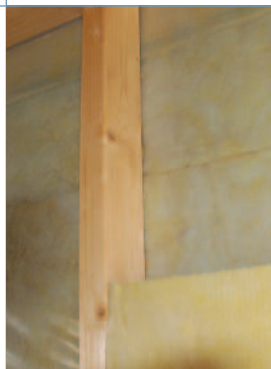
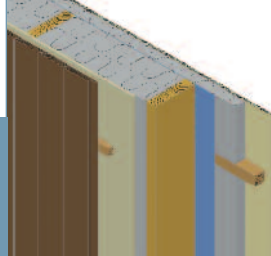




Yttervegger i tre med passivhuskrav



- NS 3700 Passivhus
- Energikrav
- Løsninger
- Detaljer



Strengere energikrav og innføring av NS 3700:2010 "Kriterier for passivhus og lavenergi- hus, Boligbygninger" har ført til at det er nødvendig å finne nye metoder i å bygge i tre for å tilfredsstille kravene. Det er Teknisk Forskrift av 2010 (TEK10) som setter de pålagte kravene til energibruk i bygninger. Bruk av NS 3700:2010 er frivillig. Mange utbyggere setter energieffektivitet i høysetet og ønsker å bygge med bedre energieffektivitet enn myndighetskravene i TEK10. Flere og flere ønsker å bygge etter passivhusstandard. Her er det vist løsninger på yttervegger i tre som tilfredsstiller kravene til Passivhusstandard.



I 2011 ble prosjektet ENTRÉ – Energieffektive trekonstruksjoner avsluttet.

Dette var andre del av et tre-årig prosjekt. Her er det sett på løsninger for yttervegger i tre med overganger til tilstøtende konstruksjonsdeler som tilfredsstiller passivhuskrav. To hovedløsninger er valgt:

- Gjennomgående yttervegg
- Todelt yttervegg

Det er utarbeidet detaljtegninger som viser overganger mot grunn, vindu/dør og tak for begge hovedløsninger. Løsninger er presentert i prosjektrapport, rapport nr 84 fra Treteknisk. Et utdrag av løsningene er presentert her.

NS 3700

Passivhus er et begrep som er lansert av Passivhusinstituttet i Tyskland, og det står bak en sertifiseringsordning for byggeprodukter og bygninger.

Passivhus har fått stor utbredelse og suksess i Tyskland, Østerrike og etter hvert også en rekke andre europeiske land. Strengt krav til utførelse og prosjektering i disse landene har ført til at passivhus anerkjennes som miljøvennlige boliger med godt innneklima og lavt energibehov.

Behovet for å gi en offisiell norsk definisjon av passivhus og lavenergihus begrunnes med:

- Begrepene er ikke entydig definert for norske forhold og gis ulikt innhold.
- Begrepene brukes i søknader om offentlige tilskudd.
- Myndighetene ønsker å påvirke etterspørselen av boliger med lavt energibehov og har behov for en avklart begrepsbruk i kommunikasjonen.
- Begrepene kan brukes i fremtidige forskriftskrav og i energi- og miljømerkeordninger.

På grunn av forskjeller i klima, konstruksjonsløsninger og byggeskikk er det i standarden gjort nasjonale tilpasninger til den tyske passivhusdefinisjonen.

Standarden er utarbeidet av Standard Norges komité SN/K34

Energi i bygninger med støtte fra ENOVA SF og Husbanken.

Standarden omfatter definisjoner, krav til varmetap, oppvarmingsbehov og energiforsyning samt minstekrav til bygningskomponenter og lekkasjetall m.m.

Standarden angir tre nivåer av energieffektive boligbygg:

- Passivhus
- Lavenergihus klasse 1
- Lavenergihus klasse 2

Standarden kan brukes til å:

- Vurdere om bygningen tilfredsstiller kravene til passivhus og lavenergihus.
- Stille krav til produkter og bygningselementer som benyttes i passivhus og lavenergihus.
- Stille utførelseskrav til bygningstekniske arbeider for passivhus og lavenergihus.

Standarden kan videre danne grunnlag for forskriftskrav og energi- og miljømerkeordninger.

Standarden bygger på energibehovsberegninger etter NS 3031 og er gjeldende fra 2010. Bruk av standarden er frivillig og er ikke et myndighetskrav, men den gir byggherre mulighet til å redusere energibruken i bygget. Standarden er tilpasset norske forhold, og et hovedprinsipp er at det maksimale netto energibehovet til oppvarming skal være 15 kWh (m²/år).

Egenskap	TEK 97	TEK07	TEK10	TEK10 Min. krav	Passivhus (NS 3700)
U-Verdi [W/m ² K]	0,22	0,18	0,18	0,22	< 0,15
Tykkelse isolasjon [cm]	20	25	25	20	35-40

Tabell 1. Yttervegg i bolighus. Utvikling av krav til U-verdi og isolasjonstykkelse ved ulike forskriftskrav og standarder.

Egenskap	NS 3700 /Passivhusstandarden W/(m ² K)			TEK10 W/(m ² K)
	Passivhus	Lavenergihus		
		Klasse 1	Klasse 2	
U-verdi yttervegg	≤ 0,15	≤ 0,18	≤ 0,22	≤ 0,18
U-verdi tak	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,18	≤ 0,13
U-verdi gulv	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,18	≤ 0,15
U-verdi vindu	≤ 0,80	≤ 1,2	≤ 1,6	≤ 1,2
U-verdi dør	≤ 0,80	≤ 1,2	≤ 1,6	≤ 1,2
Normalisert kuldebroverdi	≤ 0,03	≤ 0,04	-	≤ 0,03

Tabell 2. Sammenligning av U-verdikravene gitt i NS 3700 og i TEK10.

Utviklingen fra krav i TEK til passivhus er vist i Tabell 1.

Passivhusnivå er ment å uttrykke et energinivå som kan oppnås på ulike måter og gjennom ulike bygningskonsepter. Det er viktig å ikke bare ha fokus på beregnet forbruk, men også brukeradferd, teknisk utstyr, energiledelse m.m. som slår ut på byggets virkelige energiforbruk.

I Tabell 2 er U-verdikravene i NS 3700 og TEK10 vist.

Ytterveggløsninger

Frem til i dag har det vært vanlig å bygge ytterveggen ved hjelp av bindingsverk i heltre. Med fremtidens strengere krav til energibruk blir en naturlig konsekvens at veggene bygges tykkere for å få plass til mer isolasjon. Bygg som skal tilfredsstillere passivhuskrav vil ha en veggtykkelse på 350-400 mm, avhengig av ønsket U-verdi og type isolasjon. Det betyr at vi ikke lenger har det råstoffet som er nødvendig for å produsere gjennomgående stendere til bindingsverk av heltre. I Treteknisk rapport

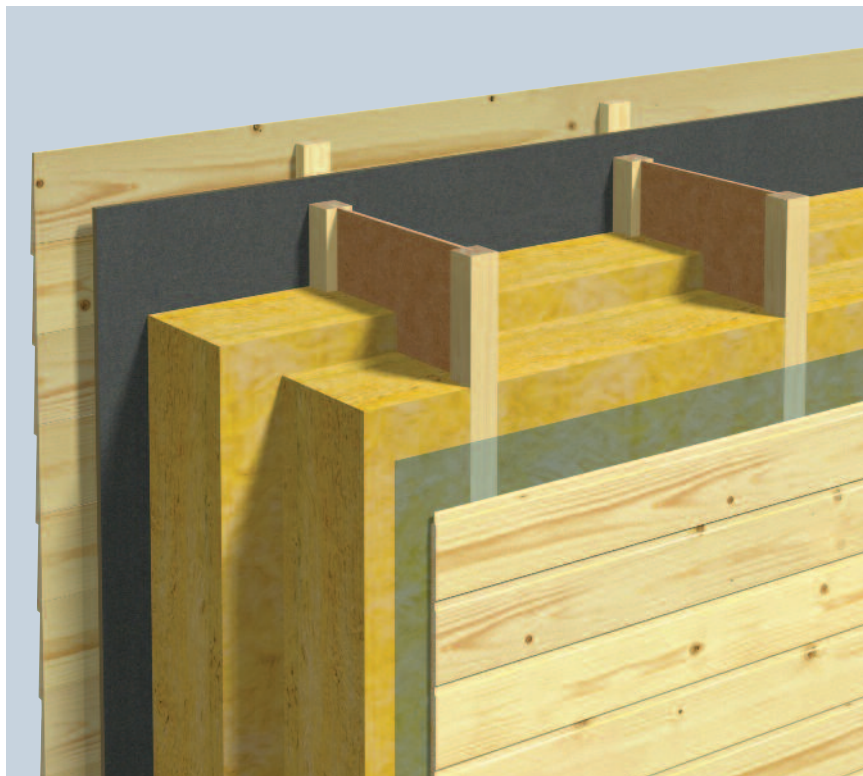
nr. 77 ble det konkludert med at råstoffmangel kan inntreffe allerede ved 250 mm brede stendere. Det er selvsagt mulig å foreta utlekting på utvendig og/eller innvendig side, men

dette er både material- og arbeidskrevende.

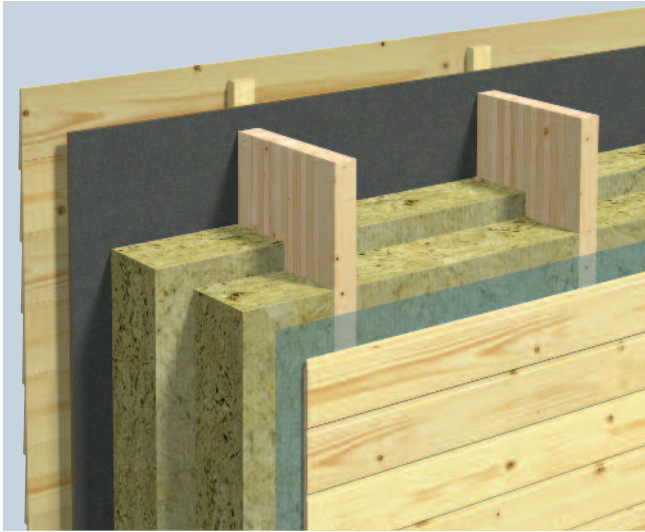
For å kunne bygge veggløsninger med tykkelser opp mot 400 mm, er det derfor i prinsippet kun to hovedalternativer som gjenstår; gjennomgående ytterveggløsninger (som ikke benytter heltre) og todeltede løsninger.

Gjennomgående ytterveggløsninger

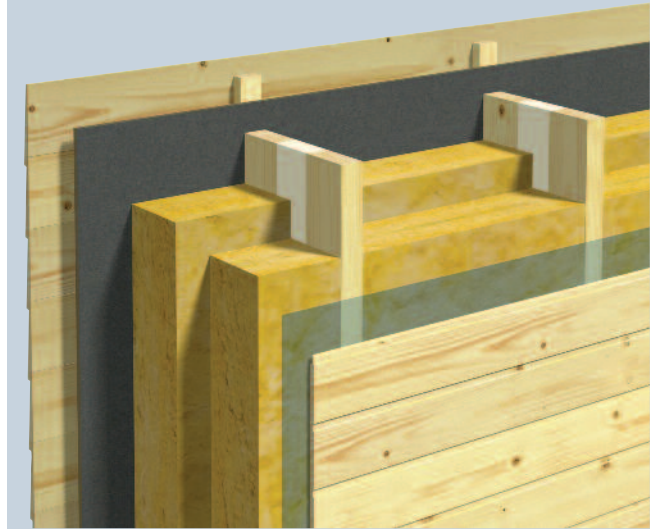
Med gjennomgående ytterveggsløsning menes det prinsipløsning der stender er gjennomgående i isolasjonssjiktet. Dette er samme prinsippet som i en tradisjonelt oppbygget bindingsverkvegg med heltrestendere. For å oppnå tilstrekkelig isolasjonstykkelse på veggen er det nødvendig å benytte andre materialer enn heltre. Dette kan være: I-profiler, limtre, isolert stender eller stender satt sammen med spikerplater. Vegg kan også bygges med massivtre.



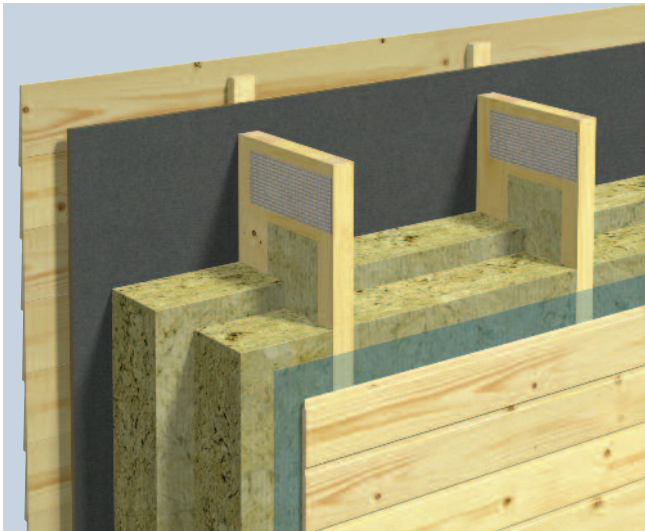
Figur 1. Oppbygging av vegg med gjennomgående stender i I-profil.



Figur 2. Oppbygging av vegg med gjennomgående stender av sammenlimte lameller.



Figur 3. Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert laminert stender.



Figur 4. Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert stender med spikerplate.



Figur 5. Massivtreelement med utenpåliggende trykkfast isolasjon.

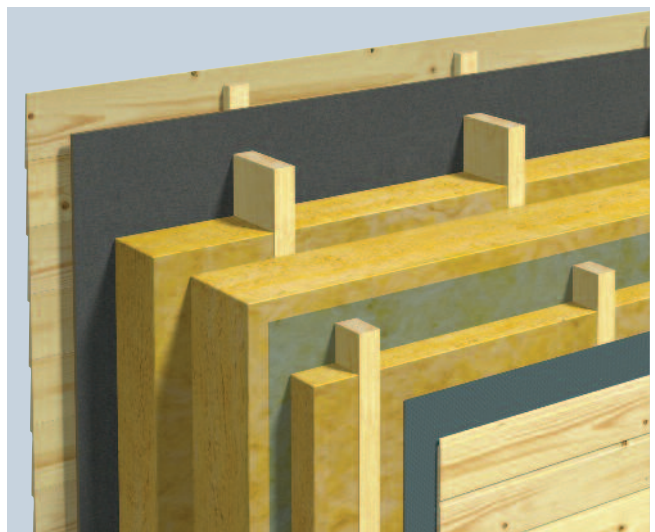
Todelte ytterveggsløsninger

Todelt ytterveggsløsning er yttervegg bygget opp med to adskilte bindingsverkvegger. Veggene kan bygges opp i heltre med standard dimensjoner. Veggene isoleres, i tillegg er det hulrom mellom veggene som også isoleres.

Prinsipp for todelte ytterveggsløsning med bindingsverk er vist på figur 6.

Ved prosjektering av todelte ytterveggsløsning må det vurderes og velges hvilke av bindingsverkveggene som skal være bærende, dette kan utføres på tre måter.

1. Utvendig bæring. Innerveggene betraktes som ordinære ikke-bærende innervegger.



Figur 6. Dobbelt bindingsverk. Todelte bærende heltrestender.

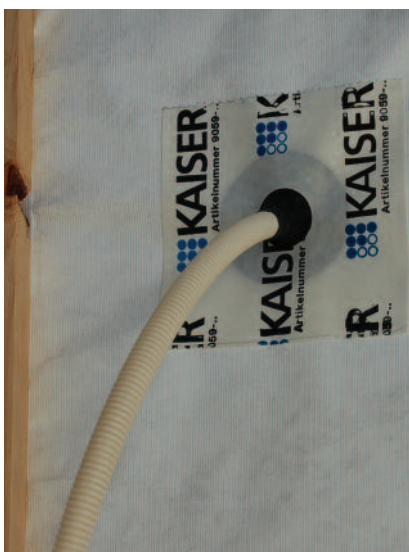
2. Kombinerer bæringen slik at innervæggen bærer etasjeskiller, mens ytterveggen bærer tak, snølast, vindlast og påført egenlast.

3. Innvendig bæring. Det betyr at innervæggen i utgangspunktet tar alle vertikale laster, mens ytterveggen tar vindlasten.

Valg av utførelse av fundamenter er avhengig av vegg-løsningen. Ved todelt vegg-løsning med utvendig bæring må den ytterste veggen ha understøttelse av fundament. Den innerste veggen blir å betrakte som en lettvegg. Ved kombinert bæring der både ytre og indre vegg er lastoverførende må begge ha understøttelse av fundament. Ved todelt vegg-løsning med innvendig bæring må den innerste veggen understøttes med fundament, den ytterste må også understøttes for overføring av egenlast til grunnen.

Bæreevne til de ulike ytterveggsløsningene

Ulike bærende stendere i yttervegg må oppfylle krav til bæreevne etter NS-EN 1995-1-1. De ulike veggstenderne kontrolleres i bruddgrensetilstand.



Eksempel på tetting av rørgjennomføring.



Eksempel på tetting rundt vindu.

Oppbygging	Knekkklengde		
	2,4 m	2,7 m	3,0 m
I-profil 45 x 300	141,6 kN	137,4 kN	132,9 kN
Sammenlimte lameller 45 x 400	215,4 kN	209,6 kN	203,4 kN
Isolert stender 47 x 300	169,0 kN	154,0 kN	138,0 kN
Sammensatt stender 45 x 295	54,5 kN	51,5 kN	48,2 kN
Massivtre 1000 x 100 (krysslimt)	109,0 kN/m	108,9 kN/m	108,9 kN/m

Tabell 3. Dimensjonerende kapasitet til gjennomgående stender, utsatt for en kombinasjon av vindlast og trykkbelastning.

Stendere må oppfylle følgende krav:

- Stabilitet/utkneking for enten rent trykk eller kombinasjon trykk og bøyning.
- Svilletrykk i overgang mellom stendere og svill.

Knekkklengde på stenderne settes lik etasjehøyde. Det er lagt til grunn etasjehøyder på 2,4 m, 2,7 m og 3,0 m.

Det er forutsatt et karakteristisk hastighetstrykk lik 1,75 kN/m² for vindlast. Formfaktor for innvendig overtrykk er satt lik 1,2 og innvendig sug er satt lik 0,3. Dette gir en total formfaktor lik 1,5. Lastfaktor for vind er satt lik 1,5. Det er forutsatt k_{mod} lik 0,9 ved kombinasjon av lastvarighet-er (snø, nyttelast, egenlast) og m er satt lik 1,25.

Dette representerer en vindlast som skulle dekke de fleste steder i Norge.

I tabell 3 vises dimensjonerende kapasitet for en gjennomgående stender utsatt for kombinasjon av vindlast og trykkbelastning.

I tabell 4 vises dimensjonerende kapasitet for en todelt vegg med utvendig bæring. Ytterste stender er utsatt for kombinasjon av vindlast og trykkbelastning. Det forsettes at den utvendige

Heltre	Knekkklengde		
	2,4 m	2,7 m	3,0 m
36x147	38,0 kN	28,6 kN	20,2 kN

Tabell 4. Dimensjonerende trykkkapasitet til todelt stender med utvendig bæring, utsatt for en kombinasjon av vindlast og trykkbelastning.

stenderen bærer alle vertikale laster (snølast, etasjeskille og vegger fra ovenforliggende etasje) samt at den tar opp horisontal vindlast på vegg. Det forutsettes at utvendige stendere av heltre består av fasthetsklasse C24.

U-verdi til de ulike yttervegløsninger

I Tabell 5 er U-verdi for gjennomgående- og todelt yttervegløsninger.

Detaljer

Ved bygging etter passivhusstandarden er detaljer veldig viktige. For å oppnå krav til tetthet er det viktig at alle gjennomføringer av rør og kabler etc. blir utført uten å punktere vind og diffusjonssperre. Dette kan gjøres ved å benytte spesielle gjennomføringsmansjetter. Det er også viktig at det bygges tørt da det er vanskeligere å tørke ut en tykkere vegg. Bygging under telt bør vurderes i hvert prosjekt.

Detaljer er vist i Treteknisk rapport nr. 84, ENTRÉ – Energieffektive Trekonstruksjoner,

Delrapport 2 – Yttervegger i tre som kan tilfredsstillende passivhuskrav. Her er det vist tabeller, figurer og tegninger over ulike løsninger.

Veggløsning	Tykkelse veggløsning (isolasjonsfelt) mm	U-verdi W/(m ² K)
I-profil	400	0,10
Limtre	300	0,14
Isolert stender	300	0,13
Isolert stender med spikerplate	295	0,13
Massivtre	350	0,15
Todelt vegg (utvendig bæring)	421	0,10
Todelt vegg (kombinert bæring)	396	0,10
Todelt vegg (innvendig bæring)	396	0,10

Tabell 5. Sammenstilling av alle veggløsningene med tykkelse på isolasjonsfelt og tilhørende U-verdi.

Se www.treteknisk.no

- Publikasjoner
- Rapport - 84
- ENTRÉ: detaljtegninger



Oppbygging av dobbelt bindingsverk med inntrukket dampspærre.

Forfatter	Sigurd Eide
Finansiering	Trefokus AS og Treteknisk
Foto	Sigurd Eide

TreFokus 

TreFokus AS • Wood Focus Norway
Postboks 13 Blindern, 0313 Oslo
Telefaks 22 46 55 23
trefokus@trefokus.no
www.trefokus.no

Treteknisk 

Forskningsveien 3 B,
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo
Telefon 98 85 33 33
Telefaks 22 60 42 91
firmapost@treteknisk.no
www.treteknisk.no