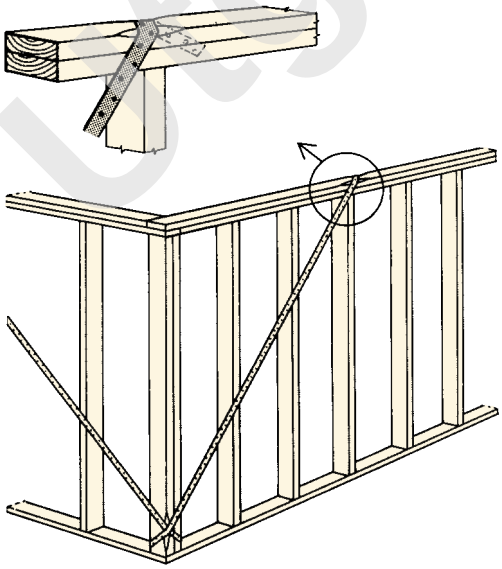

Fig. 22 b
Veggavstivning med båndstål eller hullbånd
Tilfredsstillende kapasitet er avhengig av solid feste i endene.

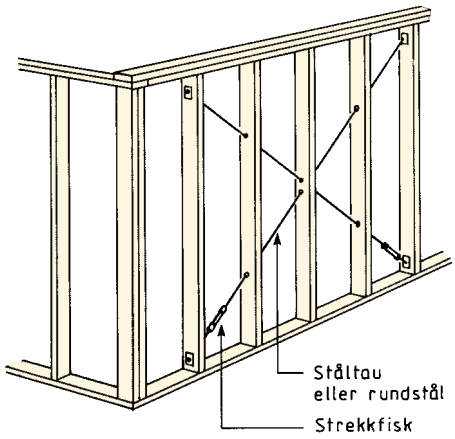

Fig. 22 c
Kryssavstivning med ståltau eller rundstål gir god effekt og dessuten mulighet for etterstramning.

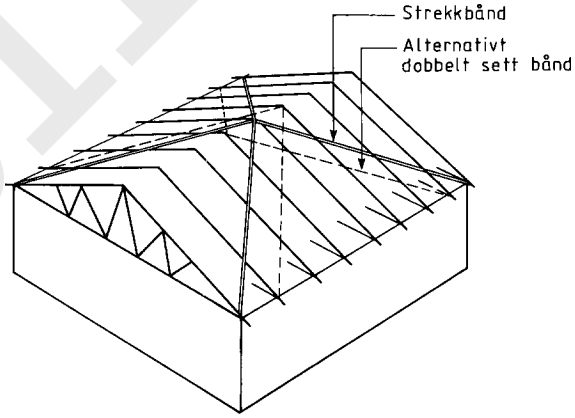

Fig. 22 d
Tak som ikke er avstivet i planet med taktro av plater eller med platetekning, må være kryssavstivet med strekkbånd eller vindfagverk. Strekkbånd av hullbånd eller bord skal krysse alle takbind.

23 Avstivning med platekledning

Når et bygg er kledd med minst ett lag stive bygningsplater på alle vegger, har man som regel tilfredsstillende avstivning i veggplanet uten behov for vindfagverk i tillegg. Det samme gjelder avstivning av takflater og/eller himling.

I bolighus av normal størrelse og tilsvarende bygg kan ett lag gipsplater eller porøse trefiberplater i praksis regnes som god nok avstivning. For større bygg bør platene være stivere og ha spikerfeste med god kapasitet, slik som kryssfinérplater eller sponplater av konstruksjonskvalitet. Alle plater må være spikret langs alle fire kanter (fig. 23). Virkemåten for slike skivekonstruksjoner er vist i Byggdetaljer A 520.238, hvor det også er gitt data som kan brukes til eventuell etterberegning av kapasiteten til avstivende vegger og takflater i eksisterende bygg.

Utgått 2011-1

Lastet ned av -, - 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.

Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

Et alternativ til platekledning er bord festet 45° på underlaget, noe som gir god avstivning i planet. Derimot kan ikke vanlig bordkledning på vegger og på større tak og etasjeskillere regnes å gi tilfredsstillende avstivning når bordene går vinkelrett på bærekonstruksjonene.

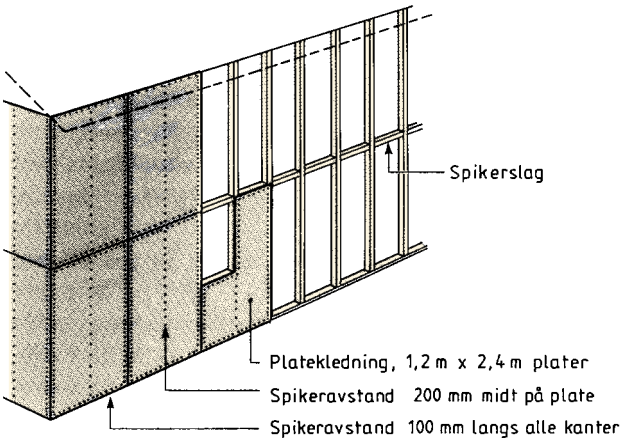

Fig. 23
Platekledning gir god avstivning i planet. Platene må være festet langs alle fire kantene for å gi tilfredsstillende skivevirkning. Også metallplater kan i praksis brukes til skivekonstruksjoner for vindavstivning av vegger og tak.

24 Horisontalt mothold

Manglende horisontalt mothold for veggstendere er av og til årsak til stormskader på trebygninger, både bolighus og større bygninger. Et typisk eksempel er vist i fig. 24 a. Ombygginger kan bl.a. føre til at nødvendige mothold fjernes. Også lange, åpne trebygninger uten innvendige tverrvegger kan få stormskader, som illustrert i fig. 24 b, når langveggene ikke har tilstrekkelig horisontalt mothold ved golv og tak.

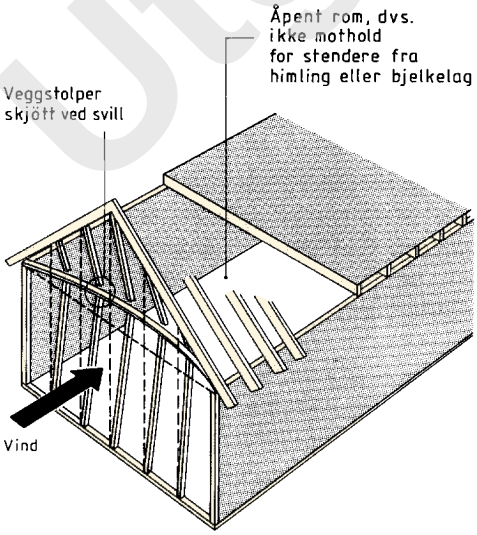

Fig. 24 a
Eksempel på stormskade som følge av manglende horisontalt mothold for veggstendere. Samme type brudd kan også skje som følge av vindsug.

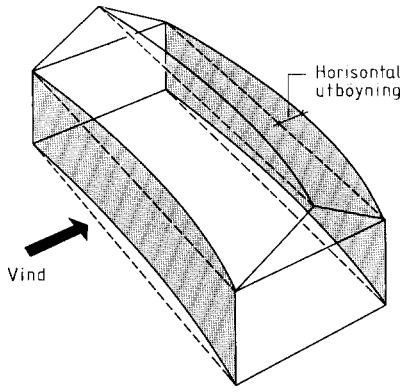

Fig. 24 b
Deformasjon av lange vegger kan også skje dersom golvet gir utilfredsstillende horisontalt mothold for ytterveggene. Bjelkelag med golv som bare har en enkel bordkledning, er ikke godt nok mothold i store bygg på værharde steder.

3 Forsterkning av forankringer

31 Forankring til fundament

Normalt er veggenes bunnsvill forankret til fundamentet med bolter, båndstål eller innstøpte armeringsjern, og en vurdering av kapasiteten kan gjøres med støtte i anvisningene i pkt. 13 og 14. Det må samtidig vurderes om forankringene har tilfredsstillende kantavstander og sitter i støp av rimelig god kvalitet. På spesielt værharde steder må også tyngden av fundamentet vurderes.

En enkel måte å forsterke forankringene til fundament på er å bruke ekspansjonsbolter i kombinasjon med beslag som illustrert i fig. 31 a, slik at stenderne blir festet direkte til fundamentet. Forutsetningen er at man kommer til svillene, og at fundamentet er støpt med en god nok betongkvalitet. Dersom man har et murfundament som gir dårlig hold for ekspansjonsbolter, f.eks. murblokker med lite utstøping, kan en forsterkning av veggforankringen bl.a. gjøres som vist i prinsipp i fig. 31 b.

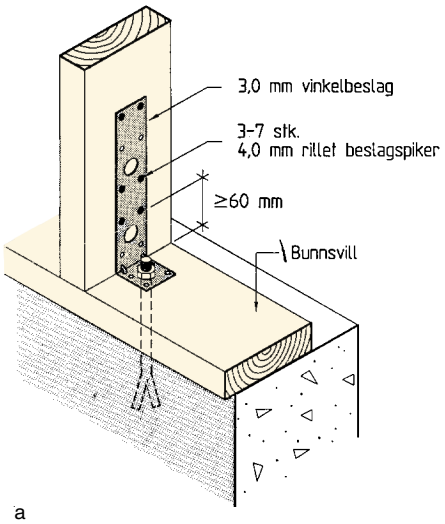

Fig. 31 a
Forankring direkte fra fundament til stender
Orienterende verdier for dimensjonerende vertikal kapasitet, forutsatt vanlig god betong:
4,5 kN med 8 mm bolt og 3 stk. spiker
7,0 kN med 10 mm bolt og 5 stk. spiker
10,0 kN med 12 mm bolt og 7 stk. spiker

Utgått 2011-1

Lastet ned av -,- 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.

Arkiveksemplar Utg¬tt 2011-1

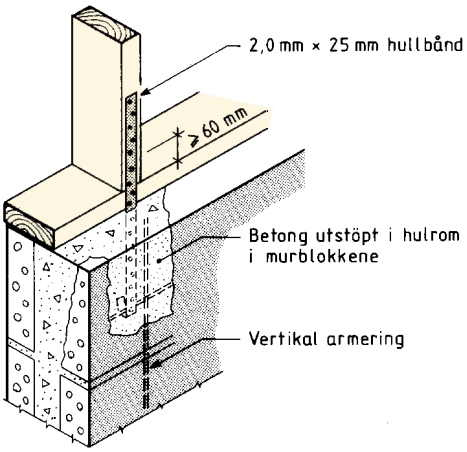

Fig. 31 b
Ny hullbåndforankring faststøpt i murfundament av lettklinkerblokk
Er det behov for relativt store forankringskapasiteter, må det hugges eller bores tilstrekkelig rom i fundamentet slik at det kan gjenstøpes med armert betong gjennom flere murskift.

32 Takforankring

På spesielt værharde steder bør man kontrollere at båndstålforankringer ikke har stor slakk som fører til bevegelser i taket og påfølgende utmatning av forankringene. Dersom båndstål er lagt rundt to kanter, kan man regne med at 3 stk. 2,5 mm spiker i endefestet er nok til at selve båndets kapasitet utnyttes fullt ut som angitt i pkt. 14. Det samme gjelder dersom spikrene er gjennomgående i trevirket og neiet på baksiden.

Stikkspikring av takstoler og sperrer til toppsvill (fig. 32 a) har i praksis svært liten vertikal kapasitet, og bør generelt ikke anses å bidra nevneverdig til takforankringen.

Forsterkning av takforankringer kan som regel gjøres relativt enkelt i uisolerte bygninger hvor takfoten er lett tilgjengelig, se fig. 32 b. Det er også i slike bygninger behovet for forsterkninger gjerne er størst.

I isolerte bygninger kan det bli nødvendig å fjerne deler av taktekningen for å komme til takfoten og forsterke forankringene. For å slippe å fjerne veggkledning er det aktuelt å bruke vinkelbeslag til tilleggsforankring som f.eks. vist i fig. 32 c. Dette forutsetter at toppsvillen er godt forankret med vertikalt panel, vertikale lekter eller plater.

Mer detaljerte angivelser av kapasiteter til ulike forankringsbeslag fins bl.a. i referanse [422].

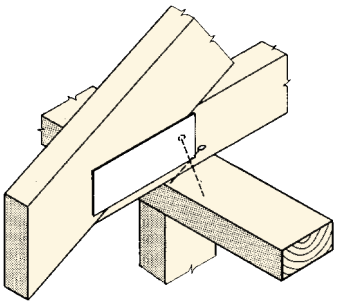

Fig. 32 a
Stikkspikring har i praksis svært liten kapasitet og bør generelt ikke betraktes som vertikal takforankring.

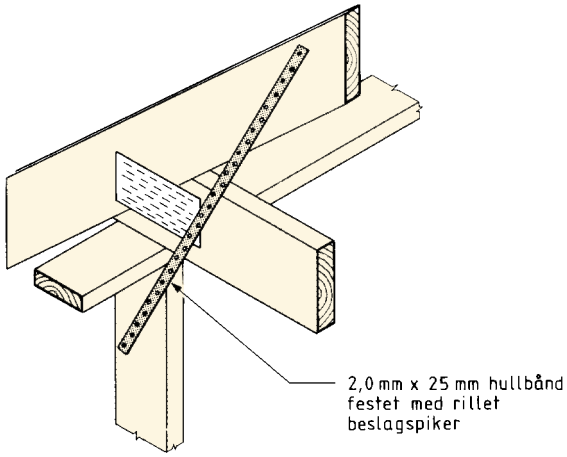

Fig. 32 b
Eksempel på tilleggsforankring av tak med hullbånd i uisolert bygning. Kapasitet: se pkt. 14

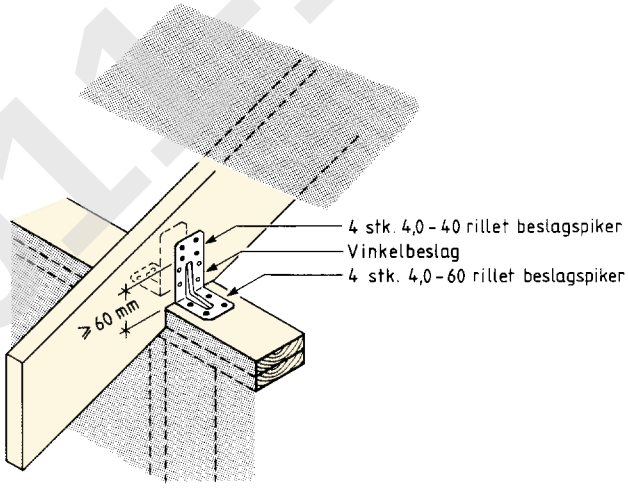

Fig. 32 c
Eksempel på tilleggsforankring med vinkelbeslag etter at taktekning er fjernet.
Det må bare brukes rillet beslagspiker eller skruer i denne typen fester, ikke vanlig rund eller firkantet spiker som har liten uttrekkskapasitet.
Med fire spiker i hver beslagvange og ett beslag på hver side av takstolen/sperren har den viste forankringen en dimensjonerende vertikal kapasitet på ca. 3 kN.

4 Referanser

41 Redaksjon

Redaksjonen ble avsluttet i november 1994. Saksbehandler har vært Ole Mangor-Jensen.

42 Litteratur

421 Norsk Treteknisk Institutt. Mekaniske treforbindelsesmidler. Teknisk småskrift nr. 24. Revidert utgave. Oslo, 1991

422 BMF Bygningsbeslag A/S. BMF hovedkatalog med norsk tillegg. Odder, Danmark, 1993

423 Hilti Corporation. Fastening Manual Anchoring. Schaan, Liechtenstein, 1990

424 Norges landbrukshøgskole. Institutt for tekniske fag. Infoblad 25.30 Landsbebyggelse. Sikring mot stormskader. Eksisterende landbruksbygninger. Ås, 1993

Utgått 2011-1

Lastet ned av -, - 02.07.2025 © SINTEF: Ettertrykk forbudt.