

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet redegjør for en forenklet miljøvurderingsmetode som kan benyttes til å vurdere om nye tømmerhus tilfredsstiller energi- og miljøkravene i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Metoden er i henhold til melding fra Statens bygningstekniske etat [524].

02 Bakgrunn

Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven stiller strenge krav til bygningers varmebehov. Nye byggverk må utføres med betraktelig bedre varmeisolerings enn tidligere, se Byggdetaljer 471.018 – 471.020. Mange laftehus tilfredsstiller ikke energikravene, men kan likevel ha miljøkvaliteter som kompenserer for et stort energi-behov, vurdert ut fra et sett med miljøparametre og tilhørende poengskalaer. Ut fra et helhetlig miljøperspektiv kan det følgelig være grunn til å godkjenne slike hus.

03 Henvisninger

Teknisk forskrift (TEK) til plan- og bygningsloven (pbl) med veiledning

Norsk Standard:

NS 3031 Varmeisolerings. Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon

NS-EN ISO 6946 Bygningskomponenter og -elementer. Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient. Beregningsmetode

NS 3940 Areal- og volumberegning av bygninger
 Planløsning:

321.010 Byggeskikk. Definisjoner og virkemidler

321.011 Vurdering av byggeskikk med byggeskikksirkelen

Byggdetaljer:

471.012 U-verdier. Vegger over terreng. Del I og II

471.018 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Krav til hver enkelt bygningsdel

471.019 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Varmetapsrammer

471.020 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energirammer

515.455 Infiltrasjon og varmegjenvinning av grått avløpsvann fra bolig- og fritidshus

523.291 Laftede vegger

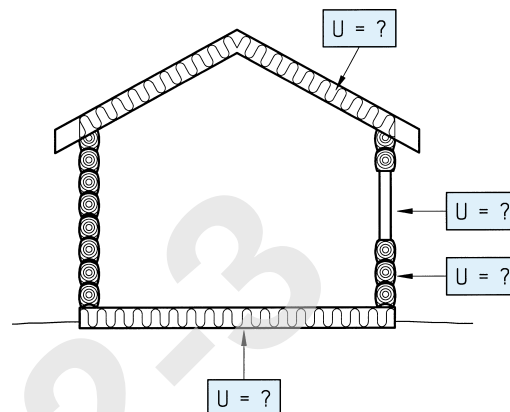
552.340 Varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg

Byggforvaltning:

700.302 Vedlikehold – grunnlag

700.312 Vedlikehold av småhus

723.304 Eldre yttervegger. Laftvegger. Metoder og materialer



1 Energibehov i tømmerhus

11 Vurdering

Teoretisk beregnet energibehov til oppvarming og ventilasjon av tømmerhus kan være mellom 10 og 50 % større enn tillatt maksimal energiramme. Overskridelsen avhenger særlig av forholdet mellom uisolerte veggarealer, isolerte tak- og golvarealer og eventuelle isolerte veggarealer. Stort veggareal i forhold til tak- og golvareal gir betydelig økning i energibehovet. Selve isoleringen av taket, golvet og vinduene, samt husets tetthet, har også klar innvirkning på energibehovet i forhold til tillatt ramme.

12 U-verdier

U-verdien til ytterveggene avhenger av tykkelsen, men også formen på tømmeret, se fig. 12 og tabell 12.

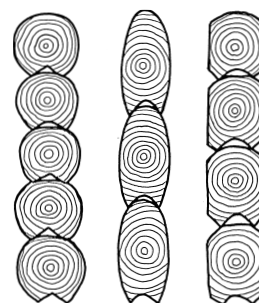


Fig. 12
 Laftet yttervegg uten isolasjon og kledning

Tabell 12
Beregnete U-verdier, W/(m²K), for uisolerte laftede yttervegger

Tømmer med ovalt eller rektangulært tverrsnitt		Rundtømmer	
Tykkelse på laftestokk mm	U-verdier W/(m²K)	Tykkelse på laftestokk mm	U-verdier W/(m²K)
70	1,55	130	1,00
95	1,20	170	0,80
145	0,85	230	0,65
200	0,65	300	0,50
250	0,55		
300	0,45		

Isolerte laftede yttervegger får betydelig lavere U-verdier, se Byggetaljer 471.012, og hus med isolerte, laftede yttervegger kan tilfredsstille varmetapsrammen på tilsvarende måte som bindingsverkshus, se Byggetaljer 471.018 – 471.020.

13 Tetthet

En tømmerveggskonstruksjon uten vindsperre kan vanskelig bli så tett som en tradisjonell bindingsverksvegg med vind- og dampspærre. Tettheten henger nøye sammen med omhyggelig arbeidsutførelse, både av veggkonstruksjonene (medfarene) og sammenbyggingen av de ulike konstruksjonsdelene.

14 Livsløpsanalyse

Alle faser i livsløpet til en bygning skal inkluderes i en livsløpsanalyse. Energibruken under produksjon og vedlikehold av et tømmerhus er normalt noe lavere enn for et like stort typisk bindingsverkshus. Dette kan være med på å oppveie større energibruk i driftsfasen, men har i praksis liten betydning fordi energibruken i driftsfasen dominerer den totale energibruken gjennom livsløpet til en bygning (ca. 95 % av total energibruk). Livsløpsanalysen bør også omfatte andre miljøbelastninger enn energibruken. Siden driftsfasen er dominerende i en livsløpsanalyse, er det viktig at forutsetningene for de antatte miljøbelastningene i denne fasen er riktige, f.eks. type oppvarmingssystem, energikilde og tilhørende utslipp.

22 Metode

Nedenfor skisseres en femtrinns framgangsmåte for å vurdere om tømmerhus kan godkjennes, selv om de ikke tilfredsstiller forskriftens energikrav ved bruk av varmetapsrammer eller energirammer:

1. Varmetapsrammen til tømmerhuset, E_R (W/K), beregnes i henhold til TEK med veiledning. Se også Byggetaljer 471.018 og 471.019.
2. Virkelig varmetap, E_V (W/K), beregnes, se Byggetaljer 471.019.
3. En energiindeks, E_i , for tømmerhuset beregnes som forholdet mellom virkelig varmetap, E_V , og varmetapsrammen, E_R :

$$E_i = \frac{E_V}{E_R}$$
4. Basert på beregnet energiindeks, E_i , for tømmerhuset, fastsettes nødvendig antall miljøpoeng som huset må ha for å kunne godkjennes. Nødvendig antall miljøpoeng ut fra energiindeksen er gitt i tabell 22.
5. Antall miljøpoeng for tømmerhuset fastsettes etter tabell 31 og pkt. 32 – 35. Huset godkjennes dersom antall tildelte miljøpoeng er lik eller større enn nødvendig antall miljøpoeng fastsatt i trinn 4.

Tabell 22
Nødvendig antall miljøpoeng avhengig av energiindeks, E_i .

Energiindeks	Nødvendig antall miljøpoeng
$E_i \leq 1,0$	0
$1,0 < E_i \leq 1,1$	1 – 10
$1,1 < E_i \leq 1,2$	11 – 20
$1,2 < E_i \leq 1,3$	21 – 30

Miljøpoengene er skalert slik at ett miljøpoeng kan kompensere for 1 % overskridelse av energirammen. Følgelig må et tømmerhus med beregnet energiindeks 1,3, tilsvarende 30 % overskridelse av rammen, oppnå 30 miljøpoeng for å tilfredsstille energikravene. Mer enn 30 % overskridelse er ikke tillatt.

U-verdiene for tak, golv og vinduer/dører kan ikke overskride grenseverdiene i TEK, som også er grunnlag for bestemmelse av varmetapsrammen, se henholdsvis Byggetaljer 471.018 og 471.019.

2 Beregningsmetode

21 Prinsipp

Metoden er basert på at utvalgte miljøkvaliteter ved tømmerhus skal kunne kompensere for et høyere varmetap enn gitt gjennom forskriftens krav til varmeisolasjon. Framgangsmåten kan kun benyttes for tømmerhus. Metoden er uavhengig av klimaet på stedet.

Med tømmerhus mener vi her bygninger hvor ytterkonstruksjonen består av laftet tømmer eller stav, uten noen form for kledning, verken utvendig eller innvendig, med mulig unntak av isolering og kledning i våtrom og ev. kjøkken.

3 Miljøparametre og -poeng

31 Oversikt over miljøpoeng

Miljøparametrene er delt opp i områdene energi, ressurser og ytre miljø. I tillegg kan god byggeskikk tildeles miljøpoeng. Miljøparametrene med tilhørende maksimale miljøpoeng er gitt i tabell 31, og nærmere omtalt i pkt. 32, 33, 34 og 35.

Miljøparametrene med tilhørende miljøpoeng er satt med bakgrunn i dagens nasjonale miljømål. Ny viten og teknologi kan medføre at parametrene og/eller miljøpoengene endres.

Tabell 31
Miljøparametre og miljøpoeng

Miljøparametre	Vurderingsfaktorer	Maks. miljøpoeng
God byggeskikk		6
Energi Energikilder Energibruk	Fornybare energikilder Energifleksibilitet Arealeffektivitet Energieffektivitet	6/10 6 10 3
Ressurser Materialvalg Ressursbruk	Gjenbruk, gjenvinning Fleksible bygningstekniske løsninger Miljømerker og miljødeklarasjoner Vedlikeholdsplan	6/10 6 6 1
Ytre miljø	Avfall fra byggeprosessen Avløpsforhold	3 3

32 God byggeskikk

Byggeskikk kan beskrive byggemåten (f.eks. lafting), bygningstypen (f.eks. stabbur, sveitserhus) og stedstilpasing.

Tømmerhus har lange tradisjoner i Norge, men for at huset skal få 6 poeng må husets plassering og utforming være tilpasset omgivelsene. Dette kan medføre at et tømmerhus ikke tildeles miljøpoeng hvis det ikke passer inn i forhold til andre bygninger i nærheten. Det samme gjelder dersom huset plasseres i et klima som etter all sannsynlighet vil medføre skader etter forholdsvis kort tid.

33 Energi

- 331 *Fornybare energikilder.* Ut fra nasjonale mål ønsker man større satsing på andre energiformer enn de tradisjonelle til oppvarming. Mer bruk av fornybare energikilder vil redusere etterspørselen etter elektrisitet og fossilt brensel. Norge kan dermed bli selvforsynt med elektrisitet, og luftforurensningen fra fossilt brensel kan bli redusert. En oversikt over fornybare energikilder er gitt i tabell 331.

Tabell 331
Oversikt over noen fornybare energikilder

Energikilder	Kommentarer
Vindkraft	Vindenergi omgjøres til elektrisitet.
Bioenergi	Bioenergi i form av ved, pellets, briketter, for- edlet biobrensel o.l. er godt egnet til sentral romoppvarming og varmtvannsoppvarming.
Varmepumpe	Typiske varmekilder er sjøvann, jord- og berg- varme, grunnvann, avtrekksluft og prosess- varme. Varmepumpe er meget godt egnet til romoppvarming og varmtvannsoppvarming.
Solenergi	Solenergi er best egnet til varmtvannsoppvar- ming og noe romoppvarming. Kan også gene- res til elektrisk energi (solceller).
Geotermisk energi	Geotermisk energi egner seg kun til oppvar- mingsformål og i praksis til større bygnings- komplekser eller til fjernvarmeanlegg.

Dersom man benytter en av energikildene som nevnt i tabell 331 til hovedoppvarming av bygningen, kan det tildeles opptil 10 miljøpoeng. Dersom bygningen har en kombinasjon av vedovn og elektrisk oppvarming vil man oppnå 6 miljøpoeng.

- 332 *Energifleksibilitet.* Installasjoner for vann- eller luftbå- ren varme kan tilrettelegges for energifleksibilitet ved å benytte flere former for fornybar energi som bio-, vind- og solenergi, samt varmepumper for å varme opp vann eller luft. Et varmesystem anses som energifleksibelt når:
- installasjonen er tilrettelagt for minst to ulike energi- kilder
 - installasjonen er tilrettelagt slik at den til enhver tid er driftsklar
 - skifte av energikilde skjer enkelt og gjerne automatisk
- For å oppnå 6 miljøpoeng må de tre ovennevnte punk- tene være tilfredsstillt. Dersom anlegget ligger til rette for minst to fornybare energikilder, men kun vil kobles til én fornybar energikilde i starten, kan det gis opptil 4 miljøpoeng.

- 333 *Arealeffektivitet.* En stor del av den nasjonale økning- en av energi til oppvarming skyldes økt boligareal, både i antall boliger og i økt boligareal per innbygger. Mindre boliger premieres derfor i denne metoden. Et hus med Husbankstørrelse på 120 m² kan få 6 miljøpoeng. To- talt areal i forhold til antall soverom kan også være en måte å tilnærme seg en forenklet kvantifisering av arealeffektivitet på. Et forhold mellom totalt netto golv- areal og antall soverom på mindre enn 40 m² bør kva- lifisere til 6 poeng, mens mer enn 60 m² ikke kvalifiser- er til noen poeng. Større arealeffektivitet gir flere miljø- poeng, maksimalt 10 poeng.

- 334 *Energieffektivitet* kan omfatte flere forhold. Rasjonell planløsning med et minimum av dødareal bidrar til ef- fektive løsninger, mindre areal- og energibruk, og la- vere bygge- og vedlikeholdskostnader. Rom og funk- sjoner bør plasseres på en slik måte at sonedeling i forhold til ulike romtemperaturer er mulig. Kalde rom (for eksempel soverom) bør ligge mot nord, mens stue og andre hovedrom bør ligge mot sør.

Ventilasjonsløsningen har også betydelig innflytelse på energibruken i boligen. Bevisst planlegging av me- kaniske ventilasjonssystemer kan redusere energibruk til viftedrift. Ventilasjonssystemer som krever minimal energibruk, uttrykt ved SFP-faktor mindre enn 1,5, kan tildeles miljøpoeng. Videre kan naturlig ventilasjon med hjelpevifte som aktiviseres når naturkreftene ikke strek- ker til, også tildeles miljøpoeng. For nærmere beskrivel- se av energieffektiv ventilasjon henvises det til [522] og [523].

Varmegjenvinningssystemer fra ulike installasjoner kan redusere energibehovet til oppvarming og varmtvann. Varmegjenvinningen kan være knyttet til ventilasjons- systemet eller sanitærinstallasjoner der varme fra grått avløpsvann utnyttes.

Hver av miljøkvalitetene rasjonell planlegging, ventila- sjonsløsning og varmegjenvinning kan gis 1 miljøpoeng.

34 Ressurser

- 341 *Gjenbruk/gjenvinning.* Man bør benytte konstruksjons- løsninger som legger til rette for ombruk eller resirku- lering av materialer. Dersom et eksisterende tømmer-

hus flyttes og settes opp igjen med de samme materia-
lene som tidligere, kan det tildeles 10 miljøpoeng. Helt
nye tømmerhus tildeles 6 miljøpoeng.

- 342 *Fleksible bygningstekniske løsninger.* Store mengder
ressurser går til ombygging og utvidelser av boliger. Bo-
liger som er enkle å bygge om og tilpasse endret bru-
kerbehov, kan være med på å redusere ressursbruken
i form av både materialer og energibruk. Bevisst plan-
legging av bærende konstruksjoner, våtsoner, trappe-
løp o.l. kan øke fleksibiliteten til en bolig med hensyn
til endret bruk eller inndeling.

Videre innebærer økt fleksibilitet at bygningsdelene og
installasjonene er tilrettelagt for vedlikehold, utskifting
og oppgradering uten at andre bygningsdeler må skiftes
ut.

Totalt kan fleksible byggetekniske løsninger gi 6 poeng.

- 343 *Miljømerker og miljødeklarasjoner.* En del produktgrup-
per er miljømerket etter en av de to offisielle miljømer-
keordningene EUs miljømerkeordning (EU-blomsten)
eller Nordisk Miljømerking (Svanen). Miljødeklarte pro-
dukter og materialer etter anerkjent metode kan også
tildeles miljøpoeng. I hvert tilfelle må det vurderes hvor
store mengder produkter som er miljømerket eller mil-
jødeklart, og miljøpoeng gis deretter. Bruk av miljø-
merkede eller miljødeklarte produkter kan gis opptil
6 miljøpoeng.

- 344 *Levetidsplanlegging og vedlikeholdsplan.* Bruk av pro-
dukter med lavt vedlikeholdsbehov kan fremme lavere
bruk av energi og ressurser. En levetidsvurdering vil gi
oversikt over totalkostnadene over byggets livsløp og
vil være med på å fremme bruk av kvalitetsmaterialer.
Samtidig får man systematisk oversikt over vedlikeholds-
behovet. Dersom det er utarbeidet en vedlikeholds-
plan, kan det tildeles 1 miljøpoeng. For nærmere beskre-
velse av vedlikeholdsplan, se Byggforvaltning 700.312.

35 Ytre miljø

- 351 *Avfall fra byggeprosessen, vedlikehold o.l.* Dersom en
avfallsplan kan dokumentere at 90 % av totalt volum
av avfallsproduktene skal ombrukes direkte eller gjen-
vinnes i form av nye produkter eller energi, kan det gis
3 miljøpoeng.

- 352 *Avløpsforhold.* Dersom ett av følgende tre tiltak brukes
i tilknytning til bygningen, gis det 3 miljøpoeng, uavhen-
gig av om flere av de nevnte tiltakene er gjennomført:

- Lett kommunalteknikk der all teknisk infrastruktur sam-
les i grunne fellesgrøfter reduserer inngrepet i terren-
get og forenkler vedlikeholdet og reparasjoner i vann-
og avløpsanlegg.
- Regnvann er et viktig ledd i naturens kretsløp og en
ressurs som bør utnyttes. Eksempler kan være å sam-
le vannet i tanker til vanning, toalettsskylling eller til
utendørs dam- og grøntanlegg. Man kan også unngå
tette flater, f.eks. asfalt, som forhindrer regnvannet i
å sige ned i jorda på en naturlig måte.
- Alternativ rensing av grått avløpsvann vil redusere
miljøbelastningen i form av mindre vann til de tradi-
sjonelle behandlingsanleggene. Grått avløpsvann kan
renses lokalt med renseteknikker som: jordinfiltrasjon,
mikrorenseanlegg, rotsoneanlegg

Infiltrasjon og varmegjenvinning av grått avløpsvann er
nærmere beskrevet i Byggdetaljer 515.455.

4 Eksempel

41 Beskrivelse

Et tømmerhus med 99 m² nettoareal og med én etasje
og kjeller, se fig. 41, skal vurderes i henhold til energi-
kravene i TEK. Huset tenkes plassert i landlige omgi-
velser i nærheten av et skogholt med lite bebyggelse i
nærheten.

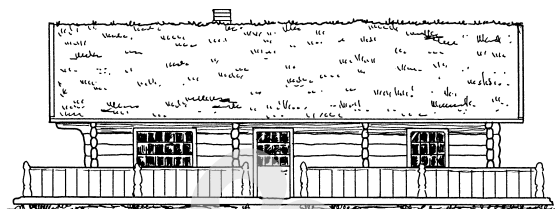


Fig. 41

Tømmerhus med en etasje og kjeller. Nettoareal 99 m²

42 Prosjekteringsforutsetninger

Kjelleren inneholder sekundære rom som man antar er
uoppvarmet det meste av tiden. Varmetapsberegninger
er derfor gjort uten virkningen av kjelleren.

De uisolerte, laftede ytterveggene kan ikke oppfylle for-
skriftskravet til U-verdi på 0,22 W/m²K i normalt opp-
varmede boliger. For å tilfredsstille varmetapsrammen
er det derfor nødvendig med mer isolering enn U-ver-
dikravene tilsier i de andre bygningsdelene. Eksempel-
huset har forbedret varmeisolasjon i tak, etasjeskiller
og vinduer, og vindusarealet er mindre enn 20 % av net-
to golvareal som varmetapsrammen beregnes ut fra. Fa-
sadearealer med tilhørende U-verdier er gitt i tabell 42.

Tabell 42

Fasadearealer med tilhørende U-verdier

	Areal m ²	U-verdi, virkelig W/(m ² K)	U-verdi, krav W/(m ² K)
Fasade, ekskl. vin- duer og dører	100,8	0,65	0,22
Vinduer	11	1,40	1,60
Dører	3,6	1,00	1,60
Tak	104	0,13	0,15
Golv mot uopp- varmet kjeller	104	0,25	0,30

43 Beregning av varmetapsrammen

Beregnet varmetap for tømmerhuset, se pkt. 22, er gitt
i tabell 43.

Tabell 43

Beregnet varmetap for tømmerhuset

Bygningsdeler	Varmetap, virkelig (E _v) W/K	Varmetap, krav (E _p) W/K
Yttervegger	65,5	21,0 ²⁾
Vinduer/dører	19,0	31,6 ¹⁾
Tak	13,5	15,6
Golv	26,0	31,2
Totalt varmetap	124,0	99,4

¹⁾ Varmetapet for vinduene gjelder for vindus- og dørareal tilsvaren-
de 20 % av netto golvareal

²⁾ Varmetapet for ytterveggene gjelder for fasadearealet minus 20 %
av netto golvareal

44 Beregning av energiindeks

$$E_i = \frac{E_V}{E_R} = \frac{124,0 \text{ W/K}}{99,4 \text{ W/K}} = 1,25$$

En energiindeks på 1,25 tilsvarer en overskridelse på 25 %. Det er derfor nødvendig å kompensere med 25 miljøpoeng.

45 Vurdering av miljøkvaliteter

Det aktuelle tømmerhuset har følgende miljøkvaliteter:

- Tradisjonsbasert byggeteknikk, se pkt. 32:
Tømmerhuset ligger i omgivelser og klima som passer til husets arkitektur og utførelse, og får 6 miljøpoeng.
- Gjenbruk, gjenvinning, se pkt. 341:
Ytterkonstruksjonen er basert på trevirke med mekaniske sammenføyninger slik at huset lett kan demonteres for direkte gjenbruk eller gjenvinning. Huset får 6 miljøpoeng.
- Fornybare energikilder, se pkt. 331:
Boligen har et varmepumpeanlegg, som gir 10 miljøpoeng.
- Energifleksibilitet, se pkt. 332:
Bygningens oppvarmingssystem har et vannbåret distribusjonsnett. Systemet kan ved framtidige endringer utnytte andre nye fornybare energikilder som f.eks. bio- eller fjernvarme. Systemet skal foreløpig ikke tilknyttes andre energikilder og får dermed 4 miljøpoeng.
- Arealeffektivitet, se pkt. 333:
Huset har tre soverom og et netto golvareal på 99 m², noe som gir 33 m² pr. soverom. Huset får 6 poeng for arealeffektivitet.

46 Konklusjon

De fire øverste strekpunktene i pkt. 45, byggeskikk, gjenbruk/gjenvinning, fornybar energikilde og energifleksibilitet, gir boligen 26 miljøpoeng. Energi- og miljøkravet i TEK er dermed tilfredsstilt, se pkt. 44.

Arealeffektiviteten gir også miljøpoeng, og total poengsum er dermed høyere enn det som er nødvendig for å tilfredsstille energi- og miljøkravet i TEK. Man ønsker at boligen skal ha så lavt energibehov som mulig. Derfor velger man å ikke tillate større varmetap igjennom tak, etasjeskiller eller vindu, selv om vurderingen av miljøpoeng tilsier at man kan det.

5 Referanser**51 Forfatter og redaksjon**

Bladet er skrevet av Trine Dyrstad Pettersen. Saksbehandler har vært Ingrid Aske. Redaksjonen ble avsluttet i desember 1999.

52 Litteratur

- 521 Avfallsplan for bygg- og anleggsavfall. Veileder. Grip senter og Norsas
- 522 Ventøk 7.3 Energieffektiv luftdistribusjon. Skarland Press A/S. 1997
- 523 Ventøk 7.4 Praktisk anvendelse av SFP. Skarland Press A/S. 1998
- 524 Temarettleiing tømmerhus. Melding fra Statens bygnings-tekniske etat. Under utgivelse, våren 2000.