

# Prosjektering av småhus

**Hefte 2 i et kurskompendium  
fra Lavenergiprogrammet**

**Heftene er utviklet av SINTEF Byggforsk**

Kompendium for Lavenergiprogrammet

Anders Kirkhus

## **Hefte 2: Prosjektering av småhus**

Emneord:

Energi, beregninger, bygninger, TEK

ISBN 978-82-536-1052-8 (kpl.)

ISBN 978-82-536-1055-9 (Hefte 2, trykt)

ISBN 978-82-536-1061-0 (Hefte 2, pdf)

2 000 eks. trykt av 07-gruppen

Innmat: 130 g Galerie One

Omslag: 250 g Galerie Art Silk

© Copyright SINTEF Byggforsk 2009

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF Byggforsk er enhver eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighets-  
havere til åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

## Hva er dette heftet, og hvordan bruker du det?



© SINTEF Byggforsk

Dette heftet forteller kortfattet om sammenhengen mellom energibehov og arkitektonisk utforming av nye småhus. Heftet presenterer de viktigste grepene for å redusere energibehovet.

Heftet er del av en serie. Serien er kompendium til kurs fra Lavenergiprogrammet. Illustrasjonene er utgangspunktet for overheadene, og teksten gir de vesentligste opplysningene til hver illustrasjon. Teksten i marginen gir utfyllende opplysninger.

Målet er å gi *alle* i byggenæringen en oversikt over de viktigste grepene for å redusere energibehovet til nye bygninger. Skal man planlegge for å oppnå et helt bestemt energibehov, trengs det mer detaljert kunnskap enn dette heftet gir.

Heftet kan lastes ned som pdf fra [www.lavenergiprogrammet.no](http://www.lavenergiprogrammet.no). For å kjøpe trykt hefte til selvkost, kontakt SINTEF Byggforsk på telefon 22 96 55 55 eller e-post [salg.byggforsk@sintef.no](mailto:salg.byggforsk@sintef.no)

Mer stoff om lavenergi kan du bl.a. finne hos Enova på [www.enova.no](http://www.enova.no) eller i Byggforskserien på <http://bks.byggforsk.no>.

Nytt fra forskningsfronten fins på [www.sintef.no/byggforsk/bygninger/energi](http://www.sintef.no/byggforsk/bygninger/energi).

# Hva er Lavenergiprogrammet?

Byggenæringens  
Landsforening



arkitektbedriftene



lavenergi  
programmet.



© SINTEF Byggforsk

Lavenergiprogrammet  
Middelthunsgate 27  
Pb. 7187 Majorstuen  
0307 Oslo

Tel: 23 08 75 00  
Fax: 23 08 52 29

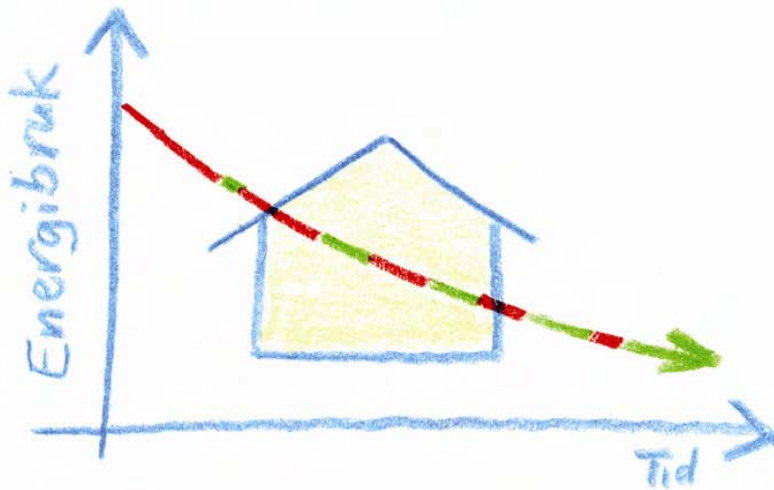
[www.lavenergiprogrammet.no](http://www.lavenergiprogrammet.no)

Klimaendringene er en stor samfunnsmessig utfordring. I henhold til FNs klimapanel må utslippene reduseres med 50 til 80 % for å unngå farlige klimaendringer. Et viktig bidrag er å redusere energibruken i bygninger, bruke fornybar energi og bruke riktig energi til riktig formål.

Lavenergiprogrammet er et samarbeid mellom byggenæringen og staten for å få til energieffektivisering og energiomlegging i bygninger.

Deltakere i programmet er Byggenæringens Landsforening, Arkitektbedriftene, Enova, Husbanken, Statens bygningstekniske etat, Norges vassdrags- og energidirektorat og Statsbygg.

## Hva vil Lavenergiprogrammet?



© SINTEF Byggforsk

40 % av energibruken i Norge er i bygninger. Det er et stort potensial for å redusere denne energibruken. Ved å redusere energibruken i bygninger, kan ren energi fra vannkraft som ofte brukes til oppvarming, benyttes til å erstatte forurensende energikilder andre steder. Ved å prosjektere og bygge energieffektive, gode og trygge bygninger bidrar du til å løse klimautfordringene vi står overfor.

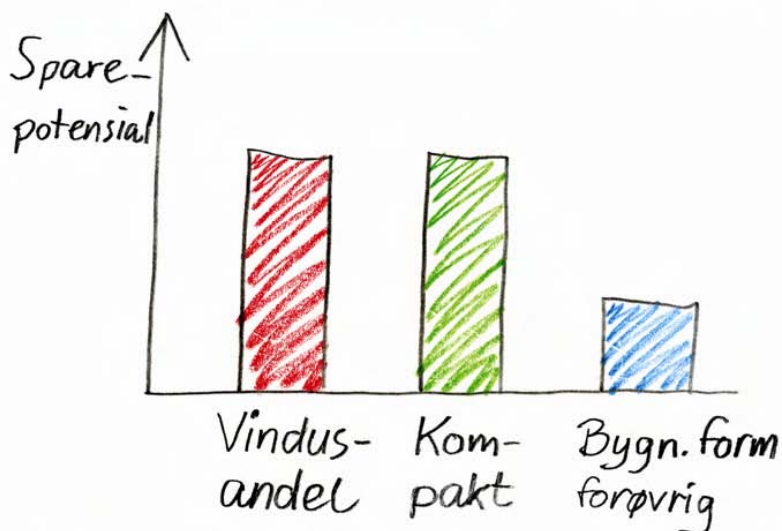
Lavenergiprogrammet jobber med å øke kunnskapen om energieffektivisering og miljøvennlig energiomlegging i bygg- og anleggsnæringen. Programmet bidrar også til etablering av forbildeprosjekter innen lavenergi- og passivhus.

Den reelle energibruken avhenger av hvordan folk bruker bygningene.

Byggenæringen kan ikke styre hvordan brukerne av bygningene oppfører seg. Men vi kan og skal gi brukerne *muligheten* til å bruke lite energi ved å produsere bygninger med lavt energibehov.

## INNLEDNING

# Hva monner mest?



© SINTEF Byggforsk

Beboernes vaner har stor innflytelse på hvor mye energi en bygning faktisk bruker.

Den delen av energi-bruken som byggenæringen har størst mulighet til å påvirke, er bygningens oppvarmingsbehov.

I standardbygningen som kravene i TEK er basert på, antar man at oppvarmingsbehovet står for 51 av totalt 136 kWh/m<sup>2</sup> per år, dvs. ca. 40 %.

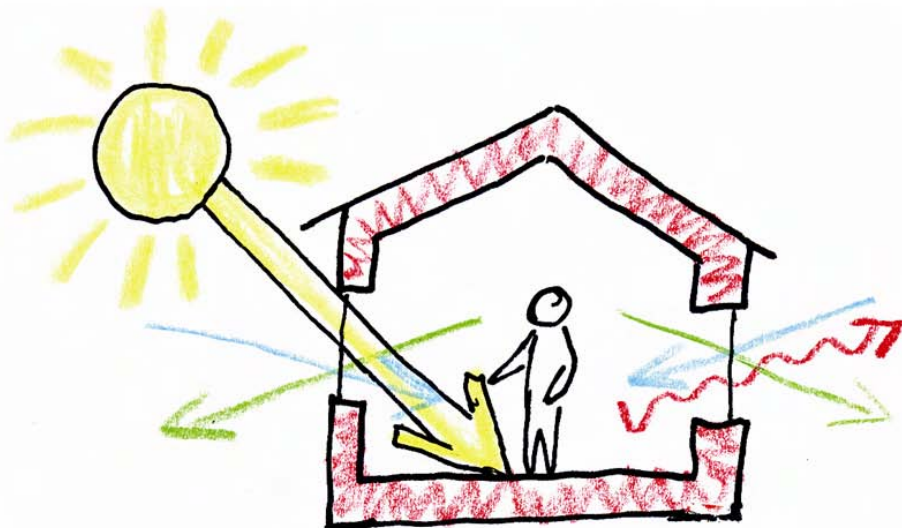
Ved utforming av småhus, er det først og fremst to forhold som påvirker energibehovet:

- Hvor stor er dør- og vindusandelen
- Hvor kompakt er bygningen

At bygningsformen er enkel, har også en viss betydning. En enkel bygningsform er ikke energisparende i seg selv, men gjør det lettere å oppnå god lufttetthet og å unngå kuldebroer.

Omgivelsene bygningen skal plasseres i, har også en del å si. Både klimaet og kontakten med resten av samfunnet (f.eks. transportavstander) er viktig for energibehovet. Dette blir i stor grad bestemt i arealplanleggingen, men også plasseringen i terrenget har betydning.

## VINDUSANDEL Vinduenes funksjon



© SINTEF Byggforsk

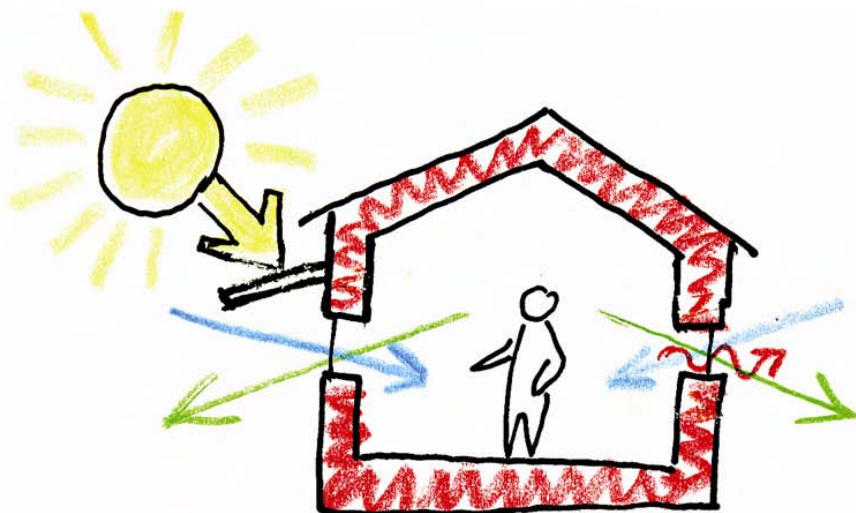
Boligbygninger skal gi brukerne dagslys fra himmelen og utsyn, gjerne til det grønne. Bygningen må derfor ha en viss andel vinduer.

Energimessig er imidlertid vinduer problematiske. De slipper ut vesentlig mer varme per kvadratmeter enn noen annen bygningsdel. Kanskje så mye som halvparten av det totale varmetapet fra en bolig skjer gjennom vinduene.

Vinduene slipper også inn mengder av solenergi som er uønsket i sommerhalvåret.



## VINDUSANDEL Hovedprinsipp



© SINTEF Byggeforsk

Beboeren kan sanse om vinduene isolerer godt:

Opplevd temperatur består både av lufttemperaturen og omgivelsenes strålingstemperatur. Dårlig isolerte vinduer «stråler kulde» mot deg. Det gjør ikke godt isolerte vinduer.

Godt isolerte vinduer kan få utvendig kondens om natta, fordi den utvendige overflaten er så kald. Den kunnskapsrike vet at dette er et tegn på god kvalitet!

Det er god energiøkonomi å redusere vindusarealet til det strengt nødvendige og å hindre sommersola i å komme inn. Dessuten bør man velge vinduer som isolerer godt (har lav U-verdi).

Men varmen fra vår- og høstsola vil vi gjerne ha. Og når sola ikke skinner inn i rommet, vil vi gjerne ha dagslys og utsyn både til omgivelsene og til himmelen.

Solskjerming som brukeren selv kan regulere, er derfor en stor fordel. Dette kan være markiser, utvendige persienner, ekte skodder eller liknende.



## VINDUSANDEL Vinduer mot åpen himmel



Dersom et rom har vinduer som vender i en retning hvor horisonten er uten avskjerming, kan man oppfylle kravet til dagslys (2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor) med et glassareal som er bare 7 % av golvarealet. I småhusvinduer som kan åpnes, er vindusarealet 30–40 % større enn glassarealet, og i energiberegningen er det vindusarealet vi regner med. Vindusandelen må derfor være 10 %.

Hvis halvparten av himmelen er skjult, f.eks. av bygninger, skog eller fjell (horisonten er avskjernet opp til 45 grader), må man doble glassarealet til 14 %.

Varmetapet fra vinduet er omtrent det samme, uavhengig av hvor mye horisonten er skjernet.

Dører slipper ut like mye varme som vinduer. Sett derfor inn glass i dørene, så får du nytte av varmetapet også i form av dagslys og utsyn.

Takvinduer slipper inn mer dagslys enn veggvinduer av samme størrelse, fordi vinduet «ser» mer av himmelen. Men takvinduer stråler også ut mer varme om natta, gir lite utsyn og er byggeteknisk mer utfordrende.

## VINDUSANDEL

# Vindusretning i praksis



© SINTEF Byggeforsk

Småhustomter på mindre enn ett dekar bør være smale og dype. Da blir utearealet samlet på den ene siden av huset, og man unngår en smal ubrukelig tomtestripe rundt huset. Det gjør utearealene mye mer brukbare.

Brannkravene løses ved at én eller begge vegger mot naboene er uten vinduer.

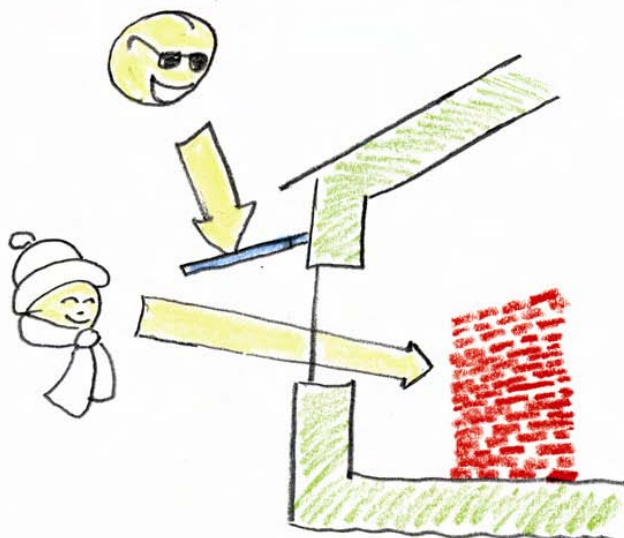
Er det trangt, bør området og hver enkelt bygning planlegges med vinduer mot veien og baksiden hvor det er mest lys, og ha tette vegger mot naboene.

Dette er lettere å få til hvis tomtene er dype og smale og bebyggelsen er samlet i en rad langs veien. I tillegg gir det vesentlig bedre kvalitet på boligens utearealer. På små tomter kan man altså hensynet til lavt energibehov og hensynet til god boligkvalitet gå hånd i hånd.

Dette konkrete rådet gjelder frittliggende småhus. Energimessig sett ville det være mye bedre å bygge rekkehus eller boligblokker, men uansett bebyggelsesform, er det viktig at de energislukkende vinduene plasseres der hvor man har mest glede av dem.

## VINDUSANDEL

# Vinduer og termisk masse



© SINTEF Byggforsk

Hvis sola får skinne direkte på tunge materialer som betong og tegl, suger materialene varmen til seg om dagen og gir den fra seg igjen om kvelden og natta.

Denne effekten reduserer faren for overoppheting på varme sommerdager. Men fra et energisynspunkt er det våren og høsten som er viktigst: Da er dagene varme, men man har behov for oppvarming om kvelden.

Soloppvarming av termisk masse er lettest å utnytte for vinduer som vender mot sør. Gjennom et vindu mot vest eller nordvest kommer det først og fremst varmende lav kveldssol sommerstid – når vi ofte ønsker å sove i et svalt rom. Det er derfor viktig med regulerbar avskjerming på slike vinduer.

Termisk masse er en betegnelse på materialer som trenger mye energi for å endre temperatur (har stor varmekapasitet).

Slike materialer kan suge til seg varmen om dagen og avgi den om natta.

Termisk masse jevner ut temperaturen selv om energitilskuddet varierer. Det betyr også at det tar lengre tid (krever mer energi) å øke temperaturen i et rom med termisk masse.

## VINDUSANDEL Vindusandel – eksempel

← FORSKJELL: 12 kWh/m<sup>2</sup> →



14%



VINDUSANDEL

25%

← →

© SINTEF Byggforsk

Foto: Mesterhus

For energiberegning av dør- og vindusandelen måler man fra monteringsfuge til monteringsfuge.

For dagslysberegning måler man kun glassarealet.

For å få et glassareal på 10 % av golvarealet, må man altså ha en dør- og vindusandel på 13–15 %.

Disse energivennlige småhusene er omtrent like store og har de samme U-verdiene, lekkasjetallene og varmegjenvinnere. Men de har forskjellig form og forskjellig vindusandel (arealet av vinduer og ytterdører delt på oppvarmet bruksareal).

Det er en helt klar sammenheng mellom vindusandelen og energibehovet. Kan man oppfylle kravene til dagslys og utsyn med 15 % dør- og vindusandel istedenfor 25 %, så kan man redusere oppvarmingsbehovet med ca. 25 % (det totale energibehovet blir redusert med ca. 10 %).

Når man utformer bygningen, er vindusandelen ett av de to viktigste forholdene for energibehovet.

## VINDUSANDEL

### Kjølebehov og vinduer



© SINTEF Byggforsk

Oppfyller man teknisk forskrift (TEK) med energitiltak, skal det ikke være nødvendig å bruke energi til kjøling. Det kan løses på mange måter. De mest aktuelle er:

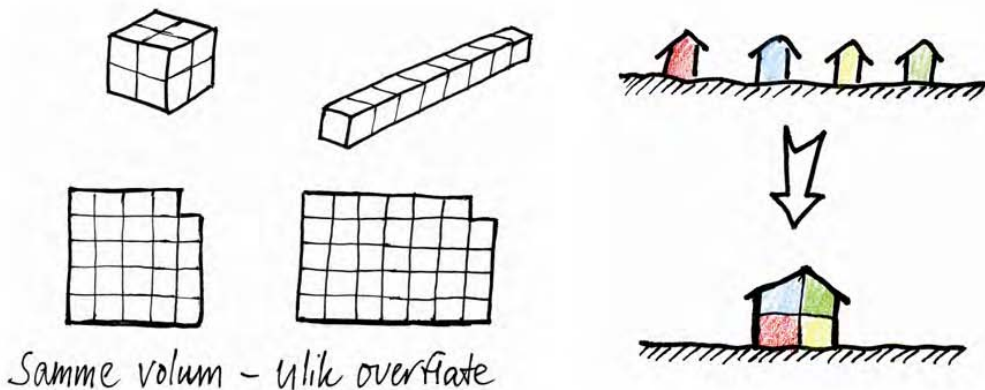
- montere utvendig solskjerming. Automatikk virker lite hensiktsmessig i småhus
- redusere vindusarealet mot solbelastede fasader
- bygge utspring over store sydvendte glassflater
- benytte solbeskyttelses- og energispareglass
- benytte naturlig skjerming (vegetasjon, terreng)
- bygge huset med mulighet for gjennomlufting
- sørge for at ventilasjonsanleggets varmegjenvinningsgrad lett kan reguleres
- utforme ventilasjonsanlegget slik at temperaturstigning av utetemperatur gjennom ventilasjonsanlegget blir minimal (under 2 °C)

Det viktigste for å slippe å bruke energi til kjøling, er å unngå overoppheting fra sola. Da er vinduene og vindusplasseringen svært viktig.

Ventilasjonsanlegget har også stor betydning.



## KOMPAKT BYGNINGSFORM Prinsipp



© SINTEF Byggforsk

Selv om bygningsformen har stor betydning for det reelle energibehovet, teller den ikke alltid med når du skal oppfylle energikravene i TEK.

Følger du energiltakene, har ikke bygningsformen noe å si. Men følger du samlet netto energibehov, gir bygningsformen stort utslag.

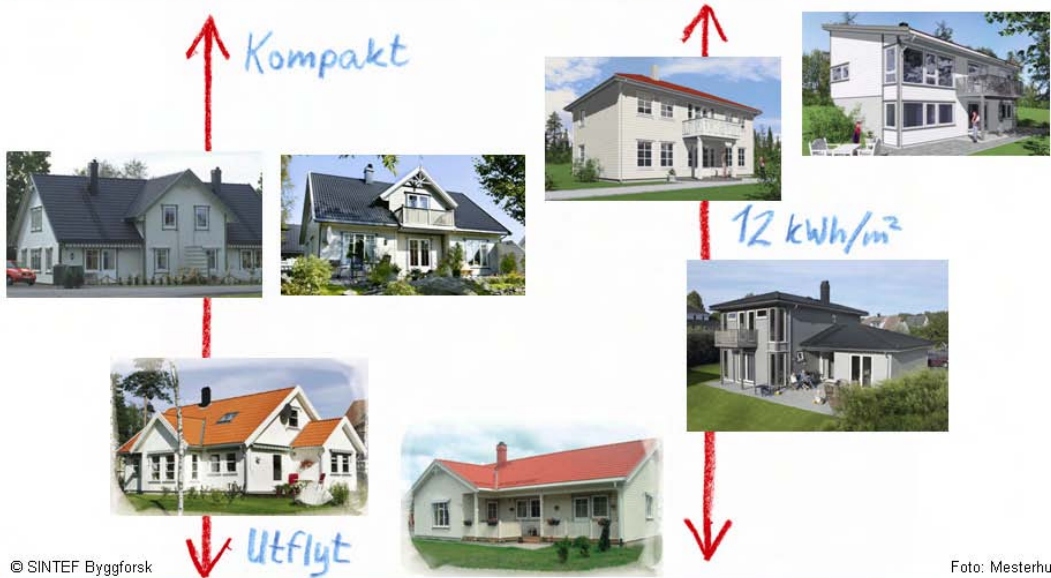
Varmetapet avhenger i stor grad av forholdet mellom bygningens volum og bygningens overflate.

Kompakte bygninger har mindre overflate i forhold til volum, og har derfor mindre varmetap enn bygninger med utflytende form.

Større bygninger har mer volum i forhold til overflaten enn mindre bygninger. Ved å samle flere enheter i den samme bygningskroppen får hver enhet mindre overflate og dermed mindre varmetap.

Anbefaling: Bygg i flere etasjer og med så stor bygningsdybde som kravene til dagslys og utsyn tillater. Unngå kroker og innvendige hjørner.

## KOMPAKT BYGNINGSFORM Bygningsform – eksempel



De samme husene som ble vist på side 10, er nå fordelt vertikalt etter hvor kompakte de er. En toetasjes bolig med en enkel, firkantet form har mye mindre overflate i forhold til volumet enn en én-etasjes bolig med langstrakt, vinklet eller sammensatt form.

Forskjellen i oppvarmingsbehov mellom de beste og de dårligste er på ca. 25 % i dette eksemplet.

Ut fra energihensyn er det best å ha en bygning med kompakt form og lav dør- og vindusandel. En slik bygning vil plassere seg oppe i det venstre hjørnet i figuren. Oppvarmingsbehovet til en slik bygning er nesten halvparten så stort som oppvarmingsbehovet til en bygning som plasserer seg nede til høyre.

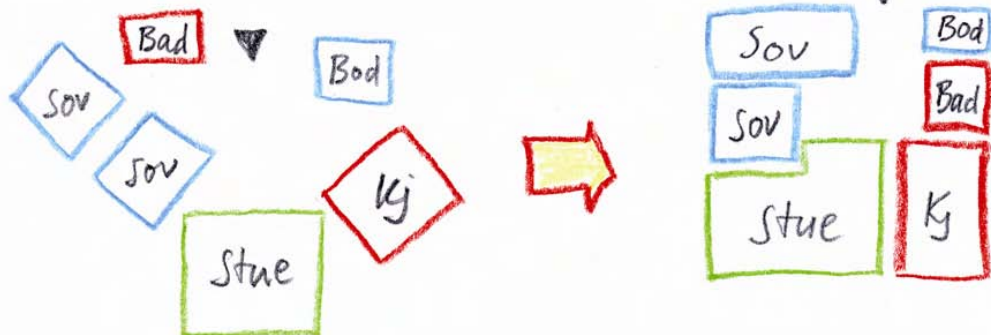
Tiltakskravene i TEK gjelder per m<sup>2</sup> overflate, og er uavhengig av bygningens form.

Rammekravene gjelder bygningens samlede energibehov, og da blir bygningens form viktig.

Skal du vise gevinsten av kompakt bygningens form, bør du bruke ramme-kravsberegninger.



## KOMPAKT BYGNINGSFORM Arealeffektivitet

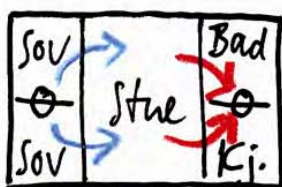


© SINTEF Byggforsk

En bygnings energibehov henger tett sammen med størrelsen på bygningens golvareal. Ved å bygge arealeffektivt reduserer du energibehovet betydelig. Særlig bør man redusere kommunikasjonsarealet.

## BYGNINGSFORM GENERELT

### Ventilasjon og oppvarming



© SINTEF Byggforsk

Det er velkjent at man bør samle våtrom og kjøkken for å få korte og varmtvannsbesparende vannrør. Da blir også ventilasjonsavtrekkene samlet, noe som kan gi enkle føringsveier. Er det i tillegg plass til romslige kanaler, blir det lite motstand i ventilasjonsanlegget. Da behøver viftene lite energi for å dytte lufta gjennom anlegget og huset.

Å samle rommene med størst krav til varmekomfort og å «pakke dem inn» med rom med lavere krav til varmekomfort og med uoppvarmede rom, gir mindre varmetap fra bygningen. Soverom i kjelleren kan også være behagelig svale om sommeren.

Motstanden i ventilasjonsanlegget oppstår ikke bare i kanaler og lydfeller. Det hjelper lite om lufta kommer lett til soverommet hvis den ikke kommer videre. Man må minst ha spalte under dørene for å sikre lufta fritt overløp fra rom til rom. Det er bedre med overløpsventiler. Det beste er om ventilene tar inn den varme lufta oppe under himlingen og slipper den ut ved golvet i neste rom.

## BYGNINGSFORM GENERELT

### Tetthet og kuldebroer



© SINTEF Byggforsk

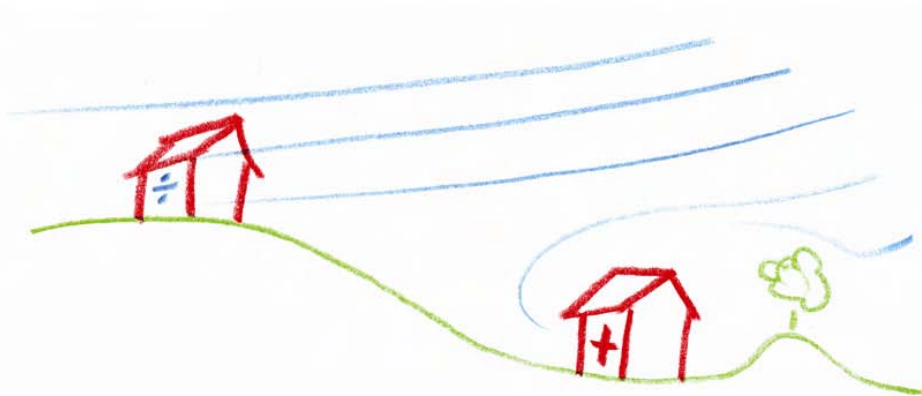
Dette huset står helt ute ved kysten et sted i Norge. Vi har ikke kjennskap til om det er noen skader i akkurat dette huset, men ved å velge å utforme bygningen slik, gir man seg selv unødige mange utfordringer.

En enkel bygningsform er ikke energisparende i seg selv, men gjør det lettere å oppnå god lufttetthet og å unngå kuldebroer. Dessuten er det ofte billigere å bygge bygninger med enkle former enn bygninger med mange sprang, innhuk og overganger.

Kompliserte former gjør det vanskeligere å oppnå god tetthet. Blanding av mange ulike materialer gir ofte overganger med kuldebroer.

## RAMMEBETINGELSER

# Lokalklima



© SINTEF Byggforsk

Bygningens klimatiske betingelser kan variere svært mye. Dette har innvirkning på bygningens energibehov. Vi kan ikke gjøre så mye med at det blåser på Stadt og er kaldt på Tynset, men terrenget og vegetasjonen påvirker lokalklimaet. Med smart plassering, kan man utnytte et gunstigere lokalklima.

I områder med lite vind vil kald luft samle seg i dalbunnen og bak «demninger» som morenergygger. På toppene vil det blåse kaldt. Det luneste stedet er litt oppe i dalsiden, helst i sola. Det kan være et par grader varmere inne i skogen enn ute i åpent lende.

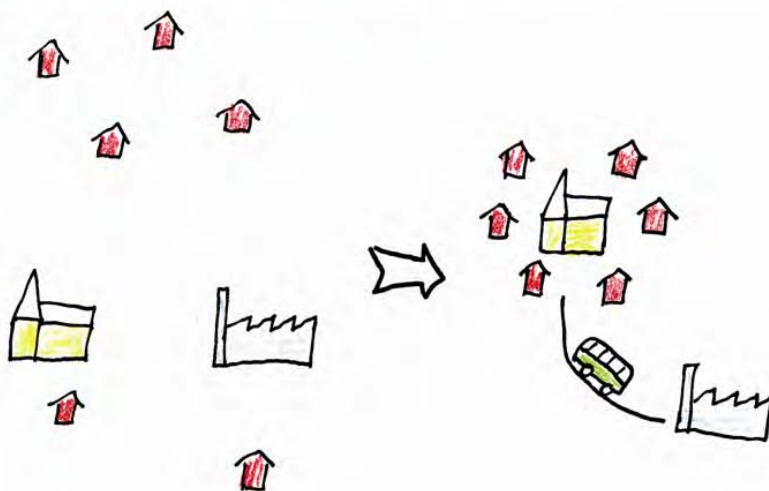
I områder med mye vind kan vi få en betydelig energigjevinst ved å plassere huset på et skjermet sted.

Hus som står i vinden, får to typer ekstra varmetap:

Kald luft blåser inn gjennom utettheter, og varm luft blåser ut. God tetthet vil bremse dette.

Huset vil varme opp utelufta rundt, særlig ved kuldebroer og vinduer. Når den oppvarmede lufta blir blåst bort, og ny, kald luft legger seg inntil, vil den reelle temperaturforskjellen mellom inne og ute derfor blir litt større og da blir varmetapet også større.

## RAMMEBETINGELSER Areal- og trafikkplanlegging



© SINTEF Byggforsk

Det sies at en innbygger i København bruker halvparten så mye energi som en innbygger i Oslo.

Hvorfor?

I København deler mange en vegg og en etasjeskiller med naboer, og mange har sykkelavstand til jobben.

Arealplanlegging gir rammebetingelsene også for energibruken i et samfunn. Korte avstander og god tilrettelegging fører til mindre bilbruk.

Flere brukere gir flere å fordele anleggs- og driftskostnader på, og kollektive, energisparende løsninger blir mer lønnsomme.

De generelle kravene i TEK paragraf 8-1 og 8-2 tilsier at også arealplanlegging må ses på med «energifyne».

