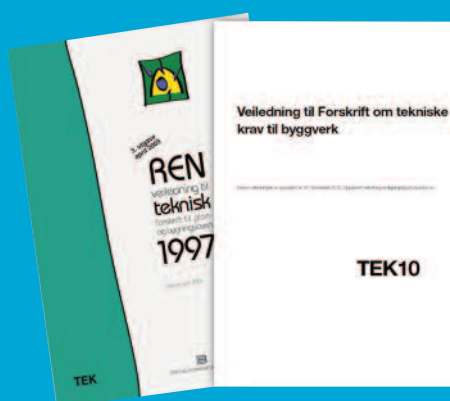


FOKUS på tre

Energieffektive ytterveggs- konstruksjoner i tre



- Energikravene i TEK 07 og TEK 10
- Tilgjengelig råstoff
- Hva ønsker bransjene?

Treteknisk



Strengere energikrav krever mer isolasjon i gulv, vegger og tak. Som en konsekvens av dette kan det være nødvendig å benytte bredere stendere i ytterveggen enn det som har vært vanlig til nå. Det er undersøkt om det er en utfordring for trelastindustrien med begrenset tilgang på grovt tømmer. Her er det vist byggeløsninger som tilfredsstillter energikravene i TEK, og som er basert på det dimensjonsutfall for konstruksjonsvirke som er representativt for trelastindustrien i Norge.

1. februar 2007 ble Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK) (Statens bygningstekniske etat 1997) revidert. Det ble gitt en overgangsperiode frem til 1. august 2009, da denne trådte i kraft alene. Denne revisjonen har hovedsakelig omfattet bygningers energiforbruk og omtales som TEK 07. Den 1. juli 2010 ble TEK igjen revidert og kalles i dag TEK 10. Det er gitt ett års overgangsperiode. Det er i siste revisjon ingen større endringer hva angår energikrav til bygg.

disse kravene ved omfordeling av varmetap, så lenge bygningens totale energibehov ikke øker. Det vil si at man for eksempel kan benytte mindre isolasjon i veggene, dersom det benyttes mer i gulv og/eller tak. Eventuelt kan bygget ha bedre lufttetthet enn det som kreves.

Minstekravet til U-verdi på ytterveggen er, som vist i Tabell 1, $U \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Dette kan oppnås ved bruk av 200 mm isolasjon.

For å tilfredsstillte kravet i TEK direkte må ytterveggen, som vist i Tabell 2, ha en U-verdi på $U \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Dette kan oppnås ved bruk av 250 mm standard isolasjon.

Spørreundersøkelse

I forkant av implementering av revidert TEK ble det utarbeidet og sendt ut en spørreundersøkelse til utførende entreprenører og byggmestere i Norge. Formålet med denne var å finne ut hva bransjen foretrekker av løsninger og byggematerialer. Undersøkelsen ble besvart av 486 bedrifter.

Det ble stilt syv spørsmål i undersøkelsen. Diagram 1 og 2 viser henholdsvis material- og løsningsvalg til bransjen.

Undersøkelsen viser at:

- 66 % foretrekker å benytte en gjennomgående heltrestender

Dokumentasjon

TEK er en minimumsforskrift. Dersom samlet energigevinst skal oppnås, bør en forsøke å være på sikker side av minimumskravene. I utgangspunktet gjelder kravene i TEK både for nybygg og for søknadspliktig ombygging/rehabilitering.

TEK kan dokumenteres på to måter:

- Rammekravsmodellen
- Energiltaksmodellen

Prosjekterende kan velge hvilken av disse modellene som er mest hensiktsmessig for det aktuelle bygg. For begge modeller er det minimumskrav som ikke kan overskrides.

I denne FOKUS på tre er det tatt utgangspunkt i energiltaksmodellen, der TEK er oppfylt dersom det kan dokumenteres at enkeltkravene gitt i Tabell 2 er oppfylt. Det er mulig å fravike

Bygningsdel eller funksjon	Absolutte minstekrav gitt i TEK
Yttervegg	$U \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Tak	$U \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Gulv på grunn eller mot det fri	$U \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Glass, vindu og dør	$U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Lufttetthet	3,0 luftveksling per time ved en trykkforskjell på 50 Pa (50 N/m ²)

Tabell 1. Minstekrav til energiltak i TEK som ikke må overskrides.

Transmisjonsvarmetap	
1.	Andel vindus- og dørareal $\leq 20 \%$ av oppvarmet BRA
2.	U-verdi yttervegg $\leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
3.	U-verdi tak $\leq 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
4.	U-verdi gulv $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
5.	U-verdi glass/vindu/dør inkl. karm/ramme $\leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
6.	Normalisert kuldebroverdi (m ²) angis i oppvarmet BRA <ul style="list-style-type: none"> • Småhus $\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ • Øvrige bygninger $\leq 0,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap	
1.	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell: <ul style="list-style-type: none"> • Småhus $\leq 2,5$ luftvekslinger pr. time • Øvrige bygninger $\leq 1,5$ luftvekslinger pr. time
2.	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg: <ul style="list-style-type: none"> • Boligbygning, samt arealer der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensing/smitte $\geq 70 \%$ • Øvrige bygninger og arealer $\geq 80 \%$

Tabell 2. Krav til energiltak i TEK.

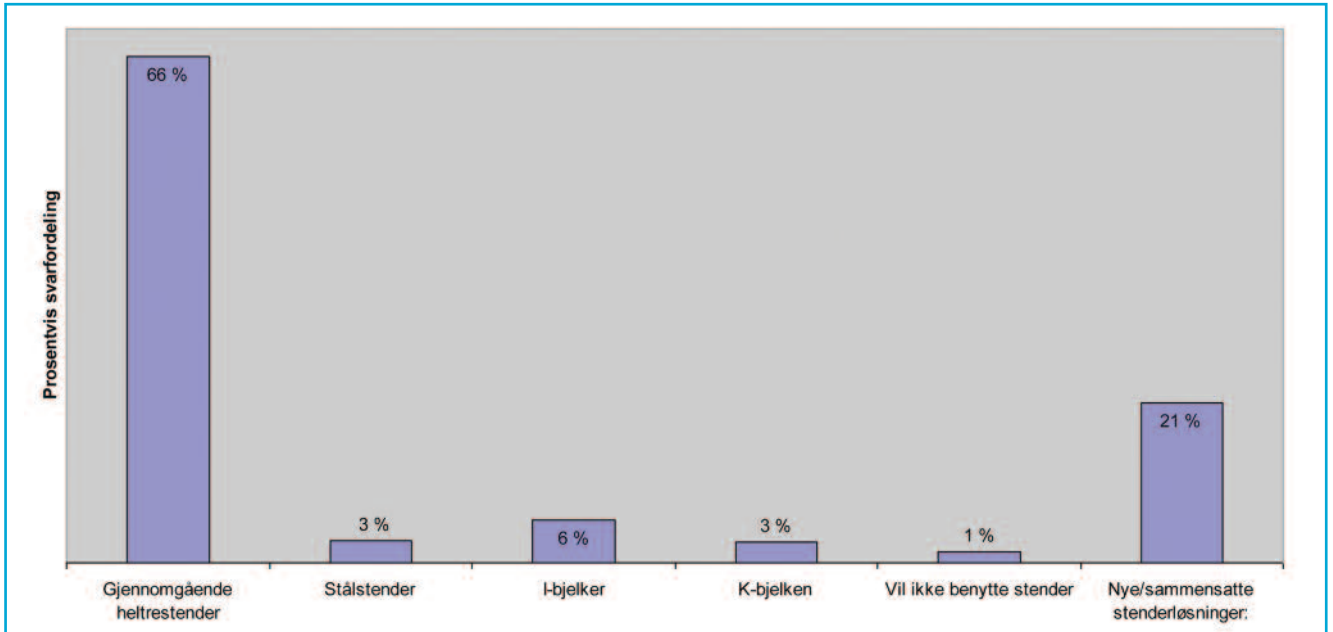


Diagram 1. Hvilke stendermaterialer foretrekker du/din bedrift?

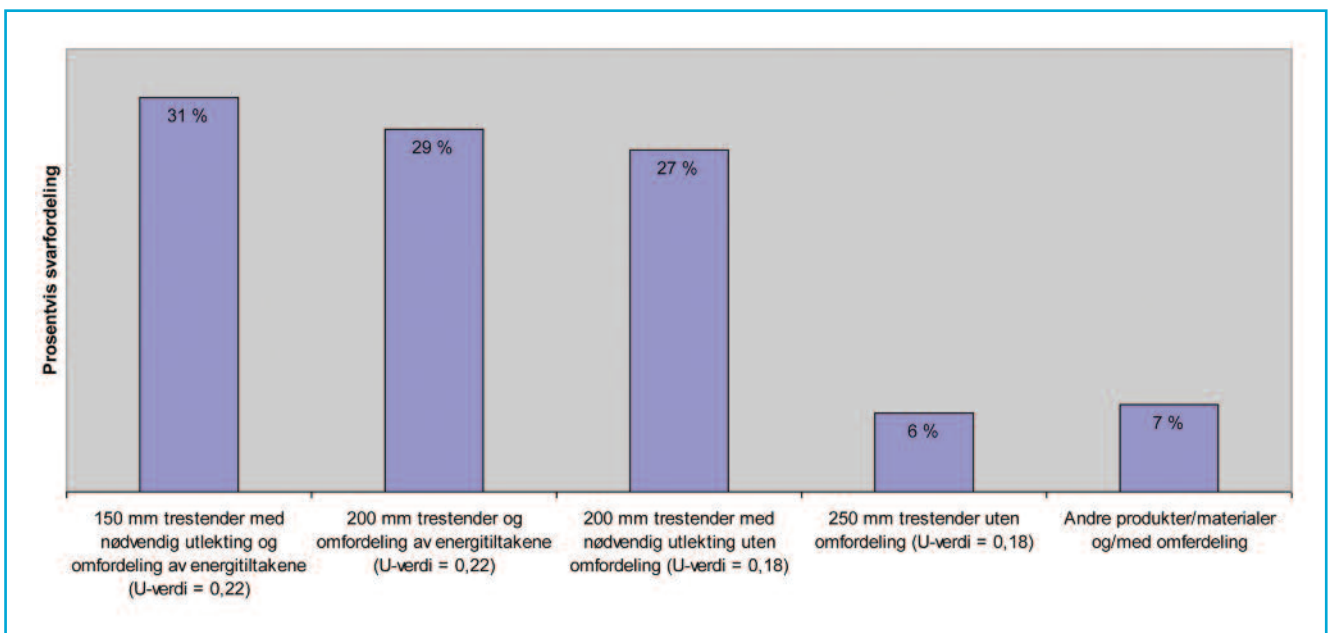


Diagram 2. Hvilken veggkonstruksjon vil du/din bedrift velge for å etterleve de reviderte forskriftskravene?

(De fleste har spesifisert at de ønsker å benytte krysslåst utlekting mot varm side som sammensatt vegg-løsning)

- 56 % vil benytte 200 mm stender (med eller uten utlekting)
- 31 % vil benytte 150 mm stendertykkelse
- 6 % vil benytte 250 mm stendertykkelse

- 60 % kommer til å benytte en total isolasjonstykkelse på 200 mm og omfordeling.

Stendervolum og råstofftilgang

Det er estimert hvor mange m³ trevirke det går til ytterveggstender, topp- og bunnsviller i Norge. Det er tatt utgangspunkt

i Statistisk Sentralbyrå sin statistikkbank, byggearealstatistikken, der opplysninger om igangsatte boliger er innhentet. Det er benyttet gjennomsnittlig antall igangsatte boliger og bruksareal (BRA) fra årene 2000 t.o.m. 2008.

Det antas at 90 % av husbebyggelsen har trestendere i ytterveggen og at blokkbebyggelsen har 20 % av randsonen til hver bo-

enhet bestående av ytterveggstendere i tre. Da vil det, avhengig av stendertykkelsen, benyttes 40-50.000 m³ trelast pr. år til 200 mm tykke vegger. For 250 mm tykke vegger benyttes 50-60.000 m³ trelast i året. Det er i disse beregningene antatt 15 % ekstra for kapp og svinn.

Det er innhentet data fra Skog-Data AS for årene 2005 til og med 2007.

Toppdiameterfordelingen i Norge på nasjonalt nivå i disse årene er temmelig stabil, og noen trend er vanskelig å se. Gjennomsnittlig toppdiameter på sagtømmer vil ikke bare påvirkes av at den generelle dimensjonen på tømmer reduseres, men vil også påvirkes av hva slags prislister tømmeret kappes etter. Prislister med stor lengdepremiering vil gi lengre tømmer i snitt, som igjen vil gi mindre gjennomsnittlig toppdiameter. Dette gjør seg mest gjeldende hos det enkelte sagbruk.

“Nasjonal” gjennomsnittslengde ser temmelig stabil ut, noe som ytterligere underbygger at diameterfordelingen er temmelig konstant. Det er liten grunn til å frykte at gjennomsnittlig toppdiameter vil reduseres betydelig i nærmeste fremtid, hvis ikke skogbruket legges veldig om til mer intensiv tynning og kortere omløpstider i skogen.

Om det er “nok” tømmer til å produsere stendere med 200 mm bredde vil avhenge av mange faktorer. Sagbrukene har store påvirkningsmuligheter gjennom hvilken dimensjonsfordeling som velges. Et anslag kan være at 30 % av tømmeret med toppdiameter fra og med 22 cm og oppover kan sages til 200 mm plankebredder. Dette betyr et potensial på 350-400.000 m³ med 200 mm plankebredde ut fra den totale toppdiameterfordelingen for norsk sagtømmer. Det bør således være uproblematisk å skaffe nok råstoff til stender-

formål for plank med 200 mm bredde.

Med samme forutsetninger på 30 % “stenderutbytte” fra tømmeret, vil et anslagsvis potensial for tilgjengelig 250 mm plankebredder være 150-170.000 m³, hvis toppdiameter fra og med 27 cm legges til grunn.

Det er veldig liten konkurranse fra andre trelastprodukter med 250 mm bredde, men i området til og med 30 cm i toppdiameter vil det være veldig attraktivt å skjære 200 mm og 225 mm bredder til bjelkelag og tak. Hvis en da står igjen med toppdiameter fra 31 cm og oppover som råstoff, vil potensialet for 250 mm stenderbredder kun være 65-70.000 m³ trelast. Det betyr at dersom 250 mm bred plank blir en vanlig dimensjon, kan råstoffknapphet inntreffe.

En annen stor utfordring er at de fleste høvler i dag ikke er beregnet for å høvle bredere dimensjoner enn 225 mm plank. Bli 248 mm en aktuell stenderdimensjon, vil det kreve investering i ny høvelmaskin.

Bilde 1.

Det er viktig å hindre at trevirket blir utsatt for nedbør i byggeperioden.



Bygningsfysiske forhold

Dimensjonerende varmekonduktivitet (λ -verdi)

I forbindelse med utarbeidelse av U-verdiberegninger for yttervegger av bindingsverk i tre, har det vært benyttet ulike verdier for varmekonduktiviteten til trevirke. På grunn av densiteten til konstruksjonsvirke i gran er det i Treteknisk rapport nr. 77 vist at det kan benyttes en varmekonduktivitet (λ -verdi) lik 0,12 W/(mK). Det betyr at også 48 mm tykk plank, i tillegg til 36 mm, kan benyttes for å tilfredsstille minstekravene i TEK ved både 200 mm og 250 mm tykke vegg-løsninger med standard isolasjon.

Fukt

En tykkere vegg medfører mer trevirke i veggen, hvilket igjen tilfører bygget mer byggefukt. En tykkere veggkonstruksjon vil derfor kreve lengre tid for å tørke ut. Det blir derfor enda viktigere enn før å hindre at

trevirket blir utsatt for nedbør i byggeperioden.

Selv om man har kontroll på fuktigheten til materialene som inngår i et bygg og sikrer bygget slik at man unngår oppfukning, så vil evt. luftlekkasjer være den største utfordringen for å unngå problemer med vegg. Luftlekkasjer kan føre til at fuktig luft kommer ut i konstruksjonen. Dette kan medføre fuktproblemer i trevirket, isolasjon og andre organiske materialer. Fukt som trekkes ut i konstruksjonen vil kunne medføre at varmemotstanden i ytterveggskonstruksjonen blir lavere og kan dermed føre til økt energiforbruk.

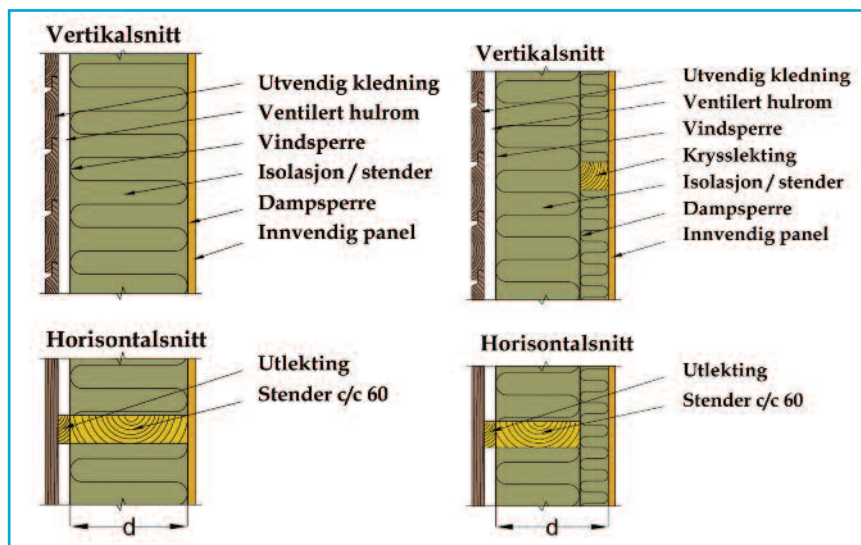
Når ytterveggene blir tykkere vil det være ekstra viktig å benytte vindsperrer med lav dampmotstand slik at eventuell fuktighet inne i konstruksjonen har mulighet til å komme ut denne veien.

Utlekting og plassering av dampperre

Ved å benytte stender med kryss-utlekting var det tidligere en oppfatning at U-verdien kunne reduseres med $0,01 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$. Dette er endret, og konklusjonen er at retningen på utlektningen ikke har innvirkning på varmeisolasjonseffekten og dermed U-verdien til veggkonstruksjonen.

For ytterveggløsninger med gjennomgående stender plasseres dampperren mellom platelag og stender mot varm side. Dette for å hindre fukt fra inneklimateet i å komme ut i veggkonstruksjonen og skape fare for muggvekst.

Der det benyttes stender med utlekting mot varm side, kan dampperren legges mellom stender og utlekting, så fremt ikke utlektningen har for stor tykkelse i forhold til stenderen. Som en tommelfingerregel bør maksimalt $\frac{1}{4}$ av all isolasjon monteres på varm side av dampperren. Dvs. at for en vegg med



Figur 1. Prinsipiell oppbygging av ytterveggskonstruksjon for gjennomgående stender og stender med utlekting.

Fordeler	Ulemper
36/48 mm x 198 mm	
Ikke nødvendig med utlekting for å klare minstekrav i TEK	Klarer ikke krav i TEK direkte, må omfordele
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
Arbeidsmessig enkelt å forholde seg til én stender	Kan ikke benytte inntrukket dampperre
Kun en isolasjonstykkelse	

Tabell 3. Fordeler/ulempes med gjennomgående stender og 200 mm isolasjon.

Fordeler	Ulemper
36/48 mm x 148 mm + 48 mm x 48 mm	
Klarer minstekrav i TEK	Klarer ikke krav i TEK direkte, må omfordele
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
Inntrukket dampperre kan føre til mindre luftlekkasjer	Må foreta flere arbeidsoperasjoner
Elektriske installasjoner og rørføringer i utlektet hulrom	Usikkerhet vedrørende bæreevne ved 36 mm bred stender og stor snølast
48 mm x 123 mm + 36/48 mm x 73 mm	
Klarer minstekrav i TEK	Klarer ikke krav i TEK direkte, må omfordele
Kan ikke benytte inntrukket dampperre for denne løsningen (1/4 dels regelen)	Må foreta flere arbeidsoperasjoner
Elektriske installasjoner og rørføringer i utlektet hulrom	Stenderne bør ikke krysslektes pga. bæreevne
	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
	Ukurant å feste utlekting til stender pga. 73 mm tykkelse – krever bruk av vinkel eller lange skruer

Tabell 4. Fordeler/ulempes med utlektet stender og 200 mm isolasjon.

isolasjonstykkelse på 200 mm, bør ikke dampspærren ligge mer enn maksimalt 50 mm inn i veggen fra varm side.

Tilsvarende for en veggtykkelse med isolasjonstykkelse på 250 mm, bør dampspærren ikke ligge mer enn 60 mm inn i veggen fra varm side.

Stender med utlekting mot varm side vil kunne medføre en mer lufttett konstruksjon enn med gjennomgående stender, ved at det er mindre fare for at dampspærren blir punktert. Dette fordi elektriske installasjoner og rørføringer kan legges i det utlektede hulrommet.

Ulike ytterveggsløsninger

De fleste forskjellige stendervariantene for både 200 mm og 250 mm tykke vegger vises i tabell 3 - 6. Disse viser en oppbygging som kan være relevant i forhold til TEK. Det beskrives både fordeler og ulemper ved hver av disse. Figur 1 viser prinsipiell oppbygging av ytterveggskonstruksjon for henholdsvis gjennomgående stenderverksløsning og stender med utlekting.

Som spørreundersøkelsen viser, ønsker en stor del å benytte heltrestender og omfordeling av varmetapet. Det vil si vegg-løsninger med 200 mm standard isolasjon.

For flere løsninger henvises det til Treteknisk rapport nr. 77, ENTRÉ – Energieffektive Trekonstruksjoner, Delrapport 1 – TEK 07.

Fordeler	Ulemper
36/48 mm x 248 mm	
Klarer krav direkte i TEK 07	Tilgjengelighet, produksjonsmessig utfordrende, kan være mangel på råstoff
Færre arbeidsoperasjoner	Kan ikke benytte inntrukket dampspærre
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
	Høy vekt

Tabell 5. Fordeler/ulemper med gjennomgående stender og 250 mm isolasjon.

Fordeler	Ulemper
36/48 mm x 198 mm + 48 mm x 48 mm	
Klarer krav direkte i TEK 07	Liten tykkelse for feste av platemateriell
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
Inntrukket dampspærre	Må foreta flere arbeidsoperasjoner
Kan krysslekte mht. bæreevne	
Elektriske installasjoner og rørføringer i utlektet hulrom	
36/48 mm x 148 mm + 36/48 mm x 98 mm	
Klarer krav direkte i TEK 07	Kan ikke benytte inntrukket dampspærre
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
Elektriske installasjoner og rørføringer i utlektet hulrom	Må foreta flere arbeidsoperasjoner
	Usikkerhet vedrørende bæreevne ved 36 mm bred stender og stor snølast
	Ukurant å feste utlekting til stender pga. 98 mm tykkelse – krever bruk av vinkel eller lange skruer
36/48 mm x 123 mm + 36/48 mm x 123 mm	
Klarer krav direkte i TEK 07	Kan ikke benytte inntrukket dampspærre
48 mm bredde er en akseptabel bredde mht. spikerslag og feste av platematerialer	Må foreta flere arbeidsoperasjoner
Logistikk på byggeplass	36 mm bredde kan gi problemer ved innfesting og spikerslag til platematerialer
Kun nødvendig med en isolasjonstykkelse til ytterveggen	Begge stenderne må være vertikale pga. bæreevne

Tabell 6. Fordeler/ulemper med utlektet stender og 250 mm isolasjon.

Forfatter Christoffer Aas Clementz, Treteknisk

Finansiering Innovasjon Norge ved Trebasert Innovasjonsprogram, Treindustrien og Treteknisk

Foto Treteknisk



Forskningsveien 3 B
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo
Telefon 22 96 55 00
Telefaks 22 60 42 91
firmapost@treteknisk.no
www.treteknisk.no

