

Forord

Jeg studerte ved Høyskolen i Agder (universitet fra 1.september 2007) fra 1999 til 2004. Jeg utdannet meg først som byggingeniør for så å fortsette på studielinjen ”Industriell økonomi og informasjonsledelse”. I min iver etter å komme i gang å jobbe, takket jeg ja til å begynne å jobbe i mars i siste semesteret på ”indøk’en”. Planen var å skrive ferdig masteroppgaven ved siden av jobb, men motivasjonen til å skrive ble erstattet med nye og spennende utfordringer i arbeidslivet. Etter hvert slo jeg meg til ro med at de to siste studieårene ikke skulle gi noen uttelling utover kunnskapen jeg hadde tilegnet meg.

Jeg kan takke arbeidsgiveren min og daglig leder ved Byggadministrasjon AS Sverre Engebretsen som fikk meg på andre tanker. Han tilbydde meg 20 % av arbeidstiden fra oktober 2007 til juni 2008 til å skrive masteroppgaven. I tillegg har han hjulpet meg mye med oppgaven, både med å komme med forslag til innhold, veiledning og som diskusjonspartner.

I tillegg vil jeg takke Dr.ing Øystein H. Meland ved Universitetet i Agder, avdeling Kristiansand for god veiledning. Han har gitt meg gode og konstruktive råd, vært presis og gitt tips til utvidet innhold.

En takk rettes også til prosjektleder Olle Rudén ved AS Bygganalyse. Han har hjulpet meg med problemstilling, opplæring og tilpasning av kalkulasjonsprogrammet jeg har benyttet i analysen. Han sitter med stor kompetanse på programmet og har veiledet meg gjennom bruken. Han har også kommet med gode råd og tips som jeg har benyttet meg av.

Sammendrag

Middeltemperaturen globalt har økt de siste 100 årene og vil fortsatt å stige som følge av menneskelig påvirkning hvis ikke noe blir gjort for å begrense utviklingen (Regjeringen 1, 2008). Vi er avhengig av de naturlige klimagassene for å holde middeltemperaturen på jorda på cirka 15 °C, men de menneskeskapte klimagassene kan føre til høyere middeltemperatur (CICERIO 1, 2008). Miljøverndepartementet skriver på sin nettside at høyere middeltemperatur vil kunne endre nedbørmønstre og vindsystemer, forflytte klimasoner og heve havnivået. Slike endringer kan få store konsekvenser både for naturlige økosystemer og for samfunnet (Regjeringen 2, 2008).

Byggebransjen står for en betydelig del av de menneskeskapte klimagassutslippene i Norge. Ett av tiltakene for å bidra til lavere klimagassutslipp er derfor rettet mot byggebransjen i form av skjerpede krav til energibruk i bygningsmassen. Tidligere kommunal- og regionalminister Åslaug Haga (perioden 10.10.05-21.09.07) uttalte i pressemelding nr. 6 30.mai 2007 at:

Bolig- og byggsektoren står for hele 40 prosent av energibruken i samfunnet. Å redusere denne energibruken er derfor et viktig miljø- og klimapolitisk mål, både nasjonalt og internasjonalt. (Regjeringen 3, 2008)

I forkant av denne uttalelsen, 26.januar 2007, ble energikravene i Tekniske forskrifter til Plan- og bygningsloven (TEK) endret. Det er opprettet et direktiv, Bygningsenergidirektivet, som har som mål å bidra til økt energieffektivitet i bygningsmassen for å ivareta de gitte energikravene.

Denne masteroppgaven skal vise hvilke kostnadseffekt TEK 2007 har på tilleggsinvesteringene for leiligheter i leilighetsbygg etter gjennomføring av samtlige energiltak, sett opp imot myndighetenes utsagn om at investeringene skal være lønnsomme. *Kommunal- og regionaldepartementet har fått utført økonomiske analyser som viser at tilleggsutgiftene til de foreslåtte energiltakene går mer enn opp i opp med innsparingen de gir på strømregningen. Å bygge med bedre energikvalitet lønner seg med andre ord fra første år (Regjeringen 9, 2008).*

For å beregne kostnadsøkning er kalkulasjonsprogrammet ISY Calcus, som utgis av Norconsult Informasjonssystemer, benyttet. Inndata til ISY Calcus består av diverse areal og mengdevariabler. Resultatet blir prosjektkostnadene på de elementene av bygget som er tatt med. Mine analyser av kostnadsøkningen benytter i hovedsak differansen mellom kostnadene etter Tekniske forskrifter 1997 og Tekniske forskrifter 2007.

Rapporten beskriver også tekniske løsninger slik de vil kunne bli etter nye energikrav. Økt tetthet blir en stor utfordring. Det blir store krav til nøyaktighet ved utførelsen, noe som krever kunnskap og vilje blant de utførende til å bygge etter energikravene. Det blir også mer fokus på å dokumentere tettheten av bygget via termografering og tetthetsprøving ved for eksempel trykkmetoden.

Den underliggende metoden, som er benyttet ved deskriptiv studie, beskrives best gjennom systemteori. Jerker Lundequist (1995) gjengir Gustafsson m fl.(1982) som beskriver systemteori som en metodevitenskap for beskrivelse, analyse og planlegging av komplekse system. Systemteori overføres til praktiske problem for å presisere og utdype effektene av alternative beslutningsstrategier i en problemsituasjon. Metoden benytter seg av modellbygging av problemområdene for analyse og problemløsning, dette i samsvar med de modeller som er utarbeidet for å representere byggekostnadene etter to alternative forskrifter.

Ved hjelp av oppmåling av areal på allerede oppførte bygninger etter energikrav fra TEK 1997 og beregning av tilsvarende areal som konsekvens av TEK 2007, har jeg ved bruk av kalkulasjonsprogrammet Calcus kommet frem til en prisøkning på ca 1450 kroner per m² salgbart bruksareal (BRAS). Dette tilsvarer en økning på ca 120.000 kroner på en typisk leilighet. Tilleggsinvesteringen tilsvarer i dagens marked en kostnadsøkning på 3-7 % ved kjøp av leilighet. Myndighetene har satt som forutsetning at den privatøkonomiske investeringen skal være lønnsom, det ser derfor ut til at rent økonomisk medfører de nye energikravene et velferdstap.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	2
Sammendrag	3
Innholdsfortegnelse.....	5
Figur og tabelloversikt	7
Innledning	9
1 Nye energikrav.....	12
1.1 Bakgrunnen til de nye energikravene.....	12
1.2 Reduksjon av klimagassutslipp	15
1.3 Tiltak mot redusert utslipp av klimagasser i byggeindustrien.....	16
1.4 Er det samfunnsøkonomisk riktig å innføre ny TEK 2007?.....	17
1.5 Energibruk på byggeplass	20
1.6 Omstillingsfasen.....	21
2 Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997.....	23
2.1 Nye energikrav	23
2.2 Energitiltak	24
2.3 Energiramme	26
2.4 Minstekrav.....	27
2.5 Energiforsyning.....	28
2.6 Balansert ventilasjon	28
2.7 Nåverdimodeller.....	29
3 Hvordan møte de nye kravene teknisk sett?	31
3.1 Yttervegger.....	32
3.2 Tak.....	34
3.3 Gulv på grunn og mot det fri.....	36
3.4 Vindu.....	37
3.5 Kuldebroer.....	37
3.5.1 Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller.....	40
3.5.2 Tilslutning mellom yttervegg og kompakte tak.....	41
3.5.3 Tilslutning mellom yttervegg, grunnmur og etasjeskiller.....	42
3.5.4 Tilslutning mellom yttervegg av bindingsverk av tre, ringmur og betonggulv.....	43
3.5.5 Tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv	44
3.5.6 Tilslutning mellom innervegg og yttervegg.....	45
3.5.7 Hjørner	45
3.5.8 Vinduer	46
3.6 Termografering.....	48
3.7 Tetthetsprøving etter trykkmetoden	49
4 Byggeprosessens regler, faser, organisering og aktører.....	51
4.1 Lovverk; forskrifter og reguleringer i byggebransjen	51
4.2 Byggeprosessens faser.....	53
4.3 Byggeprosessens organisering	56
4.3.1 Kontraheringsstrategi	57
4.3.2 Organisasjonsform	57
4.3.3 Entreprisereformer	58
4.3.4 Kontrakt og vederlagsform.	59

4.4	Byggeprosessens aktører	59
4.5	Hvordan blir aktørene påvirket av ny TEK?	60
5	Metode	63
5.1	Formulering av problemstilling.....	63
5.2	Valg av forskningsdesign.....	64
5.3	Valg av innsamlingsmetode	64
5.4	Innsamling av data	65
5.5	Analyse og tolkning av data	65
5.6	Utarbeiding av rapport	66
6	Analyse- og drøftingskapittel.....	67
6.1	Presentasjon av ISY Calcus.....	67
6.2	Spesiallaget modellprosjekt.....	69
6.3	Inndata i Calcus	73
6.4	Resultat fra Calcus	77
6.5	Lønnsomhetsvurdering av resultatene.....	80
6.6	Drøfting av resultatene	83
6.6.1	Samfunnsøkonomiske konsekvenser av reguleringen	84
7	Konklusjon.....	88
8	Referanser	91
9	Vedlegg.....	95
9.1	Prosjektsammenstilling av kalkyler fra Calcus	95
9.2	Kontoplan for delprosjektene av modell 1	97

Figur og tabelloversikt

- Figur 1.1: Drivhuseffekten
- Figur 1.2: Et kraftverk i New Dehli, India.
- Figur 1.3: Mulige konsekvenser ved økt global middeltemperatur (Stern, 2006)
- Figur 3.1: Varmetap og u-verdier
- Figur 3.2: Bindingsverk av tre
- Figur 3.3: Oppbygning av kompakte tak
- Figur 3.4: Rettvendt tak med terrasse på etasjeskiller av betong for lett eller moderat bruk
- Figur 3.5: Kompakt tak på bærende stålplater
- Figur 3.6: Oppbygning av betonggulv med underliggende varmeisolasjon
- Figur 3.7: Vindu
- Figur 3.8: Oversikt over aktuelle kuldebroer og angivelse av innvendige mål
- Figur 3.9: Etasjeskiller av betong med kuldebrobryter etter to prinsipp
- Figur 3.10: Yttervegg med luftet kledning mot kompakt tak med bærekonstruksjon av betong
- Figur 3.11: Yttervegg av bindingsverk av tre, grunnmur av betong og etasjeskiller av betong
- Figur 3.12: Ringmur isolert på begge sider, uten isolasjon under ringmur
- Figur 3.13: Tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv
- Figur 3.14: Innadgående hjørne
- Figur 3.15: Utadgående hjørne
- Figur 3.16: Vindu
- Figur 3.17: Termogram av en enebolig
- Figur 3.18: Testing av tetthet ved trykkmetoden
- Figur 4.1: Verdikjeden for ett byggeprosjekt
- Figur 5.1: Stadiene i forskningsprosessen
- Figur 6.1: Markedskryss (Elnan m. fl, 2006)
- Figur 6.2: Optimalt reguleringsomfang (Elnan m. fl., 2006)

Tabell2.1 : Oversikt over energiltak fra TEK 97 og TEK 2007
Tabell2.2 : Byggets netto energibehov – energirammer (TEK 2007)
Tabell2.3 : Minstekravene
Tabell3.1 : Eksempel på beregning av varmetap fra kuldebroer
Tabell3.2 : Kuldebroverdier for tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv
Tabell3.3 : Beregningseksempel 1: Varmetap fra kuldebroer (modell 1)
Tabell3.4 : Beregningseksempel 2: Varmetap fra kuldebroer (modell 1)
Tabell6.1 : Kontoer som blir berørte de nye energikravene i TEK 2007.
Tabell 6.2: Oversikt over geometriske verdier og mengdevariabler for modell 1,2 og 3
Tabell 6.3: Oversikt over geometriske verdier og mengdevariabler for modell 4,5 og 6
Tabell6.4 : Modell 1
Tabell 6.5: Modell 2
Tabell6.6 : Modell 3
Tabell6.7 : Modell 4
Tabell6.8 : Modell 5
Tabell6.9 : Modell 6

Innledning

Middeltemperaturen globalt har økt de siste 100 årene og vil fortsatt å stige som følge av menneskelig påvirkning hvis ikke noe blir gjort for å begrense utviklingen (Regjeringen 1, 2008). Vi er avhengig av de naturlige klimagassene for å holde middeltemperaturen på jorda på cirka 15 °C, men de menneskeskapte klimagassene kan føre til høyere middeltemperatur (CICERIO 1, 2008). Miljøverndepartementet skriver på sin nettside at høyere middeltemperatur vil kunne endre nedbørmønstre og vindsystemer, forflytte klimasoner og heve havnivået. Slike endringer kan få store konsekvenser både for naturlige økosystemer og for samfunnet (Regjeringen 2, 2008).

Byggebransjen står for en betydelig del av de menneskeskapte klimagassutslippene i Norge. Ett av tiltakene for å bidra til lavere klimagassutslipp er derfor rettet mot byggebransjen i form av skjerpede krav til energibruk i bygningsmassen. Tidligere kommunal- og regionalminister Åslaug Haga (perioden 10.10.05-21.09.07) uttalte i pressemelding nr. 6 30.mai 2007 at:

Bolig- og byggsektoren står for hele 40 prosent av energibruken i samfunnet. Å redusere denne energibruken er derfor et viktig miljø- og klimapolitisk mål, både nasjonalt og internasjonalt. (Regjeringen 3, 2008)

I forkant av denne uttalelsen, 26.januar 2007, ble energikravene i Tekniske forskrifter til Plan- og bygningsloven (TEK) endret. Det er opprettet et direktiv, Bygningsenergidirektivet, som har som mål å bidra til økt energieffektivitet i bygningsmassen for å ivareta de gitte energikravene.

Myndighetene mener det finnes betydelig effektiviseringspotensialer for reduksjon av energibehov. Målet er at gjennom energikravene skal energibehovet i alle bygg bli gjennomsnittlig 25 % lavere. På en pressekonferanse 30.januar 2007 (Regjeringen 4, 2008) visualiserte Åslaug Hage hvor mye dette vil utgjøre: 25 % skjerping vil årlig utgjøre en besparelse på 400-450 million kilowatt timer (kWh), tilsvarende 20.000 boliger pr år. Etter ti år vil innsparingen utgjøre 4 - 4,5 milliard kWh timer årlig. Kårstø gasskraftverk,

ett av tre nye gasskraftverk i Norge som har fått dispensasjon fra myndighetene til å bygge uten CO₂-rensing, vil årlig kunne produsere 3,5 milliard kWh.

Vi er nå inne i en overgangsperiode på 2,5 år hvor nye og gamle forskrifter gjelder om hverandre. Fra 1.august 2009 er TEK 2007 obligatorisk. Ved å sette fokus på tiltak for lavt energibehov og miljøriktige energiforsyninger i bygningsmassen, oppnås mindre utslipp av klimagasser, lavere energikostnader for forbrukeren, økt forsyningsikkerhet og redusert avhengighet av elektrisk kraft (BE 1, 2007). Dette er i tråd med Regjeringens visjon omtalt i Soria Moria-erklæringen, om at Norge skal være en miljøvennlig nasjon og være verdensledende innenfor utviklingen av miljøvennlig energi (Regjeringen 5, 2008).

For bygge- og anleggsbransjen blir utfordringene store. Konsekvenser som økt kvadratmeterpris (kr/m²) blir et faktum. Kravene fra TEK 2007 om økt isolasjonstykkelse i vegger fører til at man må velge mellom, enten å bygge større bruttoareal for å oppnå samme bruksareal som tidligere, eller godta mindre bruksareal ved å la ytterveggene ”vokse innover” i rommet. Det vil bli stilt større krav til prosjektering og utførelse på byggeplass, og nye produktkrav til produsenter av byggevarer.

Denne masteroppgaven skal vise hvilke kostnadseffekt TEK 2007 har på tilleggsinvesteringene for leiligheter i leilighetsbygg etter gjennomføring av samtlige energiltak, sett opp imot myndighetenes utsagn om at investeringene skal være lønnsomme. For å beregne kostnadsøkning er kalkulasjonsprogrammet ISY Calcus, som utgis av Norconsult Informasjonssystemer, benyttet. Inndata til ISY Calcus består av diverse areal og mengdevariabler. Resultatet blir prosjektkostnadene på de elementene av bygget som er tatt med. Mine analyser av kostnadsøkningen benytter i hovedsak differansen mellom kostnadene etter Tekniske forskrifter 1997 og Tekniske forskrifter 2007.

Oppgaven starter med bakgrunnen for de nye energikravene, den miljøproblematikken verden står ovenfor, i kapittel 1. Kapittel 2 beskriver hvilke skjerpede energikrav

Tekniske forskrifter inneholder. Det finnes to måter å oppfylle energikravene på; energiltaksmetoden og energirammemetoden. Oppgaven smalnes inn til å jobbe videre med tiltaksmetoden. Denne metoden går ut på å tilfredsstille gitt krav fra § 8-21a i TEK 2007. Disse kravene er krav til 1) u-verdier for bygningskroppen 2) samlet glass-, dør- og vindusareal 3) tetthet og 4) varmegjenvinning av ventilasjonsluft. Hvordan disse kravene kan imøtekommes i praksis er omtalt i kapittel 3. Kapittel 4 beskriver byggebransjens regler, faser, organisering og aktører. Metodekapitlet, kapittel 5, følger før analysen og drøftingen kommer i kapittel 6. Avslutningsvis kommer konklusjonen i kapittel 7.

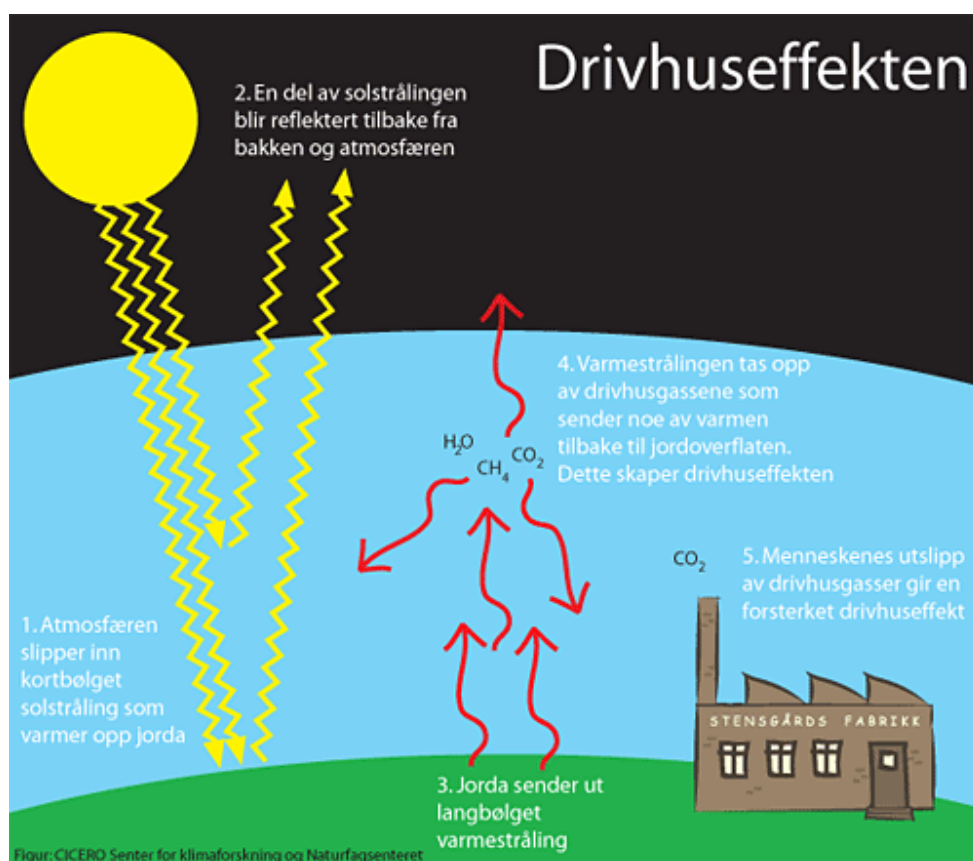
De konkrete problemstillingene oppgaven skal besvare er:

- Hva blir kostnadstillegget på grunn av overgangen fra energiltakene i TEK 1997 til TEK 2007 per leilighet?
- Er investeringen myndighetene pålegger forbruker lønnsom slik de hevder?

1 Nye energikrav

1.1 Bakgrunnen til de nye energikravene

I følge FNs klimapanel (IPCC) har middeltemperaturen globalt økt med 0,75 °C de siste 100 årene (Regjeringen 1, 2008). Panelet regner med at gjennomsnittstemperaturen vil fortsette å stige med mellom 1,4 og 6,4 °C som følge av menneskelig påvirkning i tidsrommet 1990-2100, hvis ingenting blir gjort for å begrense utviklingen. Forskjellen mellom det høyeste og det laveste tallet skyldes delvis usikkerhet om hvordan det globale klimasystemet virker, men først og fremst skyldes det usikkerhet om hvor store utslippene blir. Regionale endringer kan bli mye sterkere.



Figur 1.1: Drivhuseffekten (CICERO, 2008)

Figur 1.1 viser drivhuseffekten ut i fra beskrivelsen på nettsiden til CICERO, senter for klimaforskning. Drivhuseffekten sørger for at middeltemperaturen på jorden er ca. 15 °C og ikke -19 °C som den ville vært uten klimagasser (CICERIO 1; 2008).

Den *naturlige* drivhuseffekten skyldes tilstedeværelsen av skyer og klimagasser som vanddamp (H₂O), karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og ozon (O₃). Klimagassene, også kalt drivhusgasser, og skyer har den egenskapen at de slipper gjennom inngående solstråling relativt uhindret, mens de absorberer utgående varmestråling fra jorda. Denne energien sendes ut igjen som stråling i alle retninger. Noe av dette sendes tilbake til jordoverflaten. Dermed gjør klimagassene slik at mer av varmen bevares i jordatmosfæren, mens mindre forsvinner ut i verdensrommet igjen (CICERIO 1; 2008).

Den *menneskeskapte* drivhuseffekten gir en ytterligere oppvarming som forsterker drivhuseffekten. Den menneskeskapte klimagassen som har størst betydning for klimaendringene er karbondioksid - CO₂. Konsentrasjonen av CO₂ er i dag høyere enn den har vært på 650 000 år (Regjeringen 6, 2008). Konsentrasjonen stammer hovedsakelig fra forbrenning av fossilt brensel (olje, gass, kull), og er den gassen som forventes å øke sine utslipp mest hvis det ikke settes i verk tiltak. Bare Norges klimagassutslipp har siden 1990 økt med omtrent 9 %. Ca 30 prosent av CO₂ i atmosfæren i dag er menneske skapt (Regjeringen 6, 2008).

Klimaproblemet ble for alvor satt på den internasjonale dagsorden i 1992 (CICERIO 2, 2008). Første steg i retning av en internasjonal klimaavtale ble tatt på FN-toppmøtet om miljø og utvikling i Rio de Janeiro dette året. Her ble man enig om prinsipper og retningslinjer for det internasjonale klimaarbeidet og vedtok FNs rammekonvensjon om klimaendringer, Klimakonvensjonen. Under Klimakonvensjonen i Kyoto i Japan i desember 1997, ble Kyotoprotokollen ferdigforhandlet og vedtatt av partene i Klimakonvensjonen, som består av nesten alle medlemsland i FN. Protokollen kunne tre i kraft når minst 55 av partene til Konvensjonen, herunder industrilandsparter, som sto for minst 55 % av industrilandenenes totale CO₂-utslipp i 1990, ratifiserte protokollen. Den 16. februar 2005 ble Kyoto-protokollen rettslig bindende for de landene som har godkjent den.

Det overordnede målet i FNs klimakonvensjon er å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som avverger farlig menneskelig påvirkning av klimasystemet. Konvensjonen inneholder tallfestede, tidsbestemte utslippsreduksjoner for industrilandene. Norge har i første omgang forpliktet seg til at utslipp av klimagasser ikke skal øke med mer enn 1 prosent i perioden 2008-2012 i forhold til utslippene i 1990 (STF 1, 2008).

I tillegg har Norge i 2007 foreslått å påta seg flere forpliktelser som intensiverer kutt i klimagassutslippene. Miljøverndepartementet skriver i St.meld nr. 34 (2006-2007) (Regjeringen 7, 2008) at utslipp av klimagasser har samme miljøskadeeffekt uavhengig av hvor utslippene skjer. Industrilandene har imidlertid et særlig ansvar for å bidra til utslippsreduksjonene, både fordi det er industrilandene som hittil har bidratt med de største utslippene og fordi industrilandene har bedre økonomiske forutsetninger. På denne bakgrunn bør Norge påta seg et særlig ansvar for å bidra til globale utslippsreduksjoner. Regjeringen foreslår derfor følgende mål:

- Norge skal være karbonnøytralt i 2050
- Norge skal fram til 2020 påta seg en forpliktelse om å kutte de globale utslippene av klimagasser tilsvarende 30 prosent av Norges utslipp i 1990
- Norge skal skjerpe sin Kyoto-forpliktelse med ti prosentpoeng til ni prosent under 1990-nivå

Regjeringen har en tredelt strategi for å nå målsetningene. En bedre internasjonal klimaavtale er første og viktigste elementet i klimapolitikken. Det andre elementet er at Norge må bidra til utslippsreduksjon i utviklingsland og raskt voksende økonomier som Kina, India med flere. Det tredje elementet er at innsatsen for reduksjon av utslipp i Norge intensiveres. Her kommer de nye energikravene i TEK inn som et av flere virkemiddel for å redusere utslipp av klimagasser i Norge. Siden byggebransjen er en av "verstingene" i kraftforbruk i Norge, vil energiforbruket bli merkbart lavere ved innskjerping i denne bransjen. De nye energikravene blir beskrevet i kapittel 3.

Om klima sier statsminister Jens Stoltenberg (Regjeringen 8, 2008):

De menneskeskapte klimaendringene er vår tids største felles utfordring. Vi skal alle bidra. Regjeringen sørger for at Norge leder an med ny teknologi som vil redusere klimagassutslippene, og vi vil gjennomføre tiltak for å kutte utslipp både i Norge og internasjonalt.

1.2 Reduksjon av klimagassutslipp

Reduksjon av klimagassutslipp skal hovedsaklig skje ved kutt i innenlandske utslipp. Kyotoprotokollen åpner imidlertid for at kutt kan skje gjennom tre ulike markedsmekanismer. De tre markedsmekanismene, også kalt ”kyotomekanismer”, er internasjonal kvotehandel (emission trading), felles gjennomføring (joint implementation) og den grønne utviklingsmekanismen (CDM - Clean Development Mechanism) (Miljøstatus 12008).

Det kan diskuteres om ”kyotomekanismene” er fordelaktige eller ei. Mekanismen gjør det for eksempel mulig for land med høye utslipp å kjøpe kvoter fra andre land, internasjonal kvotehandel, slik at egne utslipp kan fortsette. Det kan nevnes at Russland, Ukraina og de andre tidligere diktaturene i øst opplevde sterk nedgang i energiforbruket etter kommunismens sammenbrudd. Som en følge av dette har også klimagassutslippene i denne regionen blitt redusert. Problemet er at disse landenes utslippskvoter for den første forpliktelsesperioden (2008-2012) ikke er tilsvarende nedjustert. Dermed vil disse landene kunne selge et stort antall utslippsrettigheter uten selv å måtte foreta noen utslippsreduksjon (forsker Holtmark, Bjart I: Aftenposten, 2005).

Markedsmekanismen felles gjennomføring er begrenset til industriland. Felles gjennomføring innebærer at bedrifter i industriland betaler for tiltak som reduserer utslippene i et annet land, for eksempel ved å investere i ny teknologi i et kullkraftverk i et annet land. Den som betaler får rett til å slippe ut mer hjemme.

Den grønne utviklingsmekanismen åpner for at bedrifter i industriland kan sikre seg retten til å slippe ut klimagasser ved å betale for klimatiltak som bidrar til bærekraftig utvikling i utviklingsland som ikke har fått fastsatt utslippskvoter (Miljøstatus 2, 2008).



Figur 1.2: Et kraftverk i New Dehli, India.

Det er ulike synspunkt på hvor stor effekt Kyotoprotokollen egentlig vil ha på klimaet siden landene som har ratifisert avtalen kun står for 30 % av verdens totale utslipp. De resterende landene som står for 70 %, øker sine utslipp i raskt tempo (Holtsmark, Bjart I: Aftenposten, 2005). Figur 1.2 viser et kraftverk i New Dehli, India. Et land med raskt voksende utslipp som ikke er med påavtalen.

Det er som sagt ulike synspunkt på hvor stor betydning Kyotoprotokollen vil få for de totale klimagassutslippene, men det vil ikke bli videre utdypet i denne rapporten. Norge har forpliktet seg til å gjøre tiltak for å redusere egne klimagassutslipp. Det kommer til å bli en stor utgiftspost for alle land som har anledning til å bidra økonomisk (hovedsakelig industrilandene), men forskning viser at ugiftene blir større hvis vi venter.

1.3 Tiltak mot redusert utslipp av klimagasser i byggeindustrien

I veien frem mot redusert klimagassutslipp er nye energikrav i byggeindustrien i Norge ett av tiltakene. Det er opprettet et direktiv (EU-initiativ), *Bygningsenergidirektivet*, som har som mål å bidra til økt energieffektivitet i bygningsmassen. Energibruken til bygge- og boligsektoren utgjør i dag 40 % av samfunnets totale energibruk, noe myndighetene mener det finnes betydelig effektiviseringspotensialer for. Målet er at gjennom energikravene skal energibehovet til drifting av bygg bli gjennomsnittlig 25 % lavere.

Vi er nå inne i en overgangsperiode på 2,5 år hvor nye og gamle krav gjelder om hverandre. Fra 1.august 2009 er ny TEK obligatorisk. Ved å sette fokus på lavt energibehov og miljøriktig energiforsyning i bygningsmassen, oppnås mindre utslipp av klimagasser, lavere energikostnader for forbrukeren, økt forsyningsikkerhet og redusert

avhengighet av elektrisk kraft. Dette er i tråd med Regjeringens visjon omtalt i Soria Moria-erklæringen om at Norge skal være en miljøvennlig nasjon og være verdensledende innenfor utviklingen av miljøvennlig energi (Regjeringen 3, 2008).

1.4 Er det samfunnsøkonomisk riktig å innføre ny TEK 2007?

Hva betyr innføringen av skjerpede energikrav for den enkelte som investerer i ny bolig? I følge pressemelding nr. 7, 2007 fra Regjeringen skal det lønne seg å bygge med bedre energikvalitet (Regjeringen 9, 2008).

Alle typer nybygg skal bli så bra som mulig innenfor akseptable økonomiske rammer, og investeringene til de foreslåtte energiltakene er moderate. Det stilles krav som er lønnsomme for forbrukerne over tid for alle typer bygninger. For et småhus på 150 kvadratmeter vil nødvendige tilleggsinvesteringer til energiltak utgjøre cirka 70 000 - 75 000 kroner. Kommunal- og regionaldepartementet har fått utført økonomiske analyser som viser at tilleggsutgiftene til de foreslåtte energiltakene går mer enn opp i opp med innsparingen de gir på strømregningen. Å bygge med bedre energikvalitet lønner seg med andre ord fra første år.

I samme pressemelding skrives det at den reduserte energibruken bidrar til oppfyllelse av Norges Kyoto-forpliktelse for perioden 2008-2012 (opplysninger fra Lavutslippsutvalgets rapport høsten 2006). I denne perioden har Norge forpliktet seg til at utslipp av klimagasser ikke skal øke med mer enn 1 prosent i forhold til utslippene i 1990.

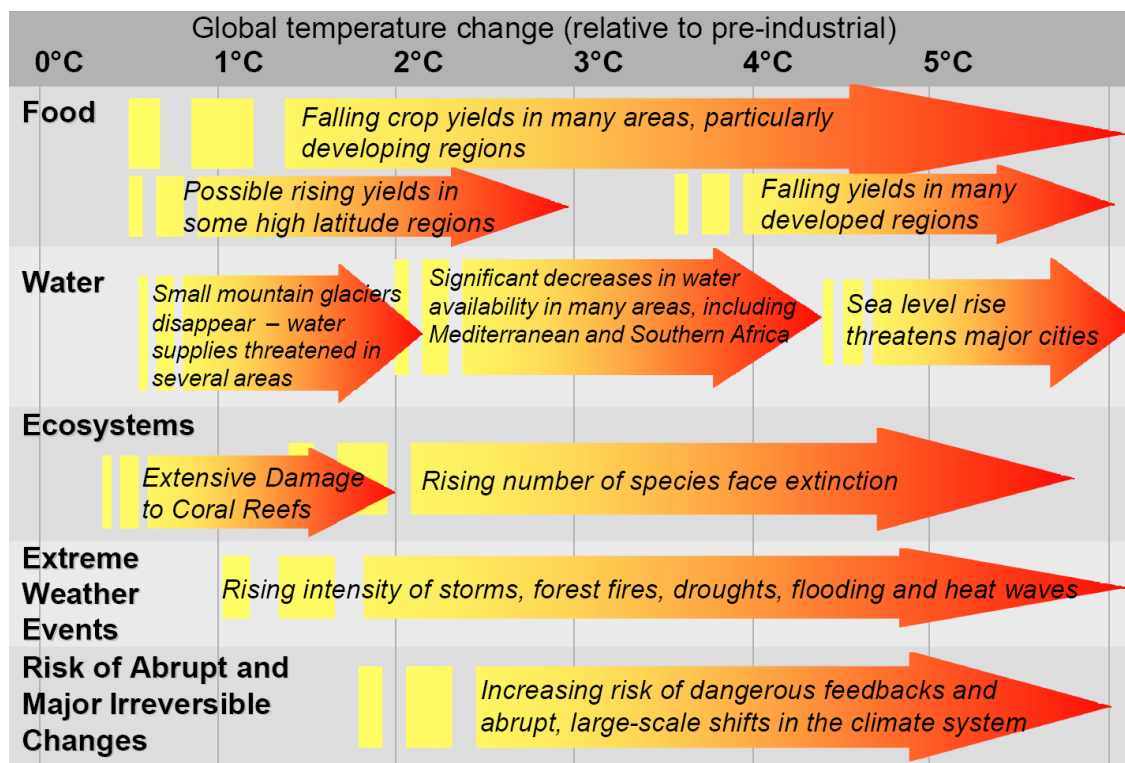
Pressemelding nr. 7 kort oppsummert:

Bedre energikvalitet = lavere klimagassutslipp = lønnsomt for sluttbruker

Fra mange hold blir det sagt at å investere i miljø i dag vil være mye billigere enn ikke å gjøre det. St. meld nr 34, 2006-2007 (Regjeringen 7, 2008), nevner økonomen Sir Nicholas Stern som har utarbeidet en rapport for britiske myndigheter (Stern, 2006).

Stern-rapporten tar for seg at fordelene av tidlige og hardtslående handlinger overgår i stor grad de økonomiske kostnadene av ikke å handle. I følge Stern vil økt global temperatursom følge av klimagassutslipp føre til mange alvorlige hendelser som igjen vil føre til enorme økonomiske belastninger.

Av figur 1.3 kan man se noen av scenarioene Stern mener kan inntreffe for blant annet mat, vann og økosystemet hvis den globale middeltemperaturen fortsetter å øke. Figuren lar den globale middeltemperaturen som var i før-industriell tid være utgangspunkt og setter den til 0 °C. De øvrige temperaturene er relative endringer i forhold til dette.



Figur 1.3: Mulige konsekvenser ved økt global middeltemperatur (Stern, 2006)

Hvis den globale middeltemperaturen øker, mener Stern at matavlingene vil bli mindre og mindre jo varmere det blir, spesielt i utviklingsområder. Ved 3° temperaturøkning skriver han i rapporten at 150-550 millioner flere mennesker enn i dag kan rammes av sultkatastrofer. Avlingene vil kunne øke noe i noen høytliggende områder hvis ikke temperaturøkningen overskrider 3 °C, men vil falle igjen hvis økningen blir over 3-3,5 °C.

Stern vurderer også påvirkningene endringer på middeltemperaturen kan ha på havnivået og på tilgang til ferskvann. Ved en økning opp til 2 °C vil små isbreer smelte og ferskvannstilgang i flere sårbare områder blir truet. Med en videre økning til over 4 °C vil vanntilgangen minke betydelig i mange områder, blant annet middelhavsområdet og i Sør-Afrika. Ved en temperaturøkning til over 5 °C vil havnivået øke og true små øyer i det Karibiske hav og Stillehavet, lavtliggende kystområder i Sørøst-Asia, som Vietnam og Bangladesh, og store byer som New York, London og Tokyo.

For økosystemet kan også betydningene bli store i følge Stern. Ved en temperaturøkning opp til 2 °C kan korallrevene uttynnes opp til 80 %, inkludert store barriererev ved Australia. Stern nevner også at så mange som 15-40 % av jordens arter trues med å dø ut ved denne temperaturøkningen, blant disse er arktiske arter som isbjørn og amerikanske reinsdyr. Ved en økning fra 2 til over 5 °C øker faren for utryddelse av arter til 20-50 %. Regnskogen i Amazonas kan også kollapse ved 3° temperaturøkning og omtrent halvparten av den Arktiske tundraen kan forsvinne ved 4° temperaturøkning.

Ekstremvær kan også bli mer vanlig. Hyppigere forekomster av stormer, skogbranner, tørker, flommer og hetebølger kan komme til å ramme.

Temperaturøkningene kan føre til endringer som ikke kan reverseres. Det kan nevnes at isdekket på Grønland kan begynne å smelte og kan i verste fall føre til en økning på 7 meter høyere havnivå.

Alle disse hendelsene kan i følge Stern forekomme hvis temperaturen "får lov" å øke.

Den globale temperaturutviklingen bør stabiliseres før noen av disse scenarioene inntreffer. Ifølge St.meld nr 34 (2006-2007) har EU besluttet å ha som ambisjon i sitt klimaarbeid at den globale middeltemperaturen ikke skal øke med mer enn 2 °C fra før-industriell tid (Regjeringen 7, 2008). Regjeringen har vedtatt et tilsvarende mål. Målet er at klimaendringene må begrenses slik at den globale temperaturøkningen holdes under 2 °C og går inn for at dette skal være en ramme for nye forpliktelser under Klimakonvensjonen etter 2012. Togradersmålet kan sees som en konkretisering av Klimakonvensjonens langsiktige mål om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser i

atmosfæren på et nivå som avverger farlig menneskeskapt påvirkning av klimasystemet. I dag ligger den globale gjennomsnittstemperaturen om lag 0,8 °C over før-industrielt nivå. De klimagassene som allerede er i atmosfæren vil bidra til en ytterligere temperaturoppgang på 0,6 °C slik at den samlede effekten av historiske utslipp alene vil være en oppvarming på om lag 1,4 °C.

En grense på 2 °C er således et svært ambisiøst mål. En temperaturstigning på 2 °C er likevel så høy at vi vil oppleve konsekvenser av klimaendringer som vil medføre betydelige utfordringer i form av tilpasning. En langsiktig stabilisering av temperaturen på 2,0–2,4 °C over før-industrialisert nivå vil ifølge Klimapanelet kreve at CO₂-utslippene i 2050 ligger 50–85 prosent under nivået i 2000.

1.5 Energibruk på byggeplass

Hva vet vi om energibruken til bedriftene som skal produsere ekstra isolasjon, vindu med bedre U-verdi, produksjon og installasjon av alternative energikilder og lignende? De vil mest sannsynlig få økt sine utslipp pga mer ressurskrevende produksjon. Disse økningene vil utligne deler av de energibesparelsene energikravene gir.

Hvor mye ekstra energi vil bli brukt på byggeplasser for å imøtekomme kravene fra TEK 2007? De nye arbeidsoppgavene på byggeplass kan være energi- og tidkrevende. Eksempel på nye arbeidsoppgaver kan være:

- høyere krav til tetthet fører til endring i utførelse (2 diffusjonslag mot vind, overlapping og klemlister er enda viktig enn tidligere)
- endring av kuldebroverdier gir endring i utførelse
- kontroll av U-verdier(termografering) gir høyere krav til utførelse
- tidkrevende arbeid med tilrettelegging for økt isolasjonsmengde
- økt tykkelse på gulv og vegger inkludert økt isolasjon
- endring av utførelse mellom vegger og tak for å få plass til riktig isolasjonsmengde
- flere installasjoner for varmegjenvinningsanlegg – balansert ventilasjon
- flere installasjoner for alternative varmekilder

Selv om enkelte arbeidsoperasjoner gir økning i energibruk på byggeplass som følge av ny TEK, kan energibruken i byggeperioden reduseres på områder som:

- færre, standardiseringer løsninger
- lokale entreprenører
- Bedre logistikk
- Innskjerping i rutinene for søppelsortering
- Gjenbruk
- Miljøvennlige innkjøp (svane-merkede produkt)
- Innkjøp i store kvantum
- Å tilstrebe bedre kommunikasjon blant entreprenører og rådgivere kan være både energi- og kostnadsbesparende. Prosjektleder i SINTEF Byggforsk sier at 25-30 % av de totale byggekostnadene skyldes dårlig kommunikasjon og oppsplitting av prosesser.
- Kursing, opplæring og holdningsskapende arbeid (stolthet av utførelse) blant de utførende kan medføre færre feil i byggeprosessen som er kostnads- og energibesparende.
- Bedre oppfølging av utførelse.
- Kvalitetssikring på byggeplass: sjekklister, egenkontroll og sidemannskontroll.
- Økt bruk av IKT - baserte system vil kunne effektivisere byggeprosessen.

1.6 Omstillingsfasen

TEK 2007 medfører en del nye og endrede arbeidsoppgaver for byggebransjen. For å kunne gjøre dette må mange tilegne seg ny kunnskap. Regjeringen har gitt byggenæringen 2 ½ år på å omstille seg. I denne perioden mottar byggebransjen 7 millioner kroner for å kunne styrke bransjens kunnskaper og evne til å bygge gode, energivennlige bygg. Av disse millionene går 3 millioner til utviklingsarbeidet knyttet til de små aktørene i vindusbransjen siden halvparten av varmetapet skjer gjennom vinduene (Regjeringen 9, 2008).

Setter man disse tallene litt i perspektiv blir dette ikke mange kronene per m² bygg eller ansatte. I 2007 ble det igangsatt bygging av 9.050.600 m² nybygg (SSB 1, 2008). Tar

man de 4 gjenstående millionene som er satt av til å styrke bransjens kunnskaper og fordeler de ut på igangsatte kvadratmeter bygg vil tilskuddet kun bli 0,44 kr/m².

I følge statistisk sentralbyrå var det i 2005 6.343 snekkere, 45.401 mennesker som står for oppføring av bygninger og 513 isolasjonsarbeidere (SSB 2, 2008). Dette representerer 51.857 utførende arbeidere på byggeplasser Norge. Deles de 4 tiltenkte millionene ut på disse arbeidstakerne utgjør det 77 kroner per årsverk.

Byggeindustrien er en kompleks sammensatt industri med mange reguleringer fra offentlige etater. Regelverket industrien har å forholde seg til er strengt overvåket. Brudd på regelverket fører til bøter, riving av byggverk eller i verste fall tap av ansvarsrett.

Tekniske forskriftene er en av de reguleringene bransjen har å forholde seg til. Bransjen må i løpet av de neste 1 ½ årene sette seg inn i de nye kravene og etter hvert la de bli styrende. Neste kapittel omhandler de nåværende og nye kravene i TEK.

2 Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997

Den siste utgaven av Tekniske ble ajourført med endringer 26.januar 2007 (TEK 2007). Den erstattet Tekniske forskrifter fra 1997 (TEK 1997).

2.1 Nye energikrav

Energibruken på bygg i Norge utgjør som nevnt 40 % av landets totale energibruk. Energibruken skal ifølge myndighetene ha et betydelig effektiviseringspotensial. Målet er at energibehovet til drifting av nye bygg skal bli gjennomsnittlig 25 % lavere. Tiltakene for å redusere energibehov og innføre miljøriktige energiforsyninger i bygningsmassen resulterer i mindre utslipp av klimagasser, lavere energikostnader for forbruker, økt forsyningssikkerhet og redusert avhengighet av elektrisk kraft (BE 1, 2007). Frem til august 2009 kan man velge om man vil benytte energikrav i TEK 1997 eller TEK 2007 så lenge man dokumenterer hvilken TEK som er benyttet. I veiledningen kan det leses at:

Energibehovet til nye bygg reduseres med gjennomsnittlig 25 %. De nye kravene baseres på økt isolasjon i yttervegger, bedre vinduer, lave varmetap gjennom kuldebroer, god lufttetthet, høy grad av varmegjenvinning av oppvarmet ventilasjonsluft, effektive ventilasjonsvifter og nattsenkning av innnetemperatur (Veileder til TEK, 2007).

For å kunne beregne varmetapet en bygningsdel har, benyttes en varmegjennomgangskoeffisient – U-verdi, spesifikt for hvert materiale og dets tykkelse. Denne verdien angir hvor mye varme i W/m²K som strømmer gjennom 1m² bygningsdel ved en konstant temperaturforskjell på 1 Kelvin (1 Kelvin = 1 °C) mellom omgivelser på varm og kald side av bygningsdelen (BKS 1, 2008). En godt isolert bygningsdel har lavere U-verdi enn en dårlig isolert bygningsdel.

TEK krever dokumentasjon av energieffektiviteten til bygg. Dette kan gjøres på to forskjellige måter; energiltak eller energirammer.

For energieffektivisering ved hjelp av energiltak (TEK § 8-21a) skal man innfri kravene som fremgår av tabell 2.1. Det kan imidlertid godtas omfordeling fra ett eller flere av energiltakene hvis det kan dokumenteres at det samlede varmetapet pga transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon ikke øker. En beregning av varmetapstall kan avklare dette.

Det andre alternativet for dokumentasjon av energieffektivisering er å gjennomføre en kontrollberegning som viser at byggets samlede netto energibehov (TEK § 8-21b) ikke overskrider fastsatt energiramme vist i tabell 2.2 Alle energipostene skal inngå i kontrollberegningen.

Overordnet disse metodene stilles det minstekrav (TEK § 8-21c) til varmeisolasjon og lufttetthet. Minstekravene kan ikke underskrives i noen av beregningsmetodene.

Energikravene skal dokumenteres på planleggingsstadiet. Til hjelp for å utføre beregninger av energikrav kan man benytte Norsk Standard NS 3031. Denne standarden gir oppskriften på hvordan energikravene skal oppfylles.

Forskriften inneholder også bestemmelser om at bygget skal prosjekteres og utføres slik at en vesentlig del av varmebehovet kan dekkes med annen energiforsyning enn elektrisk strøm og /eller fossile brensler hos sluttbruker. Dette kravet gjelder ikke for bygninger med særlig lavt varmebehov eller dersom det fører til merkostnader over bygningens livsløp.

2.2 Energiltak

Energiltak kan enklest dokumenteres ivaretatt ved å innfri punktene i tabell 2.1 Gjennomføres alle tiltakene er energikravene oppfylt og beregning av varmetapstall unødvendige. Tabell 2.1 viser kravene til energiltakene fra TEK 1997 og TEK 2007. Begge kolonnene kan benyttes pr i dag, men fra august 2009 kan kun TEK 2007 benyttes.

Tabell 2.1: Oversikt over energitiltak fra TEK 97 og TEK 2007 (BE 2, 2007)

ENERGITILTAK	TEK 1997	TEK 2007
Samlet glass- og vindus- og dørareal	20 % av BRA ¹	20 % av BRA
U-verdi yttervegg	0,22 W/m ² K (20cm isolasjon)	0,18 W/m ² K (25cm isolasjon)
U-verdi tak	0,15 W/m ² K (25 -30cm isolasjon)	0,13 W/m ² K (30-35cm isolasjon)
U-verdi gulv på grunn og mot det fri	0,15 W/m ² K (20cm EPS isolasjon)	0,15 W/m ² K (20-30cm EPS og kantisolasjon)
Gjennomsnittlig U-verdi for glass, vindu og dører	1,6 W/m ² K (2-lags vinduer)	1,2 W/m ² K (2-lags vinduer med lavmisjonsbelegg, glassfylling og isolert karm)
U-verdi glassvegger og glasstak	2,0 W/m ² K	Faller bort – samme krav som for vindu
Normaliserte kuldebroverdier	Inkludert i U-verdi for yttervegg	0,03 W/m ² (BRA)K for småhus 0,06 W/m ² (BRA)K for andre bygg
Tetthet	4,0 luftvekslinger pr/t (småhus) 3,0 luftvekslinger pr/t (andre bygg inntil to etasjer) 1,5 luftvekslinger pr/t (andre bygg over to etasjer)	2,5 luftvekslinger pr/t (småhus) ved 50 Pa trykkforskjell 1,5 luftvekslinger pr/t (andre bygg) ved 50 Pa trykkforskjell
Varmegjenvinning av ventilasjonsluft	60 %	70 %
Spesifikk effekt i ventilasjonsvifte (SPF-faktor)	Ingen krav	2,0 / 1,0 kW/m ³ s(dag/natt) i næringsbygg 2,5 kW/m ³ s i boliger (hele døgnet)
Kjøling	Minst mulig kjølebehov	Lokalkjøling skal unngås
Temperaturstyring	Ingen krav	Natt og helgesenking av innetemperatur til 19grader for bygningstyper der det skilles mellom dag-, natt- og helgedrift (17grader for idrettsbygg)

Som man ser i siste kolonne i tabell 2.1 er noen av isolasjonstykkelsene varierende. De største isolasjonstykkelsene for vanlig bindingsverkkonstruksjoner er nødvendig hvor inntil 12 % av arealet er gjennomgående bindingsverk. Ved å redusere arealandel

¹ BRA = bruksareal, bruttoareal (BTA) minus areal av yttervegger

BTA = bruttoareal, hele bygningens areal i alle etasjer målt til ytterveggen utside over og under marknivå

bindingsverk, eller ved å la deler av isolasjonen være kontinuerlig uten andre gjennomgående materialer, kan isolasjonstykkelsen reduseres. Den laveste isolasjonstykkelsen for gulv på grunn forutsetter at gulvisolasjonen er kontinuerlig uten andre gjennomgående materialer og at det er cirka 100mm isolasjon utvendig på ringmuren (BE 1, 2007).

Prinsippet for omfordeling av energikravene er at man kan godta og fravike kravene til ett eller flere energitiltak hvis man kan dokumentere at det samlede varmetapet ikke blir større enn om energitiltakene var tilfredsstilt hver for seg. Hvis det for eksempel installeres vindu med lavere U-verdi og / eller benytter gjenvinningsanlegg med høyere varmegjenvinningseffekt enn kravet tilsier, kan man bygge vegger med mindre isolasjon.

Man kan lure på om kvaliteten på innemiljøet vil bli like godt etter at TEK 2007 trer i kraft, siden luftutvekslingene skal bli mindre hyppige og byggene samtidig tettere. Det er ikke kommet nye spesifiserende tiltak på dette området i forskriften, så man kan forvente at det er gjort vurderinger som går god for denne nedgangen i luftutveksling. Det TEK sier om inneluftens kvalitet er at den skal være tilfredsstillende og ikke inneholde forurensninger i kjente skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon (§8-32), deriblant radoninnhold i luften.

2.3 Energiramme

Energirammeberegningen går ut på å beregne samlet netto energibehov angitt i kWh/m² oppvarmet BRA per år, og vise at det er lavere enn den fastsatte energiramme for aktuell bygningskategori. Bygningskategorier og energirammene fremkommer av tabell 2.2

Tabell 2.2: Byggets netto energibehov – energirammer (TEK 2007)

BYGNINGSKATEGORI	RAMMEKRAV kWh/m²
Småhus	125 + 1600 / oppvarmet BRA
<i>Boligblokk</i>	<i>120</i>
Barnehage	150
Kontorbygg	165
Skolebygg	135
Universitet / Høyskole	180
Sykehus	325
Sykehjem	235
Hoteller	240
Idrettsbygg	185
Forretningsbygg	235
Kulturbygg	180
Lett industri / verksteder	185

2.4 Minstekrav

I tillegg til kravene om energiltak og samlet netto energibehov gjelder noen minstekrav. Minstekravene til de ulike bygningsdelene er absolutte og kan ikke fravikes uansett hvilken beregningsmetode som brukes. Hensikten er å sikre god isolasjonsstandard og tetthet i alle bygg. De ulike bygningsdelene må ha en gjennomsnittsverdi som ikke er dårligere enn minstekravene som fremkommer av tabell 2.3.

Tabell 2.3: Minstekravene

Bygning	Minstekrav etter TEK 2007
U-verdi yttervegger	0,22 W/m ² K
U-verdi tak	0,18 W/m ² K
U-verdi gulv på grunn	0,18 W/m ² K
U-verdi vindu / dør	1,60 W/m ² K
Lufttetthet	3,0 oms ved 50 Pa trykkforskjell

Kravene gjelder for bygninger og fritidsboliger over 50 m².

Fritidsboliger større enn 150m² betraktes som småhus.

2.5 Energiforsyning

Mange bygninger i Norge har i dag kun elektrisk strøm som energiforsyning. TEK setter krav om at nye bygninger skal tilrettelegges for at minimum 40 % av energibehovet til varmtvann og romoppvarming (inkludert oppvarming av ventilasjonsluft) kan dekket av annen energiforsyning enn elektrisitet og /eller fossile brensler, for eksempel olje, gass og parafin. Eksempler på oppvarmingsmåter kan være fjernvarme, nærvarme, varmepumpe, solfanger, biokjel, biogass, pelletskamin og / eller vedovn.

Disse kravene kan bortfalle dersom ett av kriteriene nedenfor er oppfylt (§8-22, TEK veiledning, 4.utgave mars 2007):

- a) Bygningens netto varmebehov er lavere enn 17.000 kWh/år
- b) Tiltakshaver kan dokumentere at varmeløsningene medfører merkostnader over bygningens livsløp, sammenlignet med bruk av elektrisitet og / eller fossile brensler

Dersom en går bort fra kravet om energiforsyning skal boliger over 50m² likevel ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel.

I konsesjonsområder for fjernvarme med tilknytningsplikt, skal bygget, uansett andre energiløsninger, ha varmesystem som kan tilknytte fjernvarme (TEK, Temaveiledning 2007).

2.6 Balansert ventilasjon

Balansert ventilasjon gir i følge Enøkguiden vesentlig bedre luftkvalitet og inneklime. Balansert ventilasjon sørger for at det gjennom et kanalsystem kommer like mye luft inn i boligen som det går ut gjennom avtrekket. Både avtrekk og tilførsel skjer kontrollert ved hjelp av elektriske vifter. For å minske problemene med trekk og kaldras, tilføres forvarmet og filtrert friskluft i samme mengde som luften som trekkes ut. Dette gir muligheter for å overføre 60-90 prosent av varmen fra avtrekksluften til friskluften, såkalt

varmegjenvinning. Kravet til varmegjenvinningskapasitet på anlegget er i TEK 2007 satt til 70 %. Effektiv varmegjenvinning av avtrekksluft er det enkeltstående tiltaket som kan redusere varmebehovet mest (Passivhus, 2008). Gevinsten for inneklimate er betydelig. Sikkerheten mot fuktskader vesentlig større. For mennesker med astma- og allergiproblemer kan balansert ventilasjon med gode filtre ha stor positiv effekt, spesielt i pollensesongen (Enøkguiden, 2008).

2.7 Nåverdmodeller

Nåverdiberegninger benyttes for å vurdere lønnsomheten ved en investering. Dagens og fremtidige kostnader og besparelser tilbakeføres til nåtidspunktet. Dersom nåverdien > 0 er investeringen lønnsom i forhold til en alternativ investering under gitte forutsetninger. For å bedømme om tilleggsinvesteringene etter TEK 2007 er lønnsom, kan det belyses ved hjelp av nåverdimetoden. Metoden sier at:

$$NÅVERDI = \text{Privatøkonomisk besparelse} - \text{merkostnad ved investering}$$

Hans Elnan m. fl (2007) definerer nåverdiprinsippet slik: Kontantbeløp har en tidsverdi og kun en omregning til nåverdi kan sikre sammenlignbarhet av beløp på ulike tidspunkt - en krone om ett år er ikke det samme som en krone i dag. Den fremtidige kroneverdien er mindre.

Verdibestemmelse av fast eiendom i nåverdi kan beregnes etter følgende formel (Elnan m. fl, 2007):

$$NV = (CF/k) * (1 - 1/(1+k)^n) + Sn/(1+k)^n - I_0$$

Hvor:

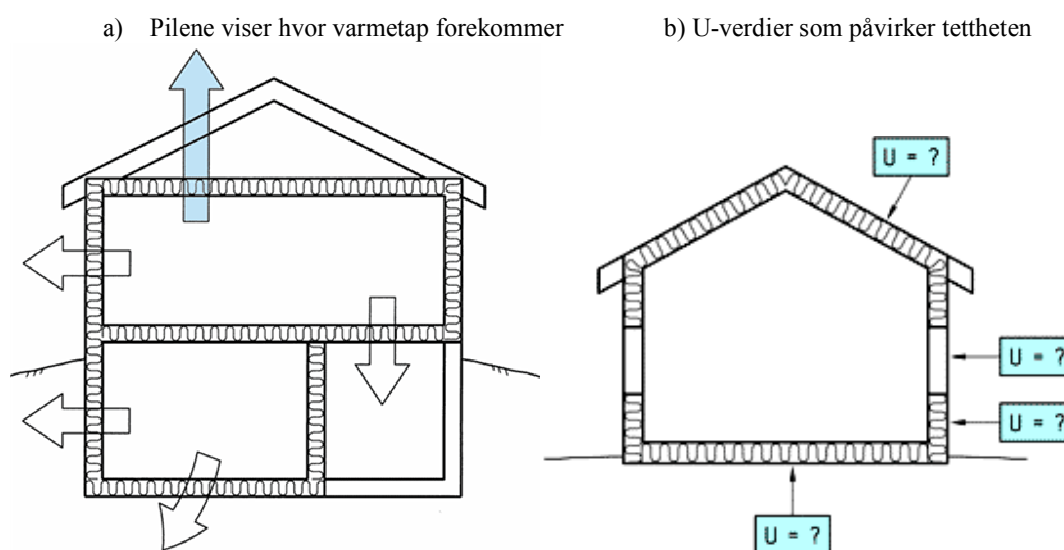
CF	= årlig, konstant netto kontantstrøm
k	= relevant kalkulasjonsrente
n	= tidshorizonten for prosjektet
Sn	= restverdi ved prosjekthorizonten
I ₀	= investeringsbeløp år 0

Formelen baserer seg på endelig levetid med konstant kontantstrøm. For bygninger er det aktuelt å foreta beregninger med en endelig levetid selv om tomte har uendelig levetid. Nåverdiberegning for energiltakene er vist i kapittel 6.

Dette er kravene slik de foreligger i Tekniske forskrifter. Kapittel 3 viser eksempel på hvordan de tekniske kravene kan etterkommes.

3 Hvordan møte de nye kravene teknisk sett?

Dette kapitlet tar for seg hvordan bygningskroppen kan bygges opp etter innføring av de skjerpede energikravene. For å visualisere endringene som kommer frem av Tekniske forskrifter kan man for eksempel hente informasjon fra SINTEF Byggforsk, Byggforskserien. Byggforskserien er et system bygd opp av enkeltstående blad med anvisninger, løsninger og anbefalinger for prosjektering, bygging og forvaltning av bygninger; byggdetaljblad.



Figur 3.1: Varmetap og u-verdier

a) Varmen forsvinner ut tak, vegger og gulv

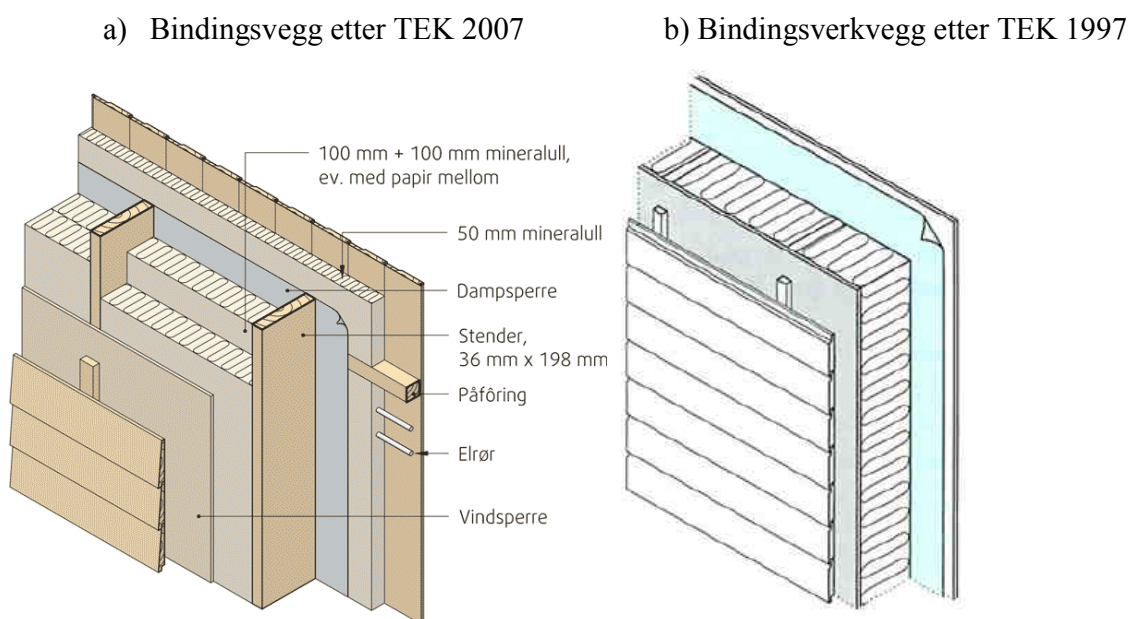
b) Skjerpede U-verdier bedrer tetthet

Som nevnt i kapittel 2.1 må noen bygningsdeler endres for å imøtekomme de nye energikravene. Bedre U-verdier skal begrense varmetapet som forekommer i de ulike bygningsdelene. Figur 3.1a viser ved hjelp av piler hvor varmetap fra rom inntreffer og figur 3.1b viser hvilke U-verdier som bør påvirkes for å oppnå bedre tetthet i bygg. I de neste underkapitlene vil det kunne leses spesifikt om hver enkelt bygningsdel og endring de må gjennomgå for å tilpasse seg energikravene i TEK 2007. Det er ulike verdier for isolasjonens varmekonduktivitet (λ). Det blir tatt kun utgangspunkt i én verdi per bygningsdel. Denne verdien spesifiseres i hvert tilfelle.

Som nevnt tidligere i rapporten blir energieffektiviseringen beskrevet etter energiltaksmetoden uten omfordeling.

3.1 Yttervegger

Krav til u-verdi i TEK 1997 er $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, mens krav i TEK 2007 er oppjustert til $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette medfører i praksis en endring på 5-10cm ekstra isolasjon i ytterveggen. Velger man en bindingsverksvegg med 250mm isolasjon med λ -verdi på 0,037 blir u-verdien $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Figur 3.2 a viser oppbygningen på en yttervegg hentet fra byggedetaljblad 523.255. Dette bladet viser oppbygging av en bindingsverksvegg av tre og montering av varmeisolasjon, vindsperre og dampspærre i yttervegger etter krav fra TEK 2007. Løsningene kan også benyttes for andre materialer enn heltre. Bladet viser prinsipløsninger som kan tilpasses kledningstype og ulike krav til varmeisolering og veggtykkelser. Figur 3.2 b viser tilsvarende utgått byggedetaljblad etter krav fra TEK 1997.



Figur 3.2: Bindingsverk av tre
a) etter TEK 2007 b) etter TEK 1997

Som vi ser på figur 3.2 a og b er forskjellen på veggene stort sett tykkelsen på isolasjonen og stenderne. U-verdien på en yttervegg med 250mm isolasjon har en u-verdi på

0,18W/m²K. Standard trevirke finnes ikke i 36mm*250mm eller 48mm*250mm, derfor brukes 200 mm + 50 mm for å komme opp i til 250 mm stendere som tilsvarer kravet til isolasjonstykkelse. Hvis ikke isolasjonen i veggene er nøyaktig tilskjært og fyller ut åpningen mellom stenderne, toppsvill, bunnsvill og rør vil varmen sive ut, varmetap oppstå og U-verdien av ytterveggen øker. På vegger som er 200 mm eller tykkere anbefales det at isolasjonen deles med et lag papir for å redusere konveksjon (gjennomgående luftspalter). Brukes det i tillegg krysslågt påføring resulterer det i at man legger isolasjonen på tvers av den andre isolasjonen som vist på figur 3.2.a. Den løsningen fjerner enda flere mulige konveksjoner.

I veggene er utførelse av tettesjiktene, gjennomføringer av kanaler o.l. og tilslutninger mellom konstruksjonsdeler spesielt viktig. Alle ender av tettesjiktene bør helst klemmes mot fast underlag som lekter eller plater med klemlist som festes med spikres eller skrues godt. Klemming av omlegg bare ved hjelp av trepanel gir ikke tilstrekkelig tetthet.

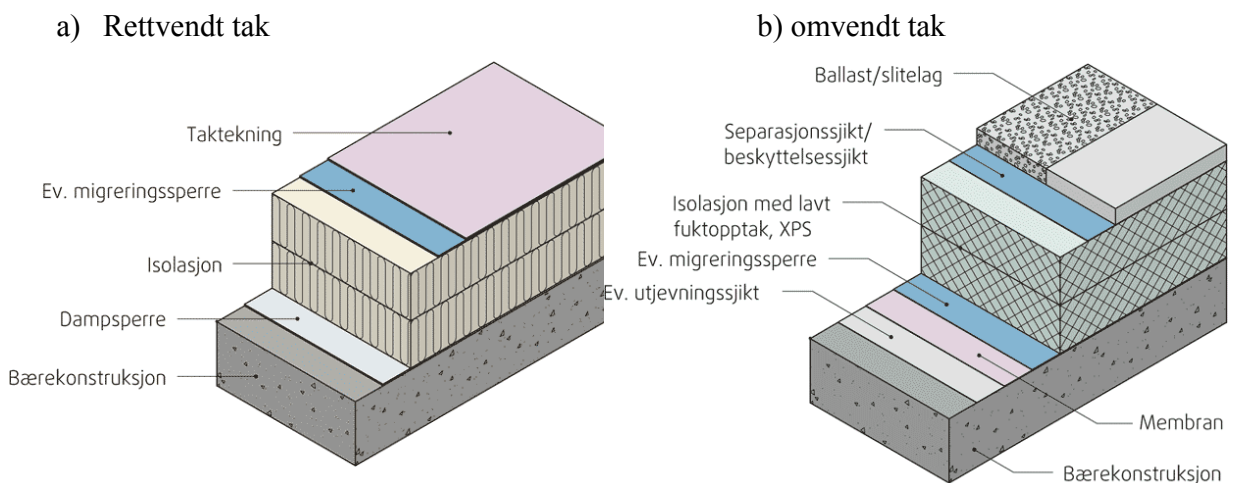
Dampsperran skal bidra til lufttettingen av veggen samtidig som den hindrer diffusjon av vandamp utover i veggen. Dampsperran er utsatt for gjennomhulling ved montering. Ved slike tilfeller er det viktig å få klemt dampsperran ved hullet mot fast underlag (lekter, plater). Fugemasse i klemskjøtene gir ekstra lufttetting. Hvis man bruker krysslågte påføringen muliggjør det inntrukken dampsperre. Ved en slik løsning kan elføringer legges innenfor dampsperran og man slipper da perforering av platen. Av hensyn til kondensfare på innsiden av dampsperran, bør maks 1/4 av all isolasjon i veggen monteres på innsiden av dampsperran.

Vindsperran skal danne et lufttett sjikt på utsiden av varmeisolasjonen samtidig som den skal hindre vann i å komme lenger inn i veggen. Vindsperran skal hindre luftbevegelse i isolasjonssjiktet fordi luft i bevegelse isolerer dårlig. Isolasjon er lik stillestående luft. Vindsperran kan leveres på rull i full etasjehøyde og reduserer antall skjøter og dermed potensielle lekkasjepunkt hvis alle ender og skjøter har anlegg mot fast underlag og klemmes mot lekter. En svakhet med slik vindtetting er at den fort kan skades ved at det kommer hull i den. Enkelte regn- og vindutsatte steder er det vanlig å bruke dobbel

vindspærre. Da settes det en plate på innsiden av vindspærre på rull. Ved bruk av plater til vindtetting får man flere skjøter som er utsatt for varmetap. Det fins spesielle skjøtelister som kan benyttes. Denne varianten kan i tillegg bidra som vindavstivning av bygget.

3.2 Tak

Krav til u-verdi på tak i TEK 1997 er $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, mens krav i TEK 2007 er oppjustert til $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette fører til økt isolasjon i taket. Velger man å bruke 280 eller 300mm isolasjon med λ -verdi på 0,036 blir u-verdien $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$. Figur 3.3 viser oppbygningen på et betongtak hentet fra byggdetaljblad 525.207 som omhandler u-verdier på ulike tak.



Figur 3.3: Oppbygning av kompakte tak

a) rettvendt tak

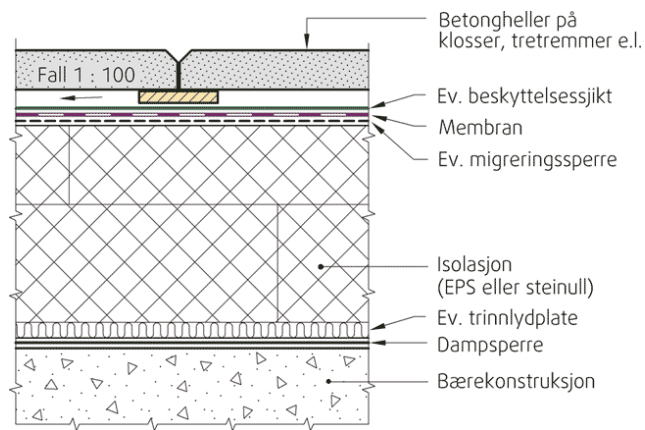
b) omvendt tak

Rettvendte tak, som figur 3.3 a, er den mest utbredte typen av kompakte tak. Taktypen har bærekonstruksjonen nederst (betong, stålplater eller tre), og overliggende dampspærre, isolasjon og taktekning. Denne typen tak er godt egnet til tak uten annen trafikk enn nødvendig for tilsyn og vedlikehold. Rettvendte tak med tung bærekonstruksjon i betong er godt egnet over lokaler med store fuktbelastninger.

Omvendte tak, som figur 3.3b, har membran, isolasjon og ballast eller slitelag over den bærende konstruksjonen. Denne typen tak er godt egnet for å beskytte membranen når

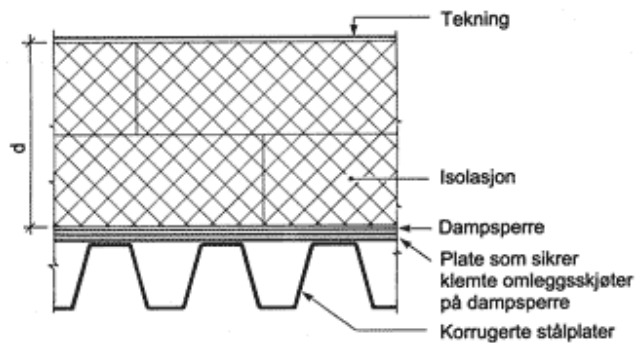
taket skal tåle mekaniske påkjenninger fra trafikk ut over det som er nødvendig for tilsyn og vedlikehold.

Dersom taket er en terrasse på etasjeskiller av betong anbefaler SINTEF Byggforsk å bygge terrassen i henhold til prinsippet for et rettvendt kompakt tak, særlig gjelder det terrasser for én familie kun med lett trafikk. Figur 3.4 viser at membranen da ligger på oversiden av varmesisolasjonen og er lett tilgjengelig for renhold, tilsyn og vedlikehold. Slik plassering av membranen gir bedre kontroll av vann på membranen enn om den ligger under isolasjonen.



Figur 3.4: Rettvendt tak med terrasse på etasjeskiller av betong for lett eller moderat bruk (Byggdetaljblad 525.304)

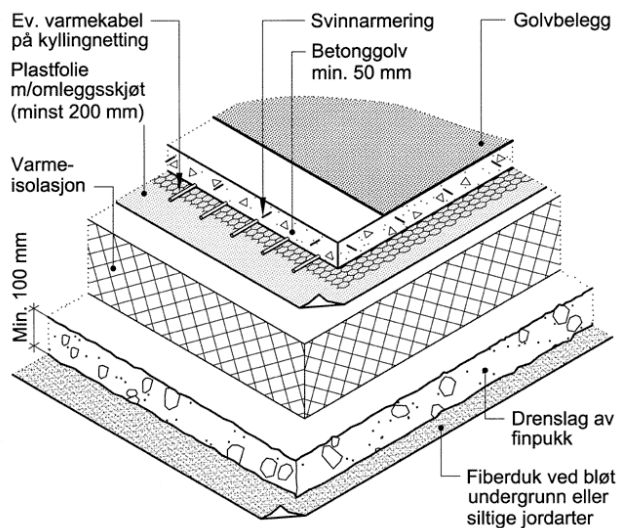
Figur 3.5 viser kompakt tak på bærende stålplater og dets oppbygning. 280mm og 300mm isolasjonstykkelse med λ -verdi på 0,036 tilsvarer også 0,13 W/m²K for de to sistnevnte taktypene.



Figur 3.5: Kompakt tak på bærende stålplater

3.3 Gulv på grunn og mot det fri

Når det gjelder gulv på grunn er det krav til samme u-verdi ($0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$) i begge utgavene av TEK. Det som er annerledes er krav til kantisolering. Dette vil si at gulvet isoleres i underkant med 20-30cm EPS som tidligere, mens det blir krav om å legge kantisolasjon ned langs for eksempel ringmuren. Figur 3.6 viser oppbygningen av betonggulv på grunnen.



Figur 3.6: Oppbygning av betonggulv med underliggende varmeisolasjon (Byggdetaljblad 522.111)

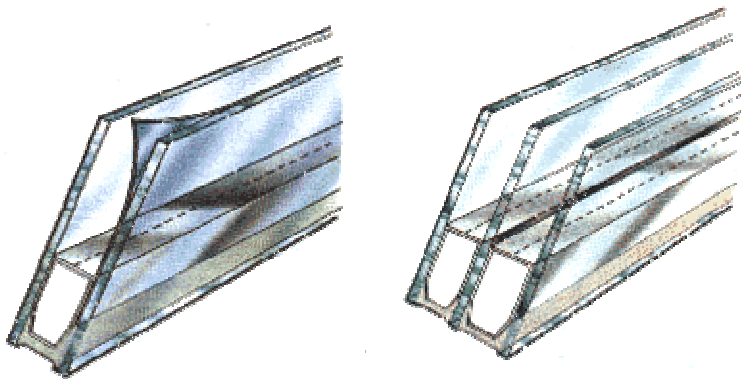
Figur 3.6 viser ikke kantisoleringen, men den vil i prinsippet ligge i ytterkant av gulvet inn mot og ned langs ringmuren.

3.4 Vindu

Det samlede glass-, vindus- og dørarealet i en bygning skal ikke overskride 20 % av bruksarealet. U-verdien endres fra 1,6 W/m²K (2-lags vinduer) til 1,2 W/m²K fra TEK 1997 til TEK 2007. Dette fører til at vanlige 2-lags glass etter hvert ikke blir gode nok. Vil man beholde 2-lags glass, må karm og ramme isoleres. Alternativt kan man bytte over til ”vanlige” 3-lags vindu. Inntil 40 % av varmetapet i en bolig skjer gjennom vinduene (Enova, 2008), så det er mye å hente ved å gå inn for enda bedre u-verdi enn energikravene. Figur 3.7 a og b viser en prinsippskisse av hvordan vinduene er oppbygd med henholdsvis 2 og 3 lag.

a) 2-lags vindu

b) 3-lags vindu



Figur 3.7: Vindu

a) 2-lags vindu med lavmisjonsbelegg

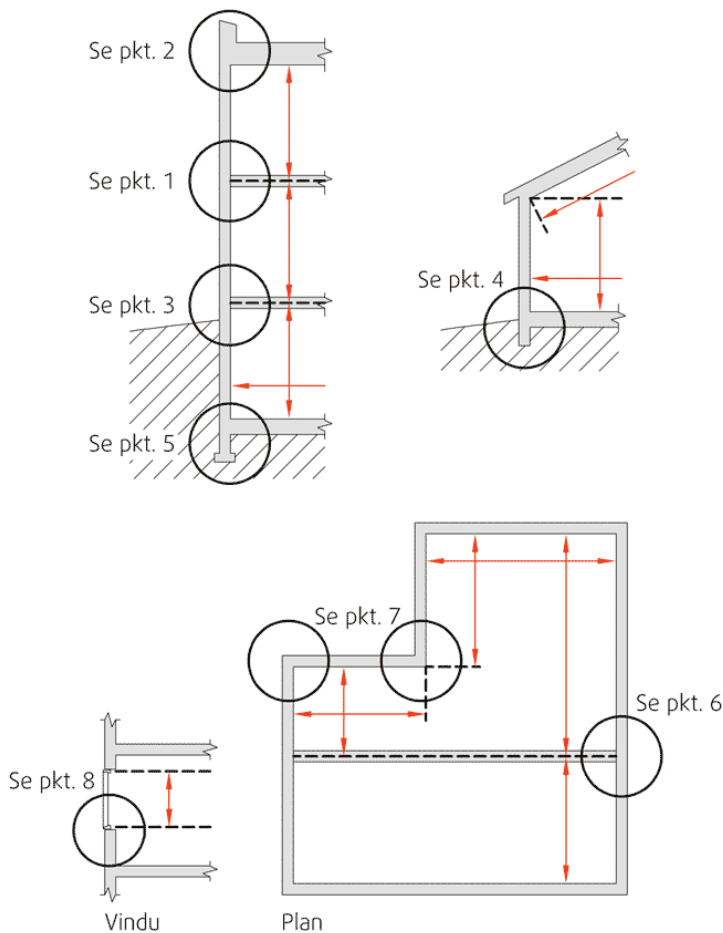
b) 3-lags vindu med u-verdi 1,1

Vindusleverandørene jobber med kvaliteten sin, så her vil det komme mange nye varianter med alternative løsninger til etter hvert som har enda lavere U-verdier enn kravet tilsier per i dag. En av utfordringene vindusleverandørene har fått i tillegg til skjerpet U-verdi er tyngden på vinduene. Hengslene som skal bære all vekten er en utfordring. Monteringsarbeidene på byggeplass blir også tyngre å gjennomføre.

3.5 Kuldebroer

Kuldebroer har fått større fokus i de nye energikravene. Kuldebro er en del av en bygningskonstruksjon som har vesentlig lavere varmemotstand enn konstruksjonen for

øvrig (punkt 1-8 på figur 3.8). I slike partier oppstår en lokal, sterk varmestrøm og et ekstra varmetap. I isolerte bygningskonstruksjoner vil kuldebroer bestå av materialer med relativt høy varmekonduktivitet (varmeledningsevne), som f.eks. tegl, betong og metaller. For å oppnå bedre tetthet i ett bygg er det viktig å redusere omfanget av varmegjennomstrømningen i kuldebroene ved og ”bryte” broene. Kuldebryter er et sjikt av varmeisolerende materiale som er lagt inn i en konstruksjon for å redusere virkningen av kuldebroen. Tiltak som reduserer luftlekkasjen i kuldebroene er blant annet riktig isolering, kontinuerlig føring av vindsperrer forbi kritiske detaljer og tetting med klemlister rundt vinduer, dører og ulike gjennomføringer. Figur 3.8 viser en oversikt over aktuelle kuldebroer hentet fra byggdetaljblad 471.017.



Figur 3.8: Oversikt over aktuelle kuldebroer og angivelse av innvendige mål

Etter TEK 1997 kan man innlemme kuldebroverdiene i ytterveggen, men dette er annerledes etter TEK 2007. Når det skal bygges en boligblokk vil det bli krav om at

normaliserte kuldebroverdier ikke skal overgå 0,06 W/m²(BRA)K i TEK 2007. For småhus blir kravet 0,03 W/m²(BRA)K.

Men hva menes med normaliserte kuldebroverdier?

Jo, samlet varmetap gjennom kuldebroer må beregnes ved å finne lengden av hver enkelt kuldebro og gange med tilhørende kuldebroverdi. Byggedetaljblad 471.017 inneholder en del kuldebroverdier. Deretter legges alle varmetapene fra kuldebroene sammen og deles på oppvarmet BRA. Dette tallet kalles normalisert kuldebroverdi og betegnes med Ψ'' . Benevnningen på Ψ'' er W/(m²(BRA)K).

Tabell 3.1 viser ett eksempel på ett oppsett for hvordan man kan dokumentere at energikravene er oppfylt i forhold til energiltak metoden for kuldebroer.

Tabell 3.1: Eksempel på beregning av varmetap fra kuldebroer
(Tabell hentet fra Byggedetaljblad 471.018)

Overgangsdetalj	Lengde, l M	Antall	Total lengde m	Kuldebro- verdi, Ψ W/(mK)	Varmetap fra kuldebro W/K
Tak/vegg	160	1	160	0,10	16
Etasjeskiller/yttervegg	160	2	320	0,10	32
Leilighetsskillevegg/yttervegg	40	3	120	0,10	12
Vindusfelt/vegg, dør/vegg	16	48	768	0,02	15
Vegg / golv på grunnen	160	1	160	0,10	16
Vegghjørner	9	4	36	0,05	2
Samlet varmetap fra kuldebro					93
Normalisert kuldebroverdi, $\Psi'' = \text{samlet varmetap fra kuldebroer} / \text{oppvarmet bruksareal BRA (BRA = 3 600 m}^2\text{)}$					0,03 W/(m ² K)

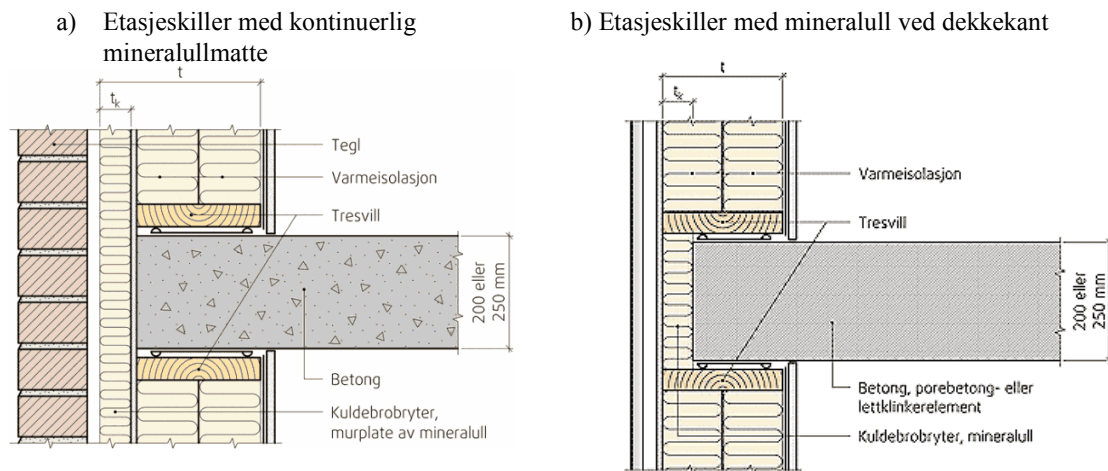
Tallene i tabell 3.1 tar utgangspunkt i en mindre boligblokk av betong på tre etasjer, med grunnflate 20 m x 60 m og yttervegger av utfyllende bindingsverk. Kuldebroverdiene, Ψ , er valgt som representative verdier, mens reelle verdier for aktuelle løsninger kan hentes fra Byggedetaljer 471.017 og NS 3031. Standarden tar for seg beregninger av bygningers energiytelse.

Figur 3.8 henviser til 8 punkt. De viser en oversikt over aktuelle kuldebroer. De neste avsnittene tar for seg ett eller to eksempel fra hver enkelt av disse kuldebroene, punkt for punkt, sammen med tilhørende kuldebroverdi. Avsnittene viser hvilke tiltak som må

settes i verk for å oppnå riktig varmetapstall på de ulike bygningselementene. Figurene til de kommende avsnittene er også hentet fra Byggdetaljblad 471.017.

3.5.1 Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller

For leilighetsbygg blir det som oftest benyttet betonggulv, plasstøpt eller prefabrikkert, som etasjeskiller, derfor ser jeg bort i fra trebjelkelag som etasjeskiller.



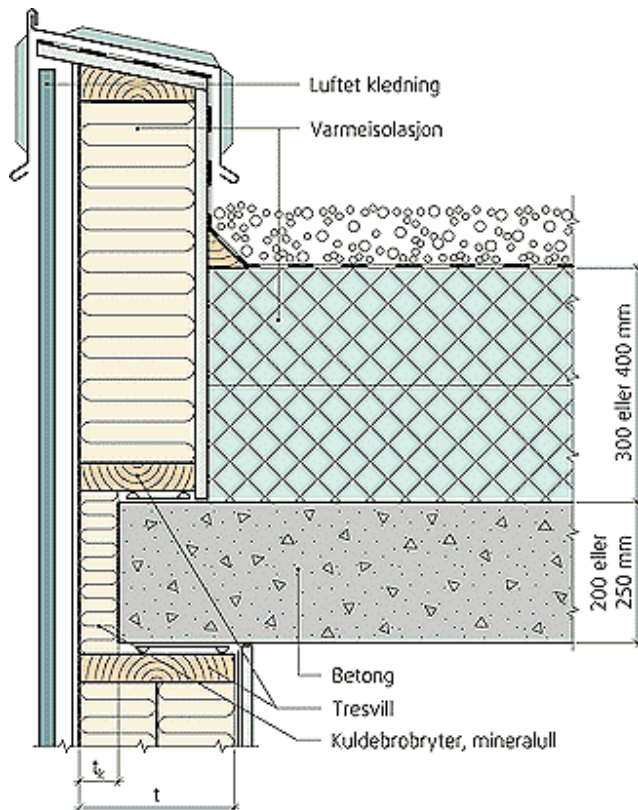
Figur 3.9: Etasjeskiller av betong med kuldebryter etter to prinsipper

a) kontinuerlig mineralullmatte

b) lokal mineralull ved kant på betongdekke

Figur 3.9 viser to mulige løsninger for kuldebrytning i etasjeskille. Ytterveggen skal isoleres med 250mm, så det som blir spørsmålet her er hvor tykk kuldebryteren må være. Det mest normale vil nok bli 80-100mm kuldebryter. Det er greit å vite at kuldebroverdien ved teglforblending gir en litt bedre verdi enn ved luftet kledning. I tillegg må man være obs på at dersom betongtykkelsen på etasjeskilleren øker, øker kuldebroverdien også. Figur 3.9a med kuldebryter på 100mm og 200mm betongdekke gir $\Psi = 0,04 \text{ W/(mK)}$. Tilsvarende for figur 3.9b blir $\Psi = 0,07 \text{ W/(mK)}$.

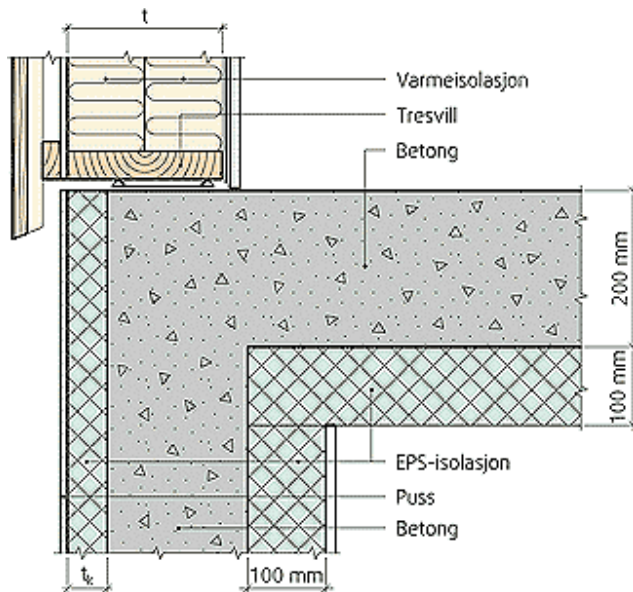
3.5.2 Tilslutning mellom yttervegg og kompakte tak



Figur 3.10: Yttervegg med luftet kledning mot kompakte tak med bærekonstruksjon av betong

Figuren 3.10 viser én type kuldebro i overgangen mellom tak og yttervegg. Etter hvert vil nok tykkelsen på denne kuldebryteren også ligge på rundt 80-100mm. Velges en kuldebryter på 100mm sammen med 300mm isolasjon på ett 200mm betongdekke gir det $\Psi = 0,15 \text{ W/(mK)}$.

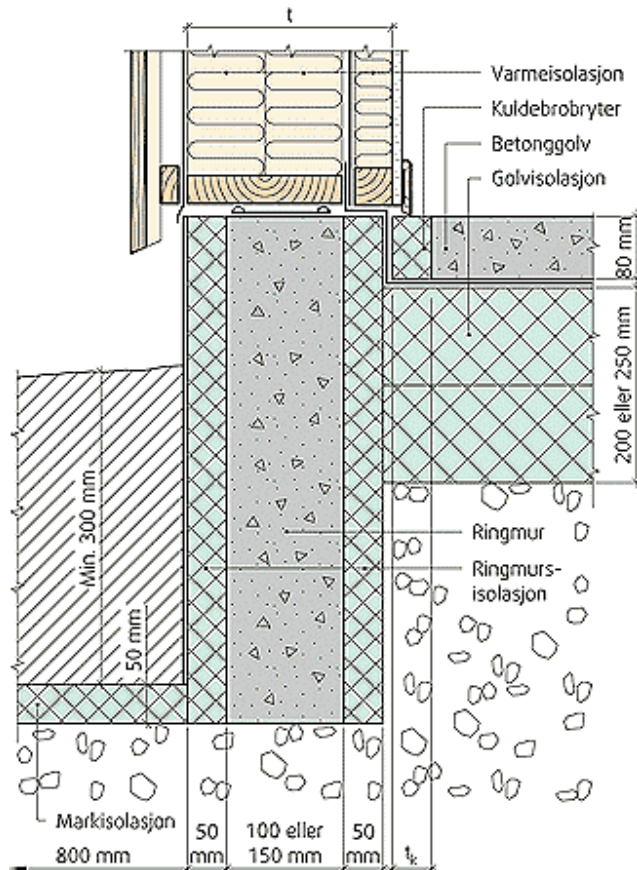
3.5.3 Tilslutning mellom yttervegg, grunnmur og etasjeskiller



Figur 3.11: Yttervegg av bindingsverk av tre, grunnmur av betong og etasjeskiller av betong

I et leilighetsbygg er det gjerne varianten i figur 3.11 som er den vanligste med tanke på dekke over parkeringskjeller og for betongvegger i parkeringskjeller. Velges det i denne løsningen en kuldebryter (t_k) på 100 mm sammen med 200 mm betongdekke med 100 mm isolasjon på innsiden og 250 mm bindingsverkvegg gir det $\Psi = 0,11 \text{ W/(mK)}$.

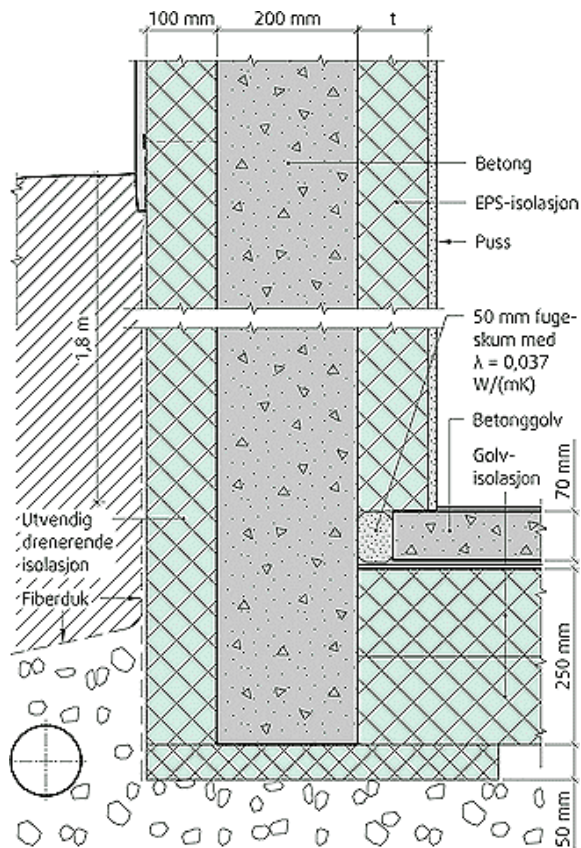
3.5.4 Tilslutning mellom yttervegg av bindingsverk av tre, ringmur og betonggulv



Figur 3.12: Ringmur isolert på begge sider, uten isolasjon under ringmur

Kuldebroytervarianten i figur 3.12 er nok mest sett på småhus siden det veldig ofte er en parkeringskjeller eller underetasje i leilighetsbygg, men den kan nevnes likevel. Velges det en yttervegg er 250mm, isolasjon under betonggulv på 200mm eller 250mm, en ringmur på 150mm og uten kuldebroyter får man $\Psi = 0,09 \text{ W}/(\text{mK})$. Tar man i tillegg med 50mm kuldebroyter får man $\Psi = 0,07 \text{ W}/(\text{mK})$.

3.5.5 Tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv



Figur 3.13: Tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv

Kuldebro vist i figur 3.13 er en vanlig kuldebro innen leieighetsbygging ved parkeringshus og underetasjer. Ut i fra tabell 3.2 kan man lese av at Ψ blir 0,06 W/(mK) med 50mm isolasjon og 0,05 W/(mK) med 100mm isolasjon. For vegger mot terreng uten innstøpt isolasjon bør minst 100mm av isolasjonen legges i et kontinuerlig sjikt på utsiden av veggen.

Tabell 3.2: Kuldebroverdier for tilslutning mellom grunnmur mot terreng og betonggulv

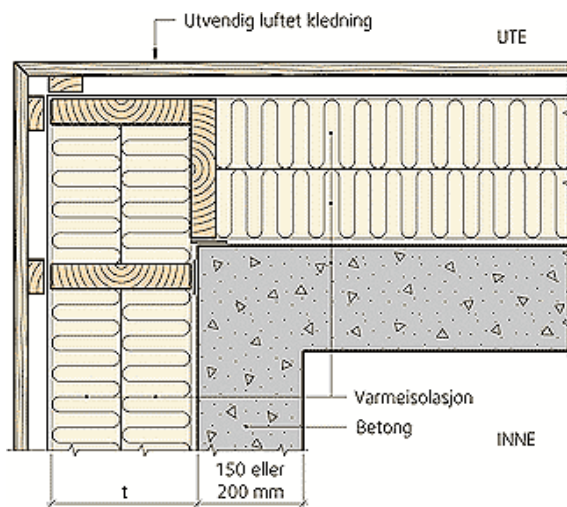
t (mm)	Ψ (W/(mK))
50	0,06
100	0,05

3.5.6 Tilslutning mellom innervegg og yttervegg

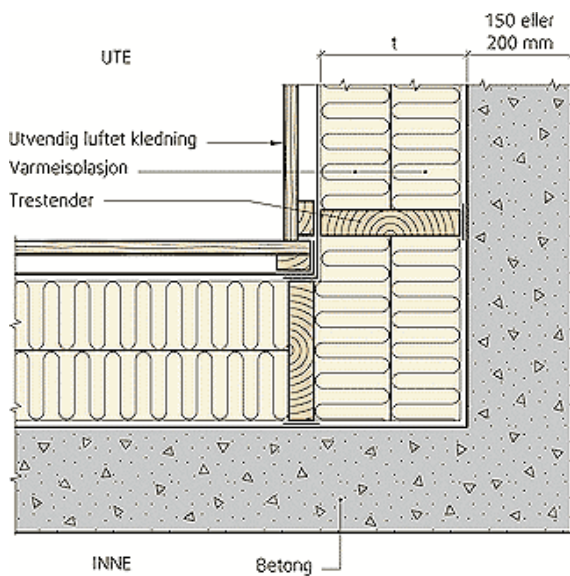
Kuldebroverdier ved tilslutning mellom innervegg og yttervegg blir omtrent som kuldebroverdier ved tilslutning mellom etasjeskiller av betong og yttervegg. Ved 100mm vertikal kuldebro bryter ut mot ytterveggen blir altså $\Psi = 0,07 \text{ W/(mK)}$.

3.5.7 Hjørner

Ved hjørneløsning på bygg skiller man mellom innadgående hjørner, figur 3.14, og utadgående hjørner, figur 3.15, på grunn av ulikt varmetap i de to hjørnevariantene.



Figur 3.14: Innadgående hjørne



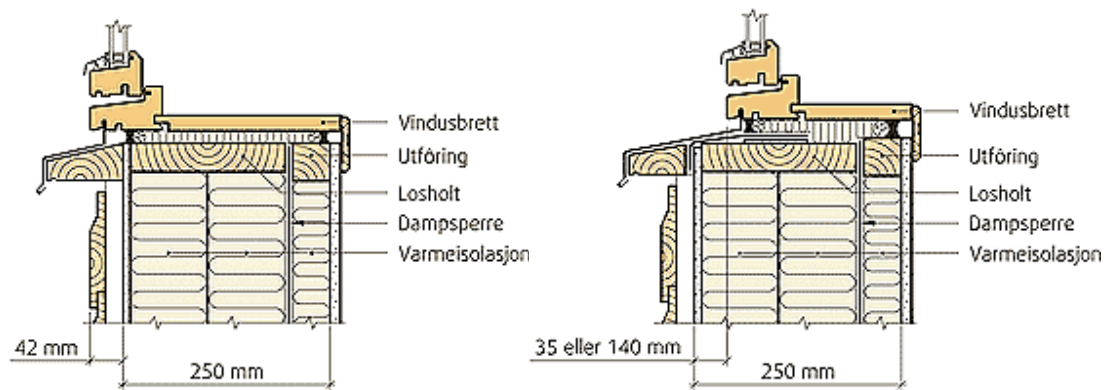
Figur 3.15: Utadgående hjørne

Kuldebroverdien til innadgående hjørner, figur 3.14, med isolasjonstykkelse fra 150-400mm er $-0,06 \text{ W}/(\text{mK})$, altså gir den en negativ verdi i regnestykket om varmetapet. Det samme gjelder ikke for utadgående hjørner, figur 3.15. Ved 250 mm isolasjon blir $\Psi = 0,03 \text{ W}/(\text{mK})$.

3.5.8 *Vinduer*

Den siste kuldebroen av de 8 som skal nevnes i den oppgaven er kuldebro for vindu.

- a) Vindu som flukter med ytre kledning b) Inntrukket vindu



Figur 3.16: Vindu

a) Vindu i flukt med ytre kledning

b) Inntrukket vindu

Lengden på kuldebroen er omkretsen av vinduet, så for et leilighetsbygg blir dette den kuldebroen med lengst lengde sammenlagt. Det er en fordel om man kan bygge med inntrukne vindu siden de gir betraktelig mindre varmetap enn for vinduer i flukt med ytre kledning. Figur 3.16a viser vindu i flukt med ytre kledning hvor avstanden fra ytre kant av karm og inn til utside av vindspærre (gipsplate) er 42mm. Ψ for vinduer i flukt med ytre kledning er $0,05 \text{ W}/(\text{mK})$. Figur 3.16b viser inntrukket vindu hvor avstanden fra utside av vindspærre (gipsplate) og inn til ytre kant av karm er 35 eller 140mm. Dette gir 2 ulike Ψ , henholdsvis $0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ og $0,03 \text{ W}/(\text{mK})$.

Nå har jeg beskrevet noen kuldebroer slik de kan bli når man må bygge etter TEK 2007. Jeg har laget et eksempel av modell 1 og kontrollert om kuldebroer som er beskrevet over kan være slik, altså med 100mm kuldebryter alle steder.

Tabell 3.3: Beregningseksempel 1: Varmetap fra kuldebroer (modell 1)

Overgangsdetalj ved modell 1	Lengde, l M	Antall	Total omkrets m	Kuldebroverdi, Ψ W/(mK)	Varmetap fra kuldebro W/K
Tak/vegg	152,6	1	152,6	0,15	22,9
Etasjeskiller/yttervegg	152,6	4	610,4	0,07	42,7
Leilighetsskillevegg/yttervegg	15	7	105	0,07	7,4
Vindusfelt/vegg, dør/vegg		177	1000	0,05	50
Vegg / golv på grunnen	152,6	1	152,6	0,11	16,8
Utadgående vegg hjørner	15	8	120	0,03	3,6
Innadgående vegg hjørner	15	4	60	-0,06	-3,6
Samlet varmetap fra kuldebro					139,8
Normalisert kuldebroverdi, $\Psi'' = \text{samlet varmetap fra kuldebroer} / \text{oppvarmet bruksareal BRA (BRA = 2 511 m}^2\text{)}$					0,056 W/(m ² K)

Tabell 3.3 viser at maks varmetap via kuldebroene for modell 1 er 150,7 W/K (2511m²/0,06W/(m²K)). Da overgår man ikke kravet om normalisert kuldebroverdi på 0,06 W/(m²K). I eksempel 1 ble kravet tilfredsstilt. Det er mulig å gjøre litt om på verdiene. I eksempel 1 ble det brukt vindu i flukt med ytre kledning. Hvis man kan trekke inn vinduet 35mm får man 40 W/K ekstra å gå på (1000m*0,01 W/(mK) = 10W/K). Da kan man for eksempel redusere isolasjonene i kuldebroene ved etasjeskillere, overgang vegg/tak og skillevegger fra 100mm til 80mm. For å finne kuldebroverdi for 80mm interpolerer jeg mellom verdiene for 50mm og 100mm og finner en ny verdi.

Tabell 3.4: Beregningseksempel 2: Varmetap fra kuldebroer (modell 1)

Overgangsdetalj ved modell 1	Lengde, l M	Antall	Total omkrets m	Kuldebroverdi, Ψ W/(mK)	Varmetap fra kuldebro W/K
Tak/vegg	152,6	1	152,6	0,174	26,6
Etasjeskiller/yttervegg	152,6	4	610,4	0,132	80,6
Leilighetsskillevegg/yttervegg	15	7	105	0,132	13,9
Vindusfelt/vegg, dør/vegg		177	1000	0,01	10
Vegg / golv på grunnen	152,6	1	152,6	0,11	16,8
Utadgående veggjørner	15	8	120	0,03	3,6
Innadgående veggjørner	15	4	60	-0,06	-3,6
Samlet varmetap fra kuldebro					147,9
Normalisert kuldebroverdi, $\Psi'' = \text{samlet varmetap fra kuldebroer} / \text{oppvarmet bruksareal BRA (BRA = 2 511 m}^2\text{)}$					0,059 W/(m ² K)

Som man ser av eksempel 2, tabell 3.4 blir kravene her også oppfylt.

Slik kan man altså regulere seg inn mot den varianten av tykkelser på kuldebrobryterne som passer best til prosjektet, det eneste man må passe på er og ikke overstige den normaliserte kuldebroverdien for den hustypen man har.

3.6 Termografering

Ved hjelp av termofotografering blir det usynlige synlig. Man kan ”ta bilde” av lufttemperaturen. Bildet synliggjøres lufttemperaturen med ulike farger avhengig av temperaturen slik det vises på figur 3.17. Man vil da se hvor luften er nedkjølt og hvor det størst varmetapet finner sted.



Figur 3.17: Termogram av en enebolig

Dette blir et hjelpemiddel som vil bli mer brukt etter hvert som energifokusert øker som en dokumentasjon på tetthet. Termografering kan benyttes til å påvise trekk, fukt, kuldebroer, manglende isolasjon, byggt tekniske feil og lignende. Innenfor elektro kan termografering for eksempel benyttes til for å påvise hvor varmekablene eller den vannbårne varmen går.

3.7 Tetthetsprøving etter trykkmetoden

TEK stiller krav til bygningers lufttetthet. I henhold til TEK kan lekkasjetallet for småhus ikke være større enn 2,5 luftvekslinger per time ved trykkforskjell på 50 Pa. For leilighetsbygninger tillates det maksimalt 1,5 luftvekslinger per time ved trykkforskjell på 50 Pa.



Figur 3.18: Testing av tetthet ved trykkmetoden

Vifte og ramme med plastduk til måling av lufttetthet i boliger og andre mindre bygninger.

Foto: SINTEF Byggforsk

For å finne lekkasjetallet trykkes deler av eller hele bygningen med en vifte. Det er da viktig med tett innmontering av vifte i åpning i ytterkonstruksjonen som vist i figur 3.18. Samtidig registrerer man den luftmengden som kreves for å oppnå gitte trykkforskjeller. Samme luftmengde som passerer vifta, må gå gjennom utetthetene i bygningen. Sammenhengen mellom luftmengder og oppnådd trykk gir tall som karakteriserer bygningens eller bygningsdelenes lufttetthet.

Til å angi bygningens lufttetthet er betegnelsen lekkasjetall n mest brukt i Norge. Lekkasjetallet vil si antall luftvekslinger ved 50 Pa trykkforskjell.

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V} (\text{h}^{-1})$$

Hvor:

- V_{50} er samlet lekkasjeluftmengde (m^3/h) ved 50 Pa
- V er volum av mål del (m^3)
- h er time

Til trykksetting og måling kan man benytte en transportabel vifte beregnet til formålet, eller man kan trykksette og måle ved hjelp av bygningens ventilasjonsanlegg (BKS 3, 2008).

Nå er mange av konsekvensene av de skjerpede kravene får på ulike bygningselement nevnt. Innen 1 ½ år er kravene obligatoriske. Inntil da kan reglene benyttes om hverandre. Det blir imidlertid viktig å dokumentere hvilke krav som ligger til grunn for beregning og bygging.

4 Byggeprosessens regler, faser, organisering og aktører

4.1 Lovverk; forskrifter og reguleringer i byggebransjen

Byggeindustrien i Norge er underlagt strenge forskrifter og reguleringer. Bransjen har sterke føringer for hvordan byggprosjekt skal gjennomføres og bygg oppføres. Måten byggeprosesser organiseres på er i stor grad bestemt gjennom påvirkning av formelle standarder, offentlige lover, forskrifter, retningslinjer og beslutningsprosesser og gjennom ulike profesjoner og faggruppers tradisjoner (Meland, 2000). For denne rapporten blir det aktuelt å nevne følgende lover, forskrifter, retningslinjer og standarder:

Plan- og bygningsloven (PBL) skal legge til rette for samordning av statlig, fylkeskommunal og kommunal virksomhet og danne et grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser, samt utbygging. Loven skal også sikre en del hensyn, blant annet legge til rette for å sikre barn gode oppvekstvilkår i tillegg til å sikre estetiske hensyn.

Loven er delt i to hoveddeler, en plandelen og en byggesaksdel.

Plandelen, inkludert bestemmelser om konsekvensutredninger ved større tiltak, forvaltes av Miljøverndepartementet, mens byggesaksdelen forvaltes av Kommunal- og Regionaldepartementet. Plandelen av loven stiller opp regler for planlegging på nasjonalt, regionalt og kommunalt nivå. Loven stiller ikke noe krav til resultatet av planleggingen, men stiller krav til prosessen som leder fram til planen. Bestemmelsene om konsekvensutredninger stiller opp generelle krav for saksbehandlingen av utredninger som må gjøres før det kan gis tillatelse til å sette i verk store bygge- og anleggstiltak. Hvilke tiltak det kreves konsekvensutredning for er fastlagt i forskrift til loven.

Rikspolitiske retningslinjer og rikspolitiske bestemmelser fastsettes av Regjeringen med hjemmel i plan- og bygningsloven. De rikspolitiske bestemmelsene er generelle mål og rammer på bestemte områder som skal legges til grunn for planlegging etter plan- og bygningsloven. Rikspolitiske retningslinjer brukes for å settes fokus på bestemte politikkområder.

Tekniske forskrifter (TEK) er gitt til gjennomføring og utfylling av bestemmelsene i Plan- og bygningsloven for gjennomføring av Norges forpliktelser etter EØS-avtalen for krav til byggverk og produkter til byggverk. Forskriften gjelder blant annet for konstruksjoner og anlegg. TEK, ajourført 2007, har blant annet skjerpede energikrav i forhold til tidligere utgaver. Disse kravene ble beskrevet i forrige kapittel. Tekniske forskrifter har tilhørende veiledning. Den siste utgaven av denne er 4.utgave per mars 2007.

Offentlig byggherrer er som regel underlagt Lov om offentlig anskaffelser (LOA) og Forskrift om offentlig anskaffelser (FOA).

NS 3940 Areal- og volumberegninger av bygninger angir regler for bygningers og brukerenheters oppdeling i grupper av rom etter den betydning rommene har.

NS 3420 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner er beskrivelsestekster for alle fag samlet i en standard. Denne standarden brukes for å utarbeide anbudsbeskrivelser, kalkyler, prising og oppfølging av byggeprosjekter. I 2005 kom elektronisk utgave av standarden som oppdateres jevnlig.

NS3450 Prosjektdokumenter for bygg og anlegg er en standard som fastsetter regler for redigering av og innhold i dokumenter som skal ligge til grunn for tilbud på eller avtale om utførelse av bygg, anlegg, installasjoner samt drift og vedlikehold.

Bygg og anleggsbransjen har en standardtabell for bygningsdeler, *NS 3451 Bygningsdelstabell med tilhørende veiledning*. Formål med denne standarden er å fastlegge inndeling i bygnings- og installasjonsdeler. Dette for systematisering, klassifisering, koding m.m. av informasjon som omfatter de fysiske delene av bygningen og de tilhørende utvendige anlegg. Inndelingen kan brukes til byggebeskrivelser, statistikk og tilbakeføring av erfaring om kostnader, bruksegenskaper, varighet og annet.

NS 3453 Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt fastlegger et mønster for spesifikasjon av byggekostnader og angir hvilke kostnader som skal inngå. Standarden kan brukes til alle byggeprosjekter.

NS 8400 Regler for anskaffelser til bygg og anlegg ved anbudskonkurranser gir regler for kontrahering av kontrakter om utførelse av bygg og anlegg, og kjøp av varer og tjenester i forbindelse med bygg og anlegg. I standarden finner man regelverk som skal følges både av oppdragstaker og leverandør i forbindelse med anbudskonkurransen. Standarden kan bare brukes ved kontrahering av byggekontrakter og kjøp av varer og tjenester for private oppdragsgivere.

NS 3459 Elektronisk overføring av prosjektdata definerer et format for overføring av prosjektdata mellom programsystem og lagringsmedier har også en standard.

NS 3031 Beregninger av bygningers energiytelse gir oppskriften på hvordan energikravene skal oppfylles. Standard har beregningsregler og inndata for å dokumentere bygningers totale årlige energibehov og energiytelse er utgitt av Standard Norge i revidert utgave.

4.2 Byggeprosessens faser

Byggeprosessen kan beskrives med utgangspunkt i den livssyklusen bygget gjennomlever. Dr.ing Øystein H. Meland (2000) har beskrevet verdikjeden helt fra den starter med en ide til funksjonsriktig bygg. Figur 4.1 viser de typiske fasene. Beskrivelsen av fasene baseres på Meland verdikjedebeskrivelse.



Figur 4.1: Verdikjeden for et byggeprosjekt (Meland, 2000)

Byggeprosessen starter med en ide eller ønske om å få dekket et behov. Dette kan utvikles til et byggeprogram hvor bygningens tiltenkte egenskaper forhåndsbestemmes; programmeringsfasen. Under denne fasen har vi følgende underfaser: utredning og program. En utredning beskriver nåværende og fremtidige behov for virksomhet i bygningen. Dvs å klarlegge og kartlegge ressurser samt vurdere lokalisering av alternative tomteareal. Ressursvurderingen gjelder særlig rammer for prosjekteringskostnader og årskostnader, evt. kostnad per avdeling, kostnader per leilighet og lignende. Et byggeprogram utarbeides. Programmet skal uttrykke krav og ønsker til funksjon eller egenskap, kvantitet, kvalitet, kostnad og tid. De ulike kravene og ønskene bør være prioritert. Det er også vesentlig å kontrollere at programmet ikke strider mot lover, forskrifter og reguleringsmessige forhold og at programmet er realistisk med tanke på gitte rammer for kostnad og tid. Så langt i prosessen har brukeren, evt. prosjektlederen, av bygget stått for arbeidet.

Ut i fra arbeidene så langt dannes det et konsept som det kan jobbes videre på. På dette tidspunkt involveres byggherren hvis han ikke allerede er involvert.

Når vi beveger oss over i prosjekteringsfasen behandles mulige fysiske løsninger av de krav som stilles. Resultatet blir etter hvert en komplett beskrivelse av byggeprosjektet.

Veien til komplett beskrivelse starter med skisseprosjekt hvor hovedlinjene fastlegges. Denne fasen preges av at det foreligger et overordnet program – hovedfunksjonsprogram – og at alle prosjekteringsfagene er representert: arkitekt og rådgivende ingeniører for bl.a. byggeteknikk, vvs og elektro. Skisseprosjekt gir et forslag til overordnet tidsplan og er normalt ikke egnet for noe endelig vedtak av kostnadsramme. Etter endt skisseprosjekt går man over i forprosjektfasen. I forprosjektet jobbes det med å få frem ferdig geometri på bygget og beskrive dets system. Byggherren skal ha vedtatt gjennomføringsmodell og løsningene, rammetillatelsen og tidsplan skal være klar og en grundig kalkyle skal foreligge.

Neste skritt på veien er hovedprosjektet. Her får prosjektet sin endelige utforming, alle funksjonelle, kvantitative og kvalitative egenskaper formuleres entydig som grunnlag for detaljert uttegning og beskrivelse av prosjektet. Hovedprosjekt gir kostnadsoverslag for

prosjektet. Siste skrittet i prosjekteringsfasen er detaljprosjekt. Her foretar man en detaljert uttegning og beskrivelse av prosjektet; en fullstendig produktbeskrivelse. Det bør ikke tilføres nye eller endrede krav til funksjon, kvantitet eller kvalitet som vil kreve løsninger utover de rammene som ble gitt i hovedprosjektet i denne fasen. Skulle det vise seg at tidligere forutsetninger ikke holder, bør et revidert kostnadsoverslag utarbeides som grunnlag for revurdering av forutsetningene. Detaljprosjekt er det vesentligste grunnlaget for produksjon og tilbud. Prosjekteringsfasen skaper altså en modell av bygningen slik den er tenkt å bli, men til tross for dette står denne fasen for en beskjeden del av totalinvesteringen frem til bygningen tas i bruk (4-6 %).

I utførelsesfasen virkeliggjøres den formgitte og påtenkte modellen. Da påløper det meste av investeringene i et byggeprosjekt. Byggearbeidene utføres i henhold til tegninger som beskrevet i kontraktene, generelle standarder og vanlig praksis. På slutten av fasen fortas det ferdigbefaring før overtagelsen. Dette er en kritisk fase i byggeprosessen. Her skal eieren av bygget godta at bygget er levert etter ønsket kvalitet, eller eventuelt bemerke feil og mangler som må rettes på. Overtagelsen forutsetter normalt sett at de offentlige myndighetene har godkjent arbeidet i henhold til byggetillatelse og derved gitt ferdigattest.

I de senere årene har bygningens totale livsløpskostnader fått en mer sentral rolle. Bruken av bygningen har fått større fokus enn tidligere, og begrepet byggeprosess omfatter også bruksperioden og etter hvert utrangering av bygningen. Fokusendringen har bidratt til at FDVU (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) og gjenvinning/gjenbruk av materiale har blitt del av kjerneprosessen i byggeprosessen.

Bruksperioden starter opp når bruker tar bygningen i bruk. Kvaliteten på FDVU - prosessen er avgjørende for bygningens levetid. Gjennomsnitt levetid for bygninger er ofte minst 50-60 år, men bygningens forskjellige komponenter har ulik levetid. For eksempel har datakomponenter en levetid på 2-3 år, mens fundamenter har levetid på over 100 år.

Mangelfull brukertilpasning kan være grunn til at bygningen må gjennomgå funksjonelle fornyelser. Omfanget og hyppigheten av fornyelsestiltak varierer med kapitaltilgang, brukerorganisasjonens endringstakt, utskifting av brukerorganisasjon og lignende. Fornyelsene starter ofte rett etter at bygningen tas i bruk og fortsetter helt til bygningens utrangeringstidspunkt. Med dette i tankene forstår man at det er vanskelig å gi gode anslag for bygningens totale levetid og dermed for den utvidede byggeprosessen totale varighet.

Avhendingsfasen til bygget er utrangeringstidspunktet. Fasen finner sted når bygget rives, fraflyttes og/eller forfaller. Nå oppstår spørsmålene om gjenbruk av materiale, materialgjenvinning, avfallsforbrenning, vanlig deponering osv. Allerede i prosjekteringsfasen bør det i dag foretas grundig gjennomgang av disse spørsmålene både av miljømessige og ressursmessige hensyn. Skal det for eksempel velges betongkonstruksjon som kan knuses og brukes som fyllmasse ved senere anledning, eller skal man heller velges limtre som kan forbrennes og gi energi etter riving av bygget? Det er ikke rart at det har blitt sterkt fokus rundt miljøfokuset hvis man tenker på at avfall fra byggevirksomheten utgjør ca. 3,5 millioner tonn årlig bare i Norge.

4.3 Byggeprosessen organisering

Byggeprosessen organiseres og gjennomføres etter prosjektmodellen (Meland 2000). Med det menes blant annet avgrensninger som er rammesettende for prosjektets aktiviteter. Det forutsettes rammer for tid, ressurser, kostnader, kvalitet og omfang. Innenfor rammene har det utviklet seg et sett av gjennomføringsmodeller. For å forklare gjennomføringsmodell, deles organisasjonsbegrepet opp og følgende legges til grunn i begrepet gjennomføringsmodell:

- Kontraheringsstrategi
- Organisasjonsform
- Entreprise- og kontraktsform
- Vederlagsform

Disse fire forholdene må vurderes samlet. Forholdene påvirker ytre rammer, indre rammer, prosjekt karakteristika og mål. Prosjektets karakteristikk vil være grunnlag for

valg av organisasjonsprinsipp. Organisasjonsprinsippene og prosjektkarakteristikk vil være bestemmende for valg av entreprisform og deretter kontraheringsstrategi. Til sist fastlegges prinsipp for vederlag.

Meland (2000) skriver at gjennomføringsmodellen for et byggeprosjekt defineres i stor grad gjennom kontraktene mellom partene og i forarbeidene med disse. Ved å kombinere ulike entrepris- og kontraktsformer, kontraheringsformer, vederlagsformer og organisasjonsmodeller kommer det frem et sett av mulige gjennomføringsmodeller som kan legges til grunn for enkeltprosjekter. Det finnes ingen beste gjennomføringsmodell, men under gitte forutsetninger vil alltid noen modeller gi bedre resultat enn andre.

4.3.1 Kontraheringsstrategi

Med kontrahering menes fremgangsmåten for å komme frem til en avtale om utførelse av et byggearbeid. Det finnes ulike måter å komme frem til avtalen på. Hovedskillet går mellom kontrahering etter konkurranse² og kontrahering etter forhandlinger³. Alle store byggearbeid lyses ut på anbud uansett type prosjekt. Offentlige byggherrer er som regel underlagt Lov og forskrift om offentlig anskaffelser (LOA og FOA).

4.3.2 Organisasjonsform

Når et byggeprosjekt skal gjennomføres finnes det mange forskjellige organisasjonskulturer å velge mellom. Det finnes ingen ideell organisasjonsform som er best for alle typer prosjekter, dette avhenger av prosjektypen. Den største forskjellen mellom de ulike formene er hvor ansvaret blir plassert og graden av innsyn og påvirkningsmulighet fra byggherrens side. Organiseringsformene kalles entrepriser og man kan skilles mellom tre prinsippelle organisasjonsmetoder (Meland 2003):

- Delt leverandørorganisasjon
- Integreert leverandørorganisasjon
- Integreert organisasjon

² Kontrahering etter konkurranse er anbudskonkurranse som går på å gi tilbud på utførelsen av et byggearbeid

³ Kontrahering etter forhandlinger er når byggherre gjør avtaler uten å gå veien om anbudskonkurransen

I utgangspunktet er en vellykket byggesak avhengig av at byggherren analyserer sin egen situasjon, sine egne ressurser og sin egen evne å påta seg deler av administrasjonen. Typiske spørsmål som byggherren må overveie er blant annet: Hvor stor vekt skal det legges på å få byggesaken hurtig igjennom? Legges det avgjørende vekt på å overholde fastsatte rammer for kostnader? Hvor stor vekt skal det legges på byggets fleksibilitet? Er man villig til å øke investeringskostnadene for å oppnå for eksempel: lavere drifts- og vedlikeholdskostnader, komfort og trivsel for brukere. Hvilke energikrav skal legges til grunn ved oppføring? Skal man tenke miljøvennlig ut over det som er nødvendig?

Andre spørsmål som må overveies er knyttet til byggherrens egen organisasjon og evne til å håndtere byggesaken: Har man kvalifisert personale med tilstrekkelig tid til de funksjoner som byggherren planlegger å utføre selv? Hvordan er beslutningsprosessen hos byggherren, og hvordan skal den interne administrasjonsorganisasjonen se ut? Hvem skal ha anledning til å påvirke byggesaken? Vil byggherre satse tid og ressurser på en langvarig og omfattende medbestemmelse og påvirkning, eller vil det være mer rasjonelt med korte beslutningsprosesser i avgjørende faser? På grunnlag av bakgrunnsdata for det spesifikke prosjektet, om byggherrens situasjon og prioriteringer, avgjøres det hvilken av de tre organisasjonsformene som bør velges.

Byggeprosessens organisering påvirkes i stor grad av de formelle standarder, offentlige lover og forskrifter hvor enkelte ble nevnt i kapittel 4.1. Organiseringen påvirkes også av beslutningsprosesser, gjennom ulike profesjoner og faggruppers tradisjoner (Meland, 2000).

4.3.3 *Entrepriseformer*

Delt leverandørorganisasjon omfatter de tradisjonelle entrepriseformene som byggherrestyrt sideentreprise, hovedentreprise, generalentreprise og construction management (CM). Fellesnevneren for modellene i delt leverandørorganisasjon er at alle karakteriseres av at ansvaret for prosjektering og produksjon er delt mellom ulike leverandører. Videre karakteriseres delt leverandørorganisasjon ved at byggherre er i direkte oppdragsgiverposisjon med direkte kontrakter med prosjekterende og med de involverte som er ansvarlig for produksjonen (Meland, 2003).

Integrert leverandørorganisasjon betyr at en part tar ansvar for ”alt” og integrerer leveransene slik at byggherren slipper å forholde seg til mer enn en kontrakt. I dagligtale, og som tradisjonell gjennomføringsmodell, benyttes navnet totalentreprise. Det er totalentreprenørens ansvar å integrere (koordinere og samspille) aktørene i leverandørorganisasjonen (Meland, 2003).

Integrerte organisasjoner er ulike former for integrert samarbeid mellom byggherren og leverandørene (rådgivere og entreprenører). En integrert organisasjon kan variere både i innhold, juridiske forpliktelser, i tid og rom samt fordeling av ansvar og risiko. Det mest kjente begreper som er benyttet: Samspillmodellen, IPT (Integrerte Prosjekt Team), Partnering, Allianser og Partnerskap (Meland, 2003).

4.3.4 Kontrakt og vederlagsform.

Kontraktene kan bygges opp på forskjellige måter, alt etter omfang av det ansvar partene skal overta, hvor prisen skal beregnes med mer. Det vil også være sammenheng mellom kontraktstype og den entrepriseform som er valgt (Byggefagrådet, 1986).

4.4 Byggeprosessens aktører

Ut i fra hovedoppgavene som skal utføres i et byggeprosjekt, kan byggeprosessen deles opp i følgende delorganisasjoner (Meland, 2000):

- Utbygger: byggherreorganisasjon. Hvis ikke utbyggeren selv skal være sluttbrukeren av bygningen, er byggherreorganisasjonen valgt ut av brukerorganisasjonen for å utføre jobben. Byggherreorganisasjonen har ansvaret for at retningslinjene og kravene fra brukerorganisasjonen blir overholdt.
- Bruker av det ferdige byggverket: brukerorganisasjon. De skal ta bygningen i bruk ved byggeprosessens avslutning.
- De ansvarlig prosjekterende (PRO): prosjekteringsorganisasjon, rådgiverne. De har ansvar for å utvikle det immaterielle produktet som legges til grunn for produksjon, bruk og videreutvikling av bygningen. Prosjekteringsgruppens produkt skal gi svar på og utformingsløsninger for forhold som: tilpasning av bygningen til brukerorganisasjonens drift, tilpasning til omgivelsene, tilpasning til

- rasjonell byggeplassproduksjon og tilpasning innenfor de rammer som er definert for kostnader, gjennomføringstid, kvalitetskrav, myndighetskrav osv.
- De ansvarlig utførende (UTF): entreprenør- og leverandørorganisasjon. De skal besørge omforming av den prosjekterte modellen til en ferdig bygning i produksjonsfasen. *Leverandørene* er de aktørene som hovedsakelig leverer varer til byggeplassen. *Entreprenørene* besørger den stedlige produksjon av bygningsdeler samt kobler elementer sammen til et komplett bygg. Avhengig av entreprisform opererer entreprenørene som total-, general-, hoved- eller side-/underentreprenør.

4.5 Hvordan blir aktørene påvirket av ny TEK?

Kapittel 4.4 tok for seg delorganisasjoner i ett byggeprosjekt. Hvordan vil aktørene påvirkes når nye TEK trer i kraft for fullt?

Utbyggeren blir påvirket av TEK 2007 via investeringskostnad og arealbruk på nybygget eller restaureringsprosjektet. For å bygge samme bruksareal (BRA) etter nye regler må det bygges et større bruttoareal (BTA) siden veggene blir tykkere. Alternativet er å bygge likt bruttoareal og få mindre bruksareal, da vil ytterveggene ”vokse innover” i bygget. Investeringene til utbyggeren blir styrt av ulike tiltak for at bygget skal bli energibesparende. Utbygger bør kartlegge og vurdere de naturlige forholdene på tomten for å utnytte forhold som terreng, sol og optimal plassering. Utbygger bør også vurdere å utnytte de naturlige energiene på tomten for å spare innkjøp av energi senere (passiv klimatisering), tenke livssyklus kostnader og tilstrebe riktig løsningsvalg istedenfor kortsiktige investeringskostnader.

Om de overnevnte tingene blir gjort avhenger muligens av entreprisformen. Dersom prosjektet styres av hovedentreprise vil kvaliteten og ekstra investeringskostnader kunne styres av eieren av bygget. Hvis bygget derimot styres av totalentreprise vil det være entreprenøren som styrer kvalitet og kostnad. Bruker av bygget vil tenke langsiktig og ønsker tilleggsinvesteringer hvis det lønner seg på sikt. Dersom utbygger ikke selv skal bruke bygget vil han først og fremst styre prosjektet etter størst mulig profitt.

Bruker av det ferdige bygget bør legge vekt på at utbygger har gjort tiltakene som tilleggsinvesteringene tilsier. Bruker får en høyere investering / husleie, men det positive er at bygg satt opp etter nye forskrifter holder bedre på varmen og dermed får lavere energikostnad. Bygget har alternativ oppvarmingsmulighet og er ikke lenger like avhengig av elektrisk kraft. Dette økt forsyningsikkerhet. Bygget er tettere og dermed bedre beskyttet mot vær og vind. Bygget har varmegjenvinningsanlegg. Inneklimaet bedres. På toppen av det hele bidrar man til mindre klimagassutslipp.

Rådgiverne sammen med entreprenørene blir de aktørene som vil merke innføringen av de nye kravene mest. De må sette seg inn i de nye kravene og lage detaljløsningene deretter. De må sette seg inn i nye byggdetaljblader og nytt veiledningsmateriell, og bransjen vil få tilbud om seminar og kurs for å styrke kompetansen sin. Endringer som blir gjeldende ved energitiltak, er for eksempel at isolasjonstykkelsen i yttervegger økes fra 200mm til 250mm. I tak skal isolasjonen økes fra 250-300mm til 300-350mm. Gulv på grunn eller mot det fri får økt isolasjonstykkelsen fra 200mm til 200 300mm og økt kantisolasjon siden u-verdien endres fra 0,15 W/m²K til 0,13W/m²K. I tillegg er det innført kuldebroverdier som tidligere var inkludert i u-verdien til ytterveggen. Vil man omgå overnevnte tiltak kan man gjøre en varmetapsberegning hvor enkelte verdier økes mot at andre senkes. Dette er detaljer som aktuelle rådgivere må prosjektere ut fra når det er energitiltaksmetoden som skal være gjeldende.

For å oppnå god energieffektivitet kreves god planlegging, og man må gjøre smarte valg allerede på prosjekteringsstadiet:

- En kompakt bygningskropp gir best energieffektivitet.
- Enkle konstruksjoner, detaljer og geometri vil gjøre det lettere å få til riktig utførelse.
- God lufttetthet er svært viktig, og sammen med bygningens plassering/skjerming, orientering og utforming vil dette ha mye å si for energibruken.
- Vinduer har mye dårligere U-verdi enn resten av bygningskroppen. Derfor vil man spare mye energi ved å redusere vindusarealet, særlig på nordvendte vegger.
- Det er viktig å unngå kuldebroer

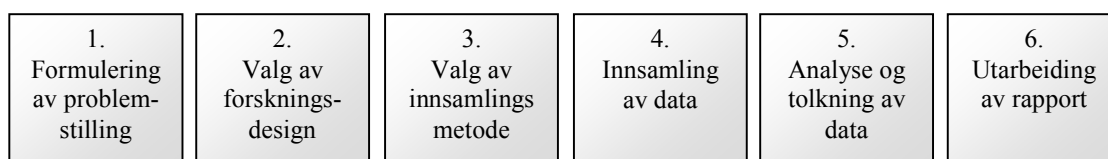
På leverandørsiden i bransjen vil mange produsenter måtte endre produktene sine. Spesielt vindusbransjen vil få omveltninger i produksjonen siden U-verdikravene til vindu har endret seg fra 1,6 til 1,2 W/m²K. Halvparten av varmetapet i boliger skjer gjennom vinduene, så derfor får vindusbransjen 3 av de 7 millionene nevnt over til utviklingsarbeid knyttet til de små aktørene i bransjen. Leverandørene må altså omlegge deler av produksjonen sin slik at de tilfredsstiller krav til u-verdier og andre faktorer. Dette medfører at mange produkt må beregnes på nytt, produksjonsunderlag endres og produksjon omstilles. Det vil sikkert i enkelte tilfelle også bli nødvendig med nytt produksjonsutstyr.

Entreprenørene på sin side får mange nye og/eller endrede arbeidsoppgaver. De blir, i likhet med rådgiverne, tilbudt seminar og kurs. De må sette seg inn i detaljblad og veiledningsmateriell. Denne gruppen kan man anta får de tøffeste omstillingene. Siden faglært arbeidskraft er mangelvare, er det å øke kunnskapsnivået og evnen til å bygge gode og energivennlige bygg en stor utfordring for denne gruppen. Det blir stilt store krav til presisjon og nøyaktighet i utførelsen ved for eksempel isolering, vindtetting (skjøter og overlapp) og liknende.

Dette blir en del av konsekvensene for aktørene i byggebransjen etter de nye energikravene i TEK 2007. Det blir sikkert mange flere oppgaver som må tas hånd om som ikke er nevnt her. Alle de nye oppgavene trenger man tid på å innarbeide, men etter en viss tidsperiode vil de nye energikravene være en del av byggeskikken.

5 Metode

Dette kapitlet beskriver metodevalgene og tilnærningene som er benyttet for å samle inn teoretisk og empirisk data. Kapitlet diskuterer også validiteten og reliabiliteten på empirisk data. Metodekapitlet vil følge forskningsprosessens 6 steg slik de står opplistet i Churchill og Iacobucci (2005), se figur 5.1.



Figur 5.1: Stadiene i forskningsprosessen, (Churchill og Iacobucci, 2005)

5.1 Formulering av problemstilling

For å komme frem til en problemstilling benyttet jeg en eksplorativ forskningsdesign. Eksplorative undersøkelser skaper et grunnlag for videre studier. I en slik fase er det viktig med en bred innfallsvinkel og derfor benytter man gjerne kvalitative metoder, dvs. verbale analysemetoder (Patel og Davidson, 1995). Grunnen til at jeg valgte en eksplorativ tilnærming er at jeg så det som mest hensiktsmessig for å få en best mulig strukturert problemstilling. Som Runa Patel og Bo Davidson (1995) sier, er at når det finnes hull i vår kunnskap vil undersøkelsen bli utforskende, eksplorativ.

Valg av problemstilling var en fase med flere stadier. I samarbeid med min arbeidsgiver la vi grunnlag for en ide rundt oppgaven. Denne var basert på et direkte behov for å øke kompetansen i bedriften omkring anvendelsen av kalkulasjonsprogrammet ISY Calcus. For å kunne komme ned til konkret problemstilling benyttet jeg en kvalitativ tilnærming. Grunnlaget for problemstillingen ble satt gjennom et uformelt intervju med programleverandør Norconsult Informasjonssystemer AS representert av avdelingsleder for utbyggingssystemer, Geir Johansen. Videre konkretisering av problemstilling utartet seg som en flervinklet tilnærming, som innebar Calcus-kurs med kursleder Olle Rudén og kursing innen de nye energiforeskriftene med kursleder Frode Holte.

5.2 Valg av forskningsdesign

Forskningsdesign = hvordan en undersøkelse skal gjennomføres fra start til mål
(Arne Isaksen, forelesningsnotat jan. 2008)

Det finnes ulike veier å gå for å komme i mål. Hvilken vei som velges avhenger av oppgavene som må gjøres. Det går imidlertid an å bryte veien opp i noen generelle klassifiseringer. Disse er eksplorative, deskriptive og kausal design.

Etter utforming av problemstilling vil jeg definere at jeg fortsatt utførte et eksplorativ studie inntil jeg klarte å bygge opp nok kunnskap til å utforme kalkyler som dannet et kunnskapsgrunnlag for videre deskriptive undersøkelser. Denne tilnærmingen kan omhandle forhold som har eksistert, eller som eksisterer akkurat nå (Patel og Davidson, 1995). Utover i prosjektet erfarte jeg også at jeg måtte benytte meg av eksplorative undersøkelser i perioder for å kunne oppnå videre deskriptiv forskning, det vil si at jeg måtte belyse et problemområde bredt for å kunne bestemme videre retning i prosjektet. I denne fasen økte innslaget av kvantitative innrettet forskning, dvs. forskning hvor statistiske bearbeidings- og analysemetoder er sentrale verktøy (Patel og Davidson, 1995).

For å belyse forskerspørsmålet har jeg valgt og ikke benytte kausal forskning. Det er innlagt teori i oppgaven som er belyst kausalt, men resultatene i oppgaven fremkommer ikke i et "hvis...,så..."-forhold (Patel og Davidson, 1995), siden energikravene ikke er valgfrie.

5.3 Valg av innsamlingsmetode

Neste steg i forskningsprosessen er å velge innsamlingsmodeller. Her skilles det mellom sekundære og primære datakilder (Churchill og Iacobucci, 2005) som igjen deles inn i kvantitative og kvalitative metoder. Primærdata hentes spesifikt inn for det prosjektet man holder på med, mens sekundærdata er data som eksisterer allerede.

Med bakgrunn i valgt problemstilling, om å bygge modeller av leilighetsbygg før og etter nye Tekniske forskrifter og finne kostnadsøkningen, er innsamling og bearbeiding av primærdata en stor del av oppgaven. Det er benyttet sekundærdata til å analysere

primærdataene. Primærdata, oppmålte og beregnede areal og mengdevariabler, kalkuleres i Calcus med sekundærdata, markedspriser innhentet av Bygghanalyse, og gir et resultat som danner grunnlag for drøfting og konklusjon.

Jeg har benyttet kvalitativ forskning i de perioder hvor jeg har hatt manglende kunnskap for å kunne velge hvilke aspekter som var viktig å belyse, eksplorativ studie. Den kvalitative forskning har vært preget av å ligge så nær hverdagsamtalen som mulig, i samsvar med Laursen (1979) (Holme og Solvang, 1991). Den underliggende metoden, som er benyttet ved deskriptiv studie, beskrives best gjennom systemteori. Jerker Lundequist (1995) gjengir Gustafsson m fl.(1982) som beskriver systemteori som en metodevitenskap for beskrivelse, analyse og planlegging av komplekse system. Systemteori overføres til praktiske problem for å presisere og utdype effektene av alternative beslutningsstrategier i en problemsituasjon. Metoden benytter seg av modellbygging av problemområdene for analyse og problemløsning, dette i samsvar med de modeller som er utarbeidet for å representere byggekostnadene etter to alternative forskrifter.

5.4 Innsamling av data

Den teoretiske delen av oppgaven er basert på sekundærkilder. Jeg har samlet inn sekundærdata fra regelverk, faglitteratur og internett, samt deltatt på kurs for å lære meg Calcus og deltatt på kurs i de nye energikravene. I den empiriske delen av oppgaven er det fremskaffet primærdata hovedsakelig for å kunne bygge modell for analyse i Calcus.

5.5 Analyse og tolkning av data

Datainnsamling vil preges av mange faktorer i forskerprosessen, og disse faktorene vil hver på sin side påvirke resultatet. Det vil derfor i hvert prosessarbeid være en nødvendighet å verifisere resultatene. Man må vite om dataene i undersøkelsen har god validitet (relevans) og om de er reliable (pålitelige). Det er viktig å bemerke seg årsakssammenheng mellom disse begrepene, man må vite hva man skal kartlegge og om man må kartlegge dette på en pålitelig måte.

Fullstendig reliabilitet er en forutsetning for fullstendig validitet. (Patel og Davidsom, 1995:75)

Kostnadene jeg drøfter i min analyse er tall hentet ut fra resultatene fra Calcus. Prisdatabase til kalkulasjonsprogrammet blir oppdatert 2 ganger i året. Firmaet som fremskaffer prisene, Bygganalyse, har god kommunikasjon med markedet til en hver tid og plukker opp de fleste svingningene i markedet og justerer prisene sine deretter. Reliabiliteten til prisdatabasen er slik jeg ser det utenfor kritikk. Det er likevel viktig å huske, som Olle Rudén har sagt til meg flere ganger: Kostnadskalkyler er ikke en eksakt vitenskap, det er derfor behov for skjønn i mange sammenhenger!

De inndata jeg har lagt til grunn (de primære dataene) i kalkylene, kan ha innslag av unøyaktigheter. Det er gjort forenklinger på modellene av bygningene som kan være utslagsgivende på totalkostnadene og dermed kvadratmeterprisen. Utvalget jeg har foretatt kan være for snevert eller lite representativ siden byggene er forholdsvis like med tanke på antall leiligheter, geometriske utforminger og etasjer. Forutsetningene til nåverdiberegningene kan være avvikende i forhold til virkeligheten. Kunnskapen min i bruken av Calcus er fersk og lite utprøvd, slik at eventuell feil muligens ikke blir oppdaget.

Til tross for disse mulige feilkildene vil jeg vurdere reliabiliteten og validiteten, og dermed analyseresultatene, for god. For å ivareta reliabiliteten har jeg foretatt egenkontroll av inndataene, forenklingene som er foretatt i modelleringsfasen er drøftet og ”godkjent” både av veileder, kursleder innen Calcus og arbeidsgiver. Modellene bygget i Calcus er kontrollert av kursleder som er ekspert på området.

5.6 Utarbeiding av rapport

Rapporten min gir en skriftlig fremstilling av arbeidet jeg har lagt ned i hovedoppgaven og fremstillen mine analyser, resultater og konklusjoner. Jeg har prøvd å fremstille prosessen og dataene slik at de kan etterprøves der det er mulig og har ikke skjult resultater eller funn for å vinkle oppgaven på noen subjektiv måte. Jeg har referert etter beste evne, og der jeg har funnet det hensiktsmessig. Jeg har vurdert det slik at det ikke er noen spesiell etisk vurdering i oppgaven.

6 Analyse- og drøftingskapittel

Målet med denne oppgaven er å beregne prisøkning på leilighetsbygg som følge av de nye energikravene i nye Tekniske forskrifter (TEK 2007). Jeg har benyttet meg av dataprogrammet ISY Calcus for å komme frem til en tilnærmet prisøkning.

6.1 Presentasjon av ISY Calcus



Kalkulasjonsprogrammet ISY Calcus (heretter Calcus) er utviklet som et samarbeidsprosjekt mellom bedriftene Norconsult Informasjonssystem AS (datterselskap heleid av Norconsult AS) og AS Bygganalyse. AS Bygganalyse står for den faglige utviklingen i programmet, deriblant prisdatabasen som blir oppdatert 2 ganger pr år. Norconsult Informasjonssystem AS står for programmeringen.

Målet med Calcus er at brukeren skal kunne gjøre en *rask og effektiv kalkyle*⁴ (*prosjekt definert i pris*) og *analyse* av et prosjekt ved å overføre ferdige bygningselementer til prosjekt og/eller komplettere med egne elementer og tilpasning til prosjektet. Meningen er at man skal bruke Calcus til tidligfasevurderinger - frem til man *vet* at man skal videre med bygget. Man skal raskt kunne sette kostnad på ideen. På dette stadiet må man ha klart for seg hvilken kvalitetsstandard man vil bygge etter, byggestart (dato) og byggetid. Bygganalyse utfører selv over 400 kalkyler og analyser per år (Rudén, 2007).

Calcus inneholder ca 45 modellprosjekter basert på entreprisformen hovedentreprise. Modellprosjektene er ferdige prosjekter som består av ca 1.550 sammensatte elementer som igjen er delt opp i prisligner med detaljinformasjon som: enhetspris på materiale, enhetspris på kjøpte tjenester, enhetstider og timesatser pr fag, påslagsprosent, produktivitet og fortjeneste. Basisformelen ser slik ut:

⁴ Kalkyle defineres som et realistisk kostnadsoverslag for hele prosjektet eller deler av prosjektet (delkalkyle). Kalkylen indikerer altså hva man til et hvert tidspunkt mener er det mest sannsynlige sluttresultat for prosjektet, sett ut fra kalkyleøyeblikkets situasjon. Kalkylen omfatter ikke margin. Kalkylen vil altså endres gjennom prosjektets forløp, etter hvert som beslutninger fattes (Meland, Tid- / ressursprogram for - Agder fylkeskommune, økonomistyring).

*Enhetspris = (materialkostnad fratrukket alle rabatter, levert byggeplass, med kapp, svinn og festemateriell + kjøpte tjenester (UE)+ forbrukt tid til å plassere materialet * timesats) * påslagsprosent*

Forenklet ser basisformelen for en prisligning slik ut:

enhetspris = (materialer + UE + enhetstid* timepris) * påslag

Timeprisen omfatter utbetalt lønn, alle sosiale utgifter og småverktøygodtgjørelse. Påslaget skal omfatte konsernbidrag, risiko og fortjeneste.

Pr i dag finnes ca 4500 prisligninger og antallet øker stadig. Utstrakt kommunikasjonen med entreprenører, leverandører og rådgivere for priser og enhetstider er grunnlag for pris og enhetstider i registeret. Pris- og enhetstidsgrunnlaget er hentet fra østlandet og det legges vekt på ”gode løsninger” ogvinnende anbud etter best anbud -prinsippet.

For å få resultat fra et dataprogram må det inndata til. Den inndata som må til i Calcus er de styrende parametrene som består av geometriske verdier og mengdevariabler. Kalkylen er avhengig av at man legger inn disse styrende parametrene for et prosjekt.

Calcus har 8 styrende geometriske arealverdier definert ihht NS 3940:

- ✓ BYA Bebygd areal er fotavtrykket til bygningen fra så vel 1. og 2.etasje som underetasje.
- ✓ BTA Bruttoareal er hele bygningens areal i alle etasjer målt til ytterveggen utside over og under marknivå, inkludert boder i og utenfor leiligheten, trapper, ganger og heissjakt
- ✓ BTK Bruttoareal kjeller er hele bygningens areal under marknivå målt til ytterveggen utside, inkludert boder i og utenfor leiligheten, trapper, ganger, heissjakt.
- ✓ BTV Bygningsvolum er hele bygningens areal målt til ytterveggen utside ganger høyden.
- ✓ YUM Yttervegg under mark er brutto veggareal under mark.
- ✓ YOM Yttervegg over mark er brutto veggareal over mark.
- ✓ UMA Utendørsareal er opparbeidet utendørsareal.

- ✓ INV Innerveggsareal er brutto veggareal for innvendige vegger.

I tillegg har man noen mengdevariabler som for eksempel:

- ✓ antall leiligheter
- ✓ antall parkeringsplasser
- ✓ BRA Bruksareal er BTA minus arealet av yttervegger og frittliggende boder i samme etasje
- ✓ BOA Bruksareal inne i leilighetene med unntak av bodareal
- ✓ BRAS Salgbart bruksareal (som BOA pluss innvendig bodareal, men ikke inklusiv boder som ligger utenfor leiligheten og/eller i kjeller)
- ✓ NTA Nettoareal er areal mellom innside vegger for omsluttende bygningsdeler
- ✓ BNF Brutto-/nettofaktor (BTA/NTA)

Beregningsmetodikken til Calcus er enkel:

- velg modellprosjekt, referanseprosjekt eller nytt prosjekt
- legg inn styrende parametre
- plukk elementer fra en database og legg de over i et prosjekt, eventuelt bytte ut eller beholde de forhåndsvalgte elementene
- omfanget av innholdet til elementene defineres ved reseptmengder på hver prislinje

6.2 Spesiellaget modellprosjekt

I denne rapporten skal jeg bruke Calcus med andre intensjoner enn den egentlige intensjonen med programmet. Jeg skal sammenligne kostnader på leilighetsbygg før og etter nye energikrav i TEK 2007. Kravene vil medføre blant annet endringer utvendig på bygningskroppen og dermed endringer på de geometriske verdiene og mengdevariablene programmet legger til grunn for resultatene.

For å kunne benytte Calcus mest mulig hensiktsmessig til denne type kalkulasjon har jeg, i dialog med Sverre Engebretsen og Olle Rudén, kommet frem til at det er enklest å se på skallet av bygget (tak, yttervegger, vindu og gulv), samt oppvarmings- og

ventilasjonsinstallasjoner. Det er uvesentlig for denne modelleringen å se på areal av for eksempel innvendige vegger da disse ikke vil bli påvirket av de nye kravene i TEK 2007. Jeg har som sagt valgt å la skallet ”vokse utover” og la bygget beholde samme bruksareal, BRA.

På bakgrunn av disse konklusjonene har prosjektleder Olle Rudén ved Bygganalyse laget et eget modellprosjekt tilpasset denne oppgaven. Modellprosjektet inneholder to delprosjekt, TEK 1997 og TEK 2007. Begge delprosjektene tar for seg bygningselementene og installasjonene som blir påvirket av de nye energiforskriftene. Forenklet sett blir det tatt utgangspunkt i én veggtype, én taktype, én vindustype osv per delprosjekt. Eksempelvis er det valgt ut én type miljøvegg (yttervegg) i delprosjekt 1 som er bygd opp etter energikravene i TEK 1997, mens i delprosjekt 2 endres denne miljøveggen tilsvarende energikravene i TEK 2007.

Kravene medfører også endringer i oppvarmings- og ventilasjonsinstallasjoner. Disse kostnadselementene er medregnet i kalkylene. Ved oppvarmingsinstallasjoner er det i delprosjektet TEK 1997 kun lagt inn elektrisk oppvarming med panelovner. For delprosjektet etter TEK 2007 er det lagt inn kostnad for vannbåren varme. Det er i Calcus benyttet en enhetspris multiplisert med BTA for å komme frem til installasjonskostnaden på de to delprosjektene. Calcus kommer da frem til en kostnadsøkning på kr 20.300 – 31.000⁵ ved å benytte vannbåren varme framfor elektrisk oppvarming til på de 6 bygningene jeg har beregnet. Når denne kostnadsøkningen kontrolleres mot priser innhentet lokalt, ser man at de stemmer godt overens med Calcus. Pris for vannbåren varme inklusiv fyrsentral gir en ekstrakostnad på kr 30.000 - 45.000 eks mva per leilighet (oppgitt av rådgivende VVS-ingeniør Sivilingeniør Robstad AS v/ Jan Nilsen, Kristiansand). Disse kostnadene erstatter kostnadene for elektrisk oppvarming ved panelovner i oppholdsrom og varmekabler på bad. Dette har en kostnad på ca kr 7.500 eks mva per leilighet (ifølge Agder El-installasjon). I følge disse overslagene vil da netto tilleggskostnad ligge rundt kr 22.500 – 37.500 for vannbåren varme eks mva pr leilighet.

⁵ Tilleggsinvestering for vannbåren varme for hver modell beregnet av Calcus på grunnlag av BTA: modell 1: kr 22.000, modell 2: 31.000, modell 3: 21.200, modell 4: 20.300, modell 5: 21.200 og modell 6: 22.100. Gjennomsnittlig tilleggsinvestering fra elektrisk strøm til vannbåren varme blir da 23.000 kroner.

Det er kostnadsøkningen fra Calcus som blir lagt til grunn i de etterfølgende analysene, altså kr 20.300 – 31.000 per boenhet.

Når det gjelder ventilasjonskostnader er det i delprosjekt TEK 1997 beregnet kostnader for komplett luftbehandlingsanlegg etter TEK 1997, dvs. et ordinært avtrekksanlegg. For delprosjekt TEK 2007 er det lagt inn merkostnader for balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Byggadministrasjon har hentet ut erfaringstall på merkostnaden for balansert ventilasjon med 70 % varmegjenvinningsgrad. Merkostnaden ligger på ca kr 30.000 per leilighet. Dette tallet er lagt til grunn for kostnadsøkningen i det spesiallagde modellprosjektet til Bygganalyse, og dermed er det en kostnad Bygganalyse også går god for.

Kostnadsøkningen jeg kommer frem til ved hjelp av kalkulasjonsprogrammet inneholder andre faktorer enn økning i enhetspriser i tilknytning til bygningselementer og installasjoner. Tabell 6.1 viser hvilke kontoer i henhold til NS 3451, Bygningsdelstabell, som blir påvirket av de styrende parametrene og hvilke prosentpåslag noen kontoer pådrar seg som følge av entreprisekostnadene (K1 - K7) og prosjektkostnadene (K1 - K9). Prosentene lagt til grunn er erfaringstall fra markedet og som Bygganalyse har valgt å benytte i Calcus. Det kan nevnes at kostnadene kan ha geografiske variasjoner. Kostnadene kan også variere i forhold til hvor presset markedet er.

Tabell 6.1: Kontoer som blir berørte de nye energikravene i TEK 2007.

Berørte kontoer etter NS 3451		Bygningsdel	TEK 1997	TEK 2007	Basert på
K1	Felles-kostnader	Rigg	3 %	3 %	% av K2, K3 og K4
		Drift	11 %	12 %	% av K2, K3 og K4
		Hjelpearbeid VVS	8 %	8 %	% av K3
		Hjelpearbeid elektro	6 %	6 %	% av K4
K2	Bygning	Klimavegg Vindu Dekke			YOM-vindu Vindusareal Gulv på grunn
K3	VVS	Varme Komplett luftbehandlings-system TEK 1997			BTA BTA
		Merkostnad ved balansert ventilasjon TEK 2007		30.000,-	Antall leiligheter (kun TEK 2007)
K4	Elkraft	Elvarme			BTA (kun TEK 1997)
K8	Generelle kostnader	Prosjekteringsledelse			BTA
		<i>Rådgivende ingeniør innen:</i> Byggeteknikk			BTA
		Arkitekt			BTA
		VVS			BTA
		Elkraft, tele og andre installasjoner			BTA
Andre ADM			BTA BTA		
K9	Spesielle kostnader	MVA	25 %	25 %	% av K1+....+8

Ut fra tabell 6.1 kan man se ulike poster som blir berørt av de nye energikravene. Konto 5 til 7 (tele og automatisering(5), andre installasjoner(6) og utendørs(7)) blir ikke berørt

av energikravene. Som man ser kommer kostnader for rigg og drift, prosjektering, byggeledelse, administrasjon og lignende i tillegg til enhetsprisene.

Kostnader som utgjør en så marginal prisøkning at de ikke tas hensyn til i den økonomiske vurderingen i denne rapporten er kostnader som

- forskaling av vegger hvis man lar bygget ”vokse” utover
- endring av dimensjoner på dragere og søyler pga økt tyngde fra vegger og tak
- høyden på bygget blir noe høyere siden isolasjon på taket øker og eventuelt volumeffekten av tekniske anlegg
- økt omfang av styring (nattsinking av temperatur)

Overnevnte informasjonen er grei å ha i bakhodet når man skal analysere de resultatene man får fra Calcus. Ved at man legger inn geometriske verdier og mengdevariabler på begge delprosjektene får man frem en kalkyle på hva det ville kostet å bygge ”skallet” etter TEK 1997 og TEK 2007. Jeg er ute etter kostnadsforskjellen på delprosjektene. Jeg benytter meg derfor av differansen på totalsummen av kalkylene på de to delprosjektene i hver modell.

6.3 Inndata i Calcus

I analysen av kostnadsøkningen har jeg tatt for meg 6 leilighetsbygg. Av disse leilighetsbyggene er 3 bygg med svalgangsløsning og 3 med innvendig korridor for å se om variasjon av bygningstype har konsekvens for prisen. Ved svalgangsløsning skjer atkomsten via en felles svalgang plassert på utsiden av bygningskroppen og som deles av flere leiligheter. I trapperomsløsningen er boligene orientert inn mot en innvendig korridor. Det kan være interessant å se om kostnadsøkningen blir lik på de to ulike løsningene, eller om kostnadsforskjellen blir høyere eller lavere etter TEK 2007.

BRA vil ved svalgangsløsning bli en større% -andel av BTA enn ved innvendig korridor, siden svalgangen ikke blir regnet med i BTA, i motsetning til en innvendig korridor. Siden svalgang ikke er en del av BTA blir også BRAS høyere prosentandel av total BTA ved svalgangsløsning enn ved innvendig korridor. Svalgangsløsninger gir høyere fortjeneste per investerte krone for utbygger siden det ikke går innvendig areal ”til spille”.

På de to neste sidene er det satt inn to tabeller, tabell 6.2 og 6.3, som viser en oversikt over de geometriske verdiene og mengdevariablene jeg har beregnet meg frem til på de 6 modellene. Mange av disse tallene benytter jeg meg av som input i Calcus, og som dermed er med på å danne grunnlaget for analysene i oppgaven.

BEREGNING AV GEOMETRISKE VERDIER																				
Modell 1																				
Svalgang 27 leiligheter																				
ETASJE	DYA 1997	DYA 2007	DTA 1997	DTA 2007	DTV 1997	DTV 2007	BRA	BOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	BRA-S	DALK / TERR.	SVALG ANG	h (m)	Om- krets 1997	Om- krets 2007	Vindus- areal	Antall leil.	Areal tak 1997	Areal tak 2007
1.etg	739,0	747,6	569,0	576,6	1735,5	1758,6	628,3	439,5	461,5	466,4	441,4	0,0	0,0	3,05	151,3	152,6		6	-	-
2.etg	-	-	569,0	576,6	1707,0	1729,8	531,4	462,4	453,9	457,8	462,4	92,3	36,6	3,00	151,3	152,6		6	-	-
3.etg	-	-	569,0	576,6	1707,0	1729,8	531,4	462,4	453,9	457,8	462,4	92,3	36,6	3,00	151,3	152,6		6	-	-
4.etg	-	-	569,0	576,6	1707,0	1729,8	531,4	462,4	453,9	457,8	462,4	92,3	36,6	3,00	151,3	152,6		6	104,2	105,2
5.etg	-	-	416,1	423,1	1248,3	1259,3	388,3	325,6	416,4	420,3	326,6	104,2	36,6	3,00	138,8	140,1		3	486,0	490,5
Sum:	739,0	747,6	2692,1	2729,5	8104,8	8217,3	2610,8	2162,3	2239,6	2259,1	2155,2	381,1	146,4	15,05	-	-	281,3	27	590,2	595,7
Modell 2																				
Innvendig korridor 17 leiligheter																				
ETASJE	BYA 1997	BYA 2007	BTA 1997	BTA 2007	BTV 1997	BTV 2007	BRA	BOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	BRA-S	BALK / TERR.	h (m)	Om- krets 1997	Om- krets 2007	Vindus- areal	Antall leil.	Areal tak 1997	Areal tak 2007	
1.etg	422,9	427,9	377,6	302,5	1055,0	1109,3	340,6	176,7	204,6	206,7	104,1	0,0	2,90	90,1	90,5	30,6	2	-	-	
2.etg	-	-	486,5	492,2	1410,9	1427,4	450,3	271,9	329,5	330,6	283,4	43,5	2,90	113,5	114,0	44,7	3	-	-	
3.etg	-	-	491,6	497,1	1425,6	1441,6	456,9	371,1	323,1	324,2	387,1	57,7	2,90	111,4	111,8	63,0	4	-	-	
4.etg	-	-	489,1	474,8	1418,4	1376,9	456,0	371,1	330,0	331,2	387,1	57,4	2,90	113,3	114,2	66,7	4	82,1	82,9	
5.etg	-	-	407,0	412,0	1160,3	1194,8	376,0	302,8	287,1	288,3	314,3	71,9	2,90	99,4	99,4	52,4	3	242,1	244,4	
6.etg	-	-	192,4	195,6	634,9	645,5	167,3	142,5	211,4	212,9	145,7	61,3	3,30	64,1	64,5	24,6	1	215,1	217,1	
Sum:	422,9	427,9	2444,2	2454,2	7165,1	7195,4	2295,1	1636,1	1765,7	1772,8	1701,7	291,8	17,80	-	-	281,8	17	539,3	544,3	
Modell 3																				
Svalgang 14 leiligheter																				
ETASJE	BYA 1997	BYA 2007	BIA 1997	BIA 2007	BIV 1997	BIV 2007	BRA	BOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	BRA-S	BALK / Sval- TERR. gang	h (m)	Om- krets 1997	Om- krets 2007	Vindus- glass- der- areal	Antall leil.	Areal tak 1997	Areal tak 2007	
1.etg	469,4	475,0	362,1	367,2	1044,7	1059,4	327,3	315,4	295,7	298,0	315,4	41,6	0,0	2,885	102,5	103,3	4	-	-	
2.etg	-	-	362,1	367,2	1041,7	1059,4	327,3	315,4	295,7	298,0	315,4	41,6	61,9	2,885	102,5	103,3	4	-	-	
3.etg	-	-	362,1	367,2	1109,8	1125,5	327,3	315,4	314,2	316,6	315,4	41,6	61,9	3,065	102,5	103,3	4	114,5	115,6	
4.etg	-	-	257,6	262,3	734,2	747,6	239,0	221,2	269,3	271,6	227,2	107,0	67,6	2,850	94,5	95,3	2	271,1	273,6	
Sum:	469,4	475,0	1343,9	1363,9	3933,3	3991,8	1220,9	1173,4	1174,9	1184,3	1173,4	231,8	191,4	11,685	-	208,9	14	385,6	389,2	

Tabell 6.2: Oversikt over geometriske verdier og mengdevariabler for modell 1,2 og 3

BEREGNING AV GEOMETRISKE VERDIER																				
Modell 4																				
Svalgang																				
24 leiligheter																				
ETASJE	BYA 1997	BYA 2007	BTA 1997	BTA 2007	BTV 1997	BTV 2007	DRA	DOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	DRA-S	BALK / Sval- TERR. gang	h (m)	Om- krets (m) 1997	Om- krets (m) 2007	Vindus- /glass- dør- areal	Antall tak 1997	Areal tak 1997	Antall tak 2007	Areal tak 2007
1.etg	593,5	599,5	458,6	465,0	1307,0	1325,3	416,6	400,8	305,0	306,1	400,8	53,6	0,0	2,850	107,0	107,4	5	-	-	-
2.etg	-	-	458,6	465,0	1307,0	1325,3	416,6	400,8	305,0	306,1	400,8	56,0	75,7	2,850	107,0	107,4	5	-	-	-
3.etg	-	-	458,6	465,0	1307,0	1325,3	416,6	400,8	305,0	306,1	400,8	56,0	75,7	2,850	107,0	107,4	5	-	-	-
4.etg	-	-	458,6	465,0	1307,0	1325,3	416,6	400,8	322,6	323,8	400,8	56,0	75,7	3,015	107,0	107,4	5	90,7	91,5	-
5.etg	-	-	370,5	376,6	1102,6	1120,8	346,6	330,9	299,4	300,6	330,9	87,0	75,7	2,975	100,6	107,0	4	383,3	386,9	-
Sum:	593,5	599,5	2204,9	2236,6	6406,3	6498,5	2013,0	1934,1	1536,8	1542,7	1934,1	308,6	302,6	14,541	-	-	303,4	474,0	478,4	-
Modell 5																				
Innvendig korridor																				
18 leiligheter og 2 hybler																				
ETASJE	BYA 1997	BYA 2007	BTA 1997	BTA 2007	BTV 1997	BTV 2007	BRA	BOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	BRA-S	BALK / TERR.	h (m)	Om- krets (m) 1997	Om- krets (m) 2007	Vindus- /glass- dør- areal	Antall tak 1997	Areal tak 1997	Antall tak 2007	Areal tak 2007
1.etg	406,1	410,6	355,3	359,6	1012,6	1024,9	326,5	271,4	245,8	246,8	271,4	56,3	2,850	86,2	86,6	5	-	-	-	-
2.etg	-	-	357,8	362,0	1019,7	1031,7	329,4	284,0	238,3	239,4	284,0	53,0	2,850	83,5	84,0	4	-	-	-	-
3.etg	-	-	357,8	362,0	1019,7	1031,7	329,4	284,0	238,3	239,4	284,0	53,0	2,850	83,5	84,0	4	-	-	-	-
4.etg	-	-	357,8	362,0	1078,8	1091,4	329,4	284,0	252,1	253,3	284,0	53,0	3,015	83,5	84,0	4	51,7	52,2	-	-
5.etg	-	-	300,5	312,2	879,2	899,0	203,0	241,1	221,2	222,3	254,6	70,0	2,050	77,5	70,0	3	312,7	315,6	-	-
Sum:	406,1	410,6	1737,2	1757,8	5010,1	5039,5	1597,7	1364,5	1195,5	1201,2	1378,0	293,3	14,415	-	-	323,2	364,4	367,8	-	-
Modell 6																				
Innvendig korridor																				
21 leiligheter og 2 hybler																				
ETASJE	BYA 1997	BYA 2007	BTA 1997	BTA 2007	BTV 1997	BTV 2007	BRA	BOA	YOM inkl vindu 1997	YOM inkl vindu 2007	BRA-S	BALK / TERR.	h (m)	Om- krets (m) 1997	Om- krets (m) 2007	Vindus- /glass- dør- areal	Antall tak 1997	Areal tak 1997	Antall tak 2007	Areal tak 2007
1.etg	511,8	517,1	440,4	445,7	1233,1	1248,0	400,9	199,5	296,8	297,9	199,5	0,0	2,80	106,0	106,4	3	-	-	-	-
2.etg	-	-	442,9	448,1	1240,1	1254,7	403,8	341,7	290,4	291,5	341,7	66,0	2,80	103,7	104,1	5	-	-	-	-
3.etg	-	-	442,9	448,1	1240,1	1254,7	403,8	341,7	290,4	291,5	341,7	66,0	2,80	103,7	104,1	5	-	-	-	-
4.etg	-	-	442,9	448,1	1240,1	1254,7	403,8	341,7	290,4	291,5	341,7	66,0	2,80	103,7	104,1	5	71,0	71,7	-	-
5.etg	-	-	343,7	348,5	1048,3	1052,9	319,7	269,0	293,4	294,6	269,0	96,7	3,0E	96,2	96,6	3	372,3	375,8	-	-
Sum:	511,8	517,1	2112,8	2138,5	6001,8	6074,9	1932,0	1493,6	1461,3	1467,0	1493,6	294,7	14,2E	-	-	335,1	443,3	447,4	-	-

Tabell 6.3: Oversikt over geometriske verdier og mengdevariabler for modell 4,5 og 6

6.4 Resultat fra Calcus

Etter å ha lagt inn geometriske verdier og mengdevariabler, kan man hente ut ønsket informasjon fra Calcus. Jeg ønsket å se på konsekvensene energikravene i TEK 2007 har på leilighetsbygg. Da ønsket jeg å finne kostnadsøkningen på grunn av forskriftskravene. Ved å sammenligne prosjektkostnadene fra TEK 1997 med prosjektkostnadene fra TEK 2007 fant jeg kostnadsdifferansen ved de to tilfellene. Resultater fra de 6 ulike modellene følger, alle kostnaderer inklusiv merverdiavgift:

Tabell 6.4: Modell 1

Byggtype:	Boligblokk med svalgangsløsning
Antall leiligheter:	27 leiligheter
BTA 2007	2 730 m ²
BRAS 1997 og 2007:	2 155 m ²
Total kostnadsøkning:	3 167 253 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	117 306 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	1160 kr/BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 470 kr / BRAS

Tabell 6.5: Modell 2

Byggtype:	Boligblokk med innvendig korridor
Antall leiligheter:	17 leiligheter
BTA 2007:	2 454 m ²
BRAS 1997 og 2007:	1 702 m ²
Total kostnadsøkning:	2 399 767 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	141 163 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	978 kr / BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 410 kr / BRAS

Tabell 6.6: Modell 3

Byggtype:	Boligblokk med svalgangsløsning
Antall leiligheter:	14 leiligheter
BTA 2007:	1 364 m ²
BRAS 1997 og 2007:	1 173 m ²
Total kostnadsøkning:	1 651 089 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	117 935 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	1 210 kr / BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 408 kr / BRAS

Tabell 6.7: Modell 4

Byggtype:	Boligblokk med svalgangsløsning
Antall leiligheter:	24 leiligheter
BTA 2007:	2 237 m ²
BRAS 1997 og 2007:	1 934 m ²
Total kostnadsøkning:	2 655 028 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	110 626 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	1 187 kr / BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 373 kr / BRAS

Tabell 6.8: Modell 5

Byggtype:	Boligblokk med innvendig korridor
Antall leiligheter:	18 Leiligheter + 2 hybler
BTA 2007:	1 758 m ²
BRAS 1997 og 2007:	1 378 m ²
Total kostnadsøkning:	2 061 571 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	114 532 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	1 173 kr / BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 496 kr / BRAS

Tabell 6.9: Modell 6

Byggtype:	Boligblokk med innvendig korridor
Antall leiligheter:	21 Leiligheter + 2 hybler
BTA 2007:	2 139 m ²
BRAS 1997 og 2007:	1 494 m ²
Total kostnadsøkning:	2 449 338 kr
Kostnadsøkning pr leilighet:	116 635 kr / leilighet
Kostnadsøkning pr BTA:	1 145 kr / BTA
Kostnadsøkning pr BRAS:	1 639 kr / BRAS

Tabellene 6.4 til 6.9 viser resultat fra de 6 modellene bygget i Calcus. Det er den totale kostnadsøkningen som er utgangspunkt for videre analyser. For å se total kostnad per konto, se vedlegg 1. For enda høyere detaljeringsgrad, se vedlegg 2 som viser kostnader per aktivitet.

Dersom man tar gjennomsnittet av de 6 modellene kommer man frem til en økt kvadratmeterpris på 1.150 kr / m² BTA inkl. mva. Kostnadsøkning per m²BTA er imidlertid uvesentlig for kunden siden det er BRAS kunden kjøper. BRAS er som nevnt det salgbare bruksarealet, og det er dette arealet kunden betaler for. Kostnadsøkningen per m²BRAS viser den kostnaden kunden kan legge på toppen av dagens kvadratmeterpris for en leilighet, gitt at utbygger kan "velte" merkostnaden over på kjøper. Den kostnaden er 1450 kr / m² BRAS inkl. mva.

Gjennomsnittsstørrelsen på de 123 leilighetene i de 6 modellene er 85 m². Kostnadsøkning på en typisk leilighet blir kr 120.000 inkl. mva. I dagens marked representerer dette en tilleggsinvesteringskostnad for kjøper på 3-7 % hvis man går ut i fra en markedspris på leiligheter på 25-50.000 kr / m².

Dersom man ønsker å se på kostnadsøkningen for konsept med innvendig korridor eller svalgangsløsning blir kostnadsøkningen følgende:

For leilighetsbygg med innvendig korridor er kostnadsøkningen:

- ca 1.100,- kr / m² BTA
- ca 1.500,- kr / m² BRAS
- per leilighet ca kr 125.000 inkl mva

For leilighetsbygg med svalgangsløsning er kostnadsøkningen:

- ca 1.200,- kr / m² BTA
- ca 1.400,- kr / m² BRAS
- per leilighet ca kr 115.000 inkl mva

Disse tallene gir det forventede resultat at svalgangsløsning har lavest kostnadsøkning per leilighet og m²BRAS. Dette er naturlig siden BRAS er en større del av BTA ved svalgangsløsningen enn ved innvendig korridor. Ser man på forholdet mellom BTA /

BRAS er det 0,86⁶ ved svalgangsløsningene og 0,73⁷ ved innvendig korridor. Dette gir utslag i lavere tall på BRAS ved svalgang kontra innvendig korridor siden man da ikke bygger innvendige trapper, heiser og ganger.

At kostnadsøkningen per m²BTA er høyere ved svalgangsløsning enn ved innvendig korridor er også naturlig. Tilleggsinvesteringene fordeler seg på antall leiligheter og m²BTA. Ved innvendig korridor har man større BTA å fordele tilleggskostnadene på og vil dermed resultere i en lavere kostnad per m²BTA i forhold til svalgangsløsning.

Dette blir altså kostnadsøkningene slik de er beregnet i denne oppgaven. I neste underkapittel sjekkes lønnsomheten for tilleggsinvesteringene.

6.5 Lønnsomhetsvurdering av resultatene

Myndighetene hevder at investeringene vil lønne seg fra første stund (Regjeringen 9, 2008). Dette ønsker jeg å se nærmere på.

Nåverdi tilbakefører dagens og fremtidige utgifter og besparelser til nåtidspunktet. Dersom nåverdien > 0 er investeringen lønnsom. Dersom nåverdien < 0 er investeringen ulønnsom. Formelen for nåverdi med endelig levetid og konstant kontantstrøm er:

$$NV = (CF / k) * (1 - 1 / (1 + k)^n) + Sn / (1 + k)^n - I_0$$

I denne oppgaven blir følgende verdier lagt til grunn, alle tall er 2008-tall:

- Boligblokk skal i følge energirammemetoden maks ha samlet netto energibehov på 120 kWh/m² oppvarmet BRA årlig (se tabell 2.2)
- Gjennomsnittlig BOA på leiligheter er i denne oppgaven 85m². Hele arealet regnes å være oppvarmet BRA. BRA blir noe større ved innvendig korridorløsning, men det ser jeg vekk i fra ved denne beregningen.
- Pris på strøm settes i oppgaven til 1,0 kr/kWh

⁶ Typisk forholdstall mellom BTA / BRAS er 0,80 - 0,85 ved svalgangsløsning (Erfaringstall, BA)

⁷ Typisk forholdstall mellom BTA / BRAS er 0,70 - 0,75 ved innvendig korridorløsning (Erfaringstall, BA)

- Minimum 40 % av energiforbruket til romoppvarming og vannoppvarming skal kunne dekkes av en alternativ energikilde enn elektrisk strøm og / eller fossile brensler. I denne oppgaven er det lagt vannbåren varme til grunn.
- § 8-21 i veileder til TEK 2007 viser at forbruket av strøm til oppvarming av rom, varmtvann og ventilasjonsluft til sammen utgjør 67 kWh/m² årlig. Da skal minimum 26,8 kWh/m² oppvarmet BRA hentes fra annen energiforsyning enn elektrisk strøm og / eller fossile brensler. For å vise at det er tatt hensyn til at denne energikilden kan ha en annen kostnad, reduserer jeg kostnaden på denne energikilden med 25 %. Dvs. at kilowatttimeprisen på denne energikilden blir satt til 0,75 kr/kWh. (Dersom man kan dokumentere at kravet om 40 % alternativ energiforsyning medfører en merkostnad over byggets levetid, kan man fravike energikravene.)
- Energibesparelsen på alternativ energikilde i forhold til elektrisk strøm blir da:
 $26,8 \text{ kWh/m}^2 * 85 \text{ m}^2 = 2.278 \text{ kWh} \rightarrow 2.278 \text{ kWh} * (1,0 - 0,75) \text{ kr/kWh} =$
570 kr / år
- Myndighetene har sagt at gjennomsnittlig energibesparelse skal ligge på 25 %. Benytter jeg meg av dette tallet og legger det til grunn for å beregne energibehovet på boligblokker etter TEK 1997 blir da det årlige nettobehovet 150 kWh/m². Rammekrav i TEK 2007* 1,25.
- Energibesparelsen fra elektrisk strøm fra TEK 1997 til TEK 2007 blir da:
 $(150 - 120) \text{ kWh/m}^2 = 30 \text{ kWh/m}^2 \rightarrow 30 \text{ kWh/m}^2 * 85 \text{ m}^2 = 2.550 \text{ kWh} \rightarrow$
 $2.550 \text{ kWh} * 1,0 \text{ kWh/m}^2 = \underline{2.550 \text{ kr} / \text{år}}$

Overnevnte opplysningene danner grunnlag for nåverdiberegningene:

- $B = (570 \text{ kr} + 2.550 \text{ kr}) = 3.120 \text{ kr}$
- $r = 5 \%$
- $I_0 = 120.000 \text{ kr}$ (Tall hentet fra forrige underkapittel)
- $n = 25 - 30 \text{ år}$. Boligen har en levetid på 50 år, men man kan ikke forvente at tekniske installasjoner skal vare så lenge. I dette tilfelle sier jeg at levetiden tilsvarer nedbetalingstiden på lånet.

- $S_n = 0$. Jeg velger å se bort fra vedlikeholdskostnader som er nødvendig for å opprettholde en restverdi på investeringen.

Nåverdi av energibesparelse etter 30 år med 5 % kalkulasjonsrente:

$$\begin{aligned} NV(n=30\text{år}) &= (3.120 / 0,05) * ((1 - 1 / (1+0,05)^{30}) + 0 / (1+0,05)^{30} - 120.000) \\ &= 47.962 - 120.000 \\ &= \underline{- 72.037 \text{ kr}} \end{aligned}$$

Investeringen gir en negativ nåverdi, noe som betyr at investeringen er privatøkonomisk ulønnsom.

Jeg ønsker da å se på nåverdien av energibesparelse etter 50 år med 5 % kalkulasjonsrente:

$$\begin{aligned} NV(n=50\text{år}) &= (3.120 / 0,05) * ((1 - 1 / (1+0,05)^{50}) + 0 / (1+0,05)^{50} - 120.000) \\ &= 56.959 - 120.000 \\ &= \underline{- 63.041 \text{ kr}} \end{aligned}$$

Investeringen er fortsatt privatøkonomisk ulønnsom etter 50 år.

Hva blir nåverdien av energibesparelsen hvis man forutsetter at investeringen i år 0 har en restverdi på 80 % etter 30 år (Forutsetter vedlikeholdskostnader lik 0)?

$$\begin{aligned} NV(n=30\text{år}) &= (3.120 / 0,05) * ((1 - 1 / (1+0,05)^{30}) + 96.000 / (1+0,05)^{30} - 120.000) \\ &= 47.962 + 22.212 - 120.000 \\ &= \underline{- 72.037 \text{ kr}} \end{aligned}$$

Selv med 80 % restverdi på investeringene ble investeringen privatøkonomisk ulønnsom.

Siden investeringen ikke er lønnsom kan man etter § 8-22 i TEK veiledning (4.utgave) velge å se bort fra kravet om at minimum 40 % av netto energibehov skal dekkes av annen energiforsyning enn elektrisk strøm og / eller fossile brensler. Dette betyr i denne sammenheng at det kan benyttes elektrisk strøm til all energiforsyning til leilighetene. Da kan man se bort fra tilleggsinvesteringene på vannbåren varme. Ser man tilbake på kapittel 2. 5 medfører vannbåren varme en tilleggsinvestering på 20.300-31.000 kroner. Gjennomsnittskostnaden på de 6 modellene mine gir en gjennomsnittlig

tilleggsinvestering for vannbåren varme på 23.000 kroner (se utregningen i fotnote 3 i kapittel 6.2). Denne kostnaden kan trekkes fra de 120.000 kronene, og da sitter man igjen med en tilleggsinvestering på 97.000 kr. Ved ny nåverdiberegning må man da samtidig se bort fra besparelsen jeg har lagt til grunn ved valg av alternativ energikilde på 570 kr/år og man sitter igjen med en besparelse av energi via strøm på 2.550kr /år.

$$\begin{aligned} NV(n=30\text{år}) &= (2.550 / 0,05) * (1 - 1 / (1+0,05)^{30}) + 0 / (1+0,05)^{30} - 97.000 \\ &= 39.200 - 97.000 \\ &= - 57.800\text{kr} \end{aligned}$$

Selv om man fjerner kostnaden ved å installere vannbåren varme i leilighetene blir ikke investeringen lønnsom. Tilleggsinvesteringen på 97.000 kan ikke velges bort i byggeprosessen etter august 2009. Fra den tid pålegges forbruker en tilleggsinvestering som ikke lønner seg privatøkonomisk.

6.6 Drøfting av resultatene

Jeg starter drøftingen av resultatene med å repetere utdrag av sitat i kapittel 1.4. Der refererte jeg fra pressemelding nr. 7 fra regjeringen:

Det stilles krav som er lønnsomme for forbrukerne over tid for alle typer bygninger. ... tilleggsutgiftene til de foreslåtte energiltakene går mer enn opp i opp med innsparingen de gir på strømregningen. Å bygge med bedre energikvalitet lønner seg med andre ord fra første år.

Investeringene som myndighetene pålegger kjøper av en leilighet i et leilighetsbygg, er ut i fra denne rapporten ikke privatøkonomisk lønnsom slik det blir hevdet av myndighetene. Tilleggsinvesteringen på cirka 120.000 kroner er trolig umulig å spare inn igjen kun via reduserte energiutgifter. Det samme gjelder tilleggsinvesteringene på cirka 97.000, hvis man velger å se bort i fra kravet om annen energiforsyning til 40 % av rom- og varmtvannsoppvarming. Energiprisen skal øke mye før tilleggsinvesteringen lønner seg. Ved å snu litt om på problemstillingen kan man finne ut hvilken strømpris man må

ligge til grunn for at investeringen (inkludert 40 % alternativ energikilde) skal bli lønnsom:

$$NV(n=30\text{år}) = ((2.550 \cdot x + 2.278 \cdot 0,25x) / 0,05) \cdot ((1 - 1 / (1+0,05)^{30}) - 120.000$$

$$NV(n=30\text{år}) = 0$$

$$\underline{x = 2,5 \text{ kr / kWh}}$$

Denne beregningen viser at med en strømpris på 2,50 kr / kWh vil tilleggsinvesteringen være innspart etter 30 år når kalkulasjonsrenta er satt til 5 %.

Avslutningsvis vil jeg se hva kalkulasjonsrenta må ligge på for at investeringen på 120.000 skal gå i 0 etter 50 år med en strømpris på 1 kr / kWh:

$$NV(n=50\text{år}) = (3.120 / x) \cdot ((1 - 1 / (1+x)^{30}) + 0 / (1+0,05)^{30}) - 120.000$$

$$NV(n=30\text{år}) = 0$$

$$\underline{x = 1 \%}$$

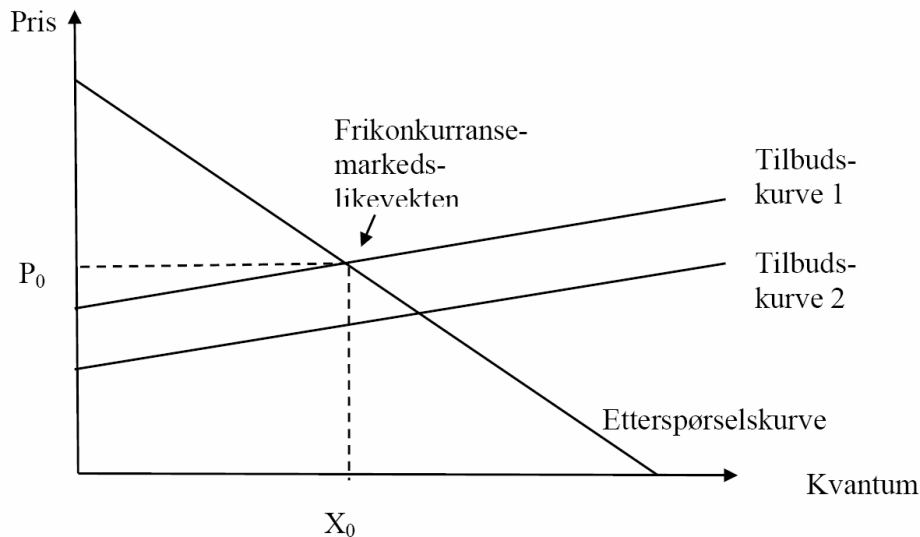
Det viser at kalkulasjonsrenta må settes helt ned i 1 % med innsparingstid på 50 år før investeringen går i null.

Kostnadsøkningen på 1450 kr / m² er en god del høyere enn tidligere antatt. Dr.ing Tore Wigenstad har forfattet SINTEF rapporten "Nye energikrav. Tilleggsanalyser – 2" på vegne av Statens bygningstekniske etat (BE). Han har konkludert med at kostnadsøkningen fra dagens forskriftskrav er beregnet til ca 400 kr / m² for småhus og boligblokker (Wigenstad, 2006). Med forutsetninger som 75 øre/ kWh og kalkulasjonsrente på 4 % er inntjeningsperioden på tilleggsinvesteringen beregnet til å bli 17-18 år. Kvadratmeterpriser stemmer overens med tidligere nevnte pressemelding 7, som sa at et bolighus kom til å få tilleggs kostnader på 70-75.000 kroner. At denne rapporten kommer frem til høyere kvadratmeterpris begrunnes med at alle prosjektkostnadene er inkludert i beregningen, ikke bare kostnadene for bygningselementene og installasjonene.

6.6.1 Samfunnsøkonomiske konsekvenser av reguleringen

I ett fritt konkurransemarked er tilbyder og kjøper enig om pris og kvantum. Likeekten ved en slik situasjon oppstår når tilbud er lik etterspørsel, som grafisk betyr at tilbuds- og

etterspørselskurvene krysser hverandre i frikonkurranselikevekten. Likevektsprisen P_0 og likevektskvantumet X_0 kan da avleses på aksene som i figuren 6.1.



Figur 6.1: Markedskryss (Elnan m. fl, 2006)

I figuren over er det tegnet inn to tilbudskurver. Man kan tenke seg at tilbudskurve 1 (T1) representerer ett fritt marked uten inngrep og tilbudskurve 2 (T2) er tilbudte kvanta ved en subsidie av godet. Inngrepene fører til endring i likevekten, både for pris og kvantum.

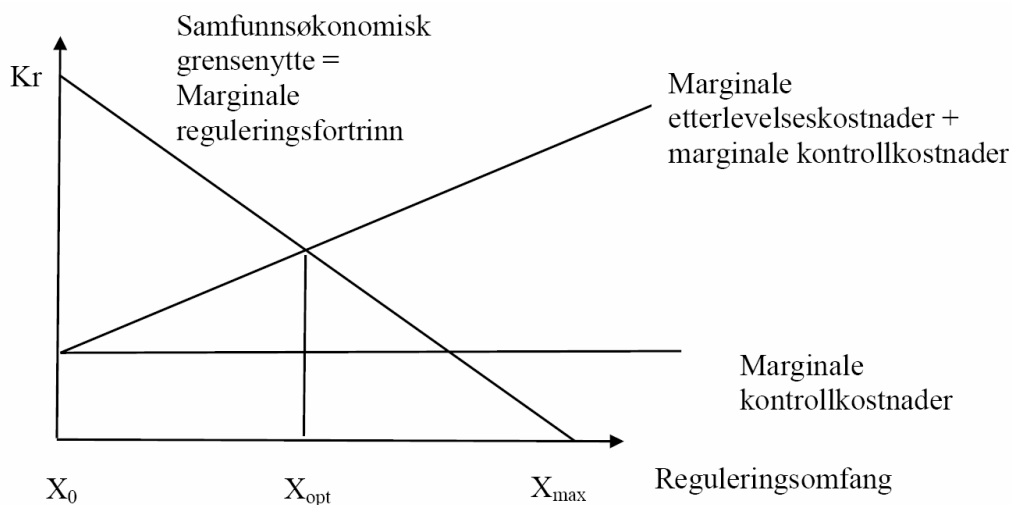
I byggeindustrien kan boliger skattelegges og / eller subsidieres. Dette vil i Figur 6.1 gi utslag i at T2 beveger seg bort fra T1 og endrer pris- og kvantumslikevekten. Dersom det blir gitt subsidier av myndigheten viser det vertikale gapet mellom T1 og T2 subsidiene per boligenhet. Kostnaden til myndighetene for subsidieringen må imidlertid finansieres. Dette betyr en prisøkning og dermed økt beskatning av varer og tjenester, enten direkte i det marked inngrepet settes inn, eller indirekte i andre marked. Denne kostnadsøkningen fører til lavere konsum av disse produktene (Elnan m. fl., 2006).

Hvis man sier at subsidiene til boliger i dette tilfelle er "subsidier til miljøet", dvs at kunden betaler tilleggsutgiftene fra skjerpede energikrav, vil T2 bli ligge over T1 i Figur 6.1. Dette fører til lavere kvantum og høyere pris. Vertikalavstanden mellom de to kurvene gjenspeiler de "miljøsubsidier" forbruker blir pålagt å betale for. Siden nåverdiberegningene i denne oppgaven viser at tilleggsinvesteringen er ulønnsomme, blir altså tilleggsinvesteringene en kostnad. "Miljøsubsidier" fører altså til høyere kostnader

for sluttbruker. Dersom den enkelte kjøper mener den privatøkonomiske konsekvensen blir for stor, vil dette påvirke kjøper til å velge ett annet alternativ til boenhet enn nye leiligheter. Reguleringene kan også få den effekten av at enkelte kjøpergrupper ekskluderes fra å kunne kjøpe ny leilighet.

Styringsinngrep har både en samfunnsøkonomisk kostnadsside og en nytteside. Kostnadene er velferdstap på grunn av allokeringsvirkninger, administrasjons- og styringskostnader for å passe på et regelverk med behovsvurdering og ekstra administrasjoner ved å innføre nye skatter. Den samfunnsøkonomiske nytteeffekten av styringsgrepene må verdsettes, selv om det er et område det er vanskelig å bli enig om. Nytteeffekten vil ha en annen fordeling blant de berørte aktører, og den er vanskelig å beskrive på en presis måte (Elnan m. fl., 2006).

Hans Elnan m. fl (2006) sier at sentrale virkningene av offentlige reguleringer kan skisseres i en statistisk modell. I figur 6.2 viser X-aksen reguleringsomfang og Y-aksen nytteverdien målt i kroner.



Figur 6.2: Optimalt reguleringsomfang (Elnan m. fl., 2006)

Figur 6.2 viser at reguleringer bør skje inntil marginalnyttens er lik marginalkostnaden, etter det er ikke tilpasningen av reguleringen samfunnsøkonomisk effektiv. Dette er vist ved punktet X_{opt} i figuren ovenfor. Begge figurene (Figur 6.1 og Figur 6.2) er sentral i forhold til å forklare hvilke påvirkning reguleringene i Tekniske forskrifter har.

Ser man på den samfunnsøkonomiske nytten av reguleringen er det som nevnt tidligere at reguleringen bør skje inntil marginalnyttens er lik marginalkostnaden, samfunnsøkonomisk effektivt (X_{opt}). Staten har hevdet at den investeringen reguleringen medfører vil bli privatøkonomisk lønnsomt. Sett i sammenheng med mine resultater kan det tyde på at reguleringsomfanget har oversteget X_{opt} . Vi har da en situasjon hvor marginalkostnadene er større enn marginalnyttens. Modellen tar utgangspunkt i at de offentlige reguleringsmyndighetene har samfunnsøkonomisk effektivitet som mål. Basert på at myndigheten har sagt at nytten av investeringene skal være større eller lik kostnadene, ser det ut til at de har fokus rettet mot marginalkostnader og marginalnytte. En faktor som ikke vi får veid i dette resymeet er hvor høyt miljønyttens vektet. Det kan diskuteres, og som mange kanskje kan mener, at den veies så tungt at denne ekstrakostnaden må hver enkelte kunne godta. I denne oppgaven velger jeg å ha et rent økonomisk synspunkt og sett i sammenheng med at myndighetene har sagt at investeringen skal være privatøkonomisk positiv. Basert på at samfunnsøkonomisk nytte er en totalnytte for alle involverte, kan det tyde det på at reguleringen har oversteget X_{opt} , siden investeringen viser seg, privatøkonomisk sett, å være negativ. En kan dermed sette spørsmålsteget til myndighetens utsagn eller det de baserer utsagnet på.

7 Konklusjon

FNs klimapanel hevder at middeltemperaturen globalt kommer til å øke med mellom 1,4 – 6,4 °C som følge av menneskelig påvirkning i tidsrommet 1990 – 2100 hvis ingenting blir gjort for å begrense utviklingen. Dette vil ifølge forskning få alvorlige konsekvenser. Ved å senke CO₂-utslippene globalt hevdes det at skadeomfanget kan reduseres. Norge har ratifisert Kyotoprotokollen som innebærer en forpliktelse til å kutte våre utslipp av klimagasser i perioden 2008 – 2012 slik at våre samlede utslipp ligger ett prosentpoeng over 1990-nivå ved utløp av perioden. For å oppfylle Norges Kyoto-forpliktelse har myndighetene blant annet valgt å innføre nye energiforskrifter i TEK 2007.

På bakgrunn av de nye reguleringene har denne rapporten prøvd å besvare følgende problemstillinger:

- Hva blir kostnadstillegget på grunn av overgangen fra energiltakene i TEK 1997 til TEK 2007 per leilighet?
- Er investeringen myndighetene pålegger forbruker lønnsom slik de hevder?

Tilleggsinvesteringen for leiligheter i leilighetsbygg er estimert til ca 1.450 kr /m². Det vil på en middels stor leilighet, 85 m², tilsvare en tilleggs kostnad på rundt 120.000 kroner. Tilleggsinvesteringen tilsvarer i dagens marked en kostnadsøkning på 3-7 % ved kjøp av leilighet. At denne rapporten kommer frem til høyere kvadratmeterpris enn Dr.ing Tore Wigenstad har forfattet SINTEF rapporten "Nye energikrav. Tilleggsanalyser – 2" på vegne av Statens bygningstekniske etat (BE), begrunnes med at mine beregninger inkluderer alle prosjektkostnader, ikke bare kostnadene for bygningselementene og installasjonene.

Styringsinngrepet vil ha en samfunnsøkonomisk kostnadsside og en nytteside. Ser man på den samfunnsøkonomiske nytten av reguleringen, bør reguleringen skje inntil marginalnytt er lik marginalkostnaden. For at denne investeringen skal være lønnsom må energiprisen, i følge mine nåverdiberegninger, være 2,50 kr/ kWh, og da ligger 30 års innbesparingstid med 5 % kalkulasjonsrente til grunn. Slik energimarkedet er i Norge i dag, virker denne prisen rimelig usannsynlig. En usikkerhetsfaktor er hvor høyt miljønyttan vektas, men sett fra et økonomisk synspunkt, og at myndighetene har satt

som forutsetning at den privatøkonomiske investeringen skal være lønnsom, ser det ut til at rent økonomisk medfører de nye energikravene et velferdstap.

Miljøpolitikken i Norge styres etter prinsippene ”felles innsats”⁸, ”føre-var”⁹ og ”forurenseren betaler”¹⁰ (Regjeringen 1, 2008), noe som kanskje i følge myndighetene rettferdiggjør kostnadene de pålegger boligkjøper.

Skaper TEK 2007 nye problem?

I vår iver etter å spare energi og gjøre byggene våre tettere, får en da følgeproblem med på kjøpet?

- Gir mer isolasjon økt fare for fuktskader?
- Gir tettheten bedre / dårligere innemiljø? Evt. dårligere helse? Hva med radonfare ved færre luftutvekslinger?
- Fryser det til/kondenserer på utsiden av de nye vinduene?
- Skaper tyngden på vinduene problem for hengslene?

Økt isolasjonstykkelse i vegger og tak kunne medføre en viss økning i fuktnivå i ytre del av konstruksjonene. Dette skyldes hovedsaklig at:

- Tykkere vegger/tak gir mer treverk og mer byggfukt som skal tørke ut.
- Ytre del av vegg/tak blir kaldere og relativ fuktighet (RF) øker dermed noe. For luftede bindingsversvegger/tak har dette liten betydning.
- Det kan imidlertid generelt sies at den økte risikoen for muggvekst er relativt liten, og at den kan håndteres med enkle tiltak i prosjekterings- og byggefasen.

Nye krav til lufttetthet vil kunne redusere risikoen for luftlekkasjer fra inne- til uteluft. Krav til varmegjenvinning fra ventilasjonsluften vil gi sikrere ventilasjon. Begge disse

⁸ Felles innsats: Bærekraftig utvikling angår ikke bare myndighetene, men alle i samfunnet. I følge Gro Harlem Brundtland er bærekraftig utvikling : *En bærekraftig utvikling skal ivareta den nåværende generasjons behov uten å ødelegge mulighetene til kommende generasjoner til å tilfredsstill sine behov.*

⁹ Føre-var-prinsippet: der det er vitenskapelig usikkerhet, skal tvilen komme naturen til gode

¹⁰ ”Prinsippet om at forurenseren betaler”: den som forurenser bør betale den reelle kostnaden ved skade som de forvolder.

faktorene vil kunne redusere risikoen for fuktskader og muggvekst, og motvirke eventuelle negative effekter på grunn av økt isolasjonstykkelse (Sintef Byggforsk, 2008).

Siden tettheten i bygget skal bli bedre kan dette gå ut over innemiljøet ved at Som jeg nevnte i kapittel 2.6 skal balansert ventilasjon ha god effekt på innemiljøet.

Kondens kan forekomme på utvendig side av godt isolerte vinduer, spesielt når senter U-verdi er $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eller bedre. Årsaken er avstråling til himmel i klare, kalde perioder når utvendig luftfuktighet samtidig er høy. Rutene kan da være så kalde at fuktig uteluft kan avgi kondens på ruta en kort tid.

Slik kondensering har ingen konsekvenser for vinduenes varighet eller funksjon, og utbedringstiltak er ikke nødvendig. Hvis man benytter en rute med utvendig lavemisjonsbelegg, vil utvendig kondens vanligvis ikke oppstå. Utvendig skjerming av vinduet mot himmel (takutstikk, markise e.l.) vil også redusere kondenseringen (Byggforvaltningsblad 740.111).

For utadslående vindu vil utfordringen i tillegg til u-verdi være belastning på karm og ramme i følge en artikkel i Teknisk Ukeblad (Teknisk ukeblad, 2008). Isolasjonen gir høy vekt, og stor belastning vil falle på limfugene samtidig som selve isolasjonssjiktet må tåle vekten. Treprofilene i et vindu består av flere lameller som er limt sammen. I et isolert vindu må en av disse erstattes med isolasjon. Hele 91 % av vinduene i det norske markedet består av utadslående vindu. Isolert karm og ramme kan produseres av tre, metall eller plast. En rekke bedrifter selger ferdig isolerte profiler i metall og plast. Noen norske bedrifter er i ferd med å utvikle egne profiler. I tillegg til tyngdeproblematikken ble det nevnt i samme artikkel at trelagsvindu tar dagslys. Det vil føre til at slike vindu vil bli lite brukt spesielt i tettbebygde strøk der regelverket for lys i noen tilfeller kan føre til redusert byggehøyde om trelagsvindu blir montert.

Dette er noen problemer som kan komme. Det kommer sikkert til å komme mange tilsvarende oppdagelser etter hvert som man velger å bygge etter TEK 2007.

8 Referanser

- Abrahamsen, Morten (2001): *Organisering av byggeprosjekter*, Grimstad: Rapport av Multiconsult
- Byggefagrådet (1986): *Entreprisereformer i byggesaker*, Oslo: Byggefagrådet
- Churchill, Gilbert A. og Iacobucci, Jr. Dawn (2005): *Marketing research*, Thomson, South-Western
- Elnan, Hans m. fl (2007): *Eiendomsøkonomi: prinsipper og modeller*, BIF-rapport nr. 10, Kristiansand: Trykkeriet, Høgskolen i Agder
- Elnan, Hans m. fl (2006): *Markeds- og styringsvikt i eiendomsmarkedet*, BIF-rapport nr. 12, Kristiansand: Trykkeriet, Høgskolen i Agder
- Hellevik, Ottar (1999): *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*, Oslo: Universitetsforlaget
- Holme, Idar Magne og Solvang, Bernt Krohn (1991): *Metodevalg og metodebruk*, Otta:Tano
- Kommunal- og regionaldepartementet (2007): *Tekniske forskrifter til Plan- og bygningsloven 1997 ajourført med endringer, senest ved forskrift 26.januar 2007 nr. 96*, Oslo: Norsk byggtjeneste Forlag
- Lundequist, Jerker (1995): *Design och produktutveckling*, Studentlitteratur, Sverige
- Meland, Øystein H. (2000): *Fiaskoprediktorer for prosjekteringsledelse – en teoretisk modell og en empirisk test*, Sverige: Kungliga Tekniska Högskolan
- Meland, Øystein H. m. fl (2003): *Metodisk verktøy for valg av anskaffelses- og kontraktstrategi*, BIF
- Meland, Øystein (2004): *Forelesningslitteratur til IND 503, Strategisk økonomistyring*, Grimstad: Høgskolen i Agder
- Meland, Øystein: *Tid- / ressursprogram for Vest-Agder fylkeskommune*

- Patel, Runa og Davidsson, Bo (1995): *Forskningsmetodikkens grunnlag*, Oslo: Universitetsforlaget
- Rudén, Olle (2007): *Kurslitteratur for Calculus*, Sandvika: Norconsult
- SINTEF Byggforsk (2008): *Byggforskserien*,
- SINTEF Byggforsk, BKS 1 (2008): Byggforskserien, *Byggdetaljblad 471.010*
- SINTEF Byggforsk, BKS 2 (2008): Byggforskserien, *Byggdetaljblad 573.105*
- SINTEF Byggforsk, BKS 3 (2008): Byggforskserien, *Byggforvaltningen 720.035*
- SINTEF Byggforsk v/ Tor Wigenstad (2006): *Nye energikrav. Tilleggsanalyser -2*
- Standard Norge (2007): *NS 3940 – Areal- og volumberegninger av bygninger*
Oslo: Standard Norge
- Standard Norge (2007): *NS 3451 - Bygningsdelstabell med tilhørende veiledning*
Oslo: Standard Norge
- Statens bygningstekniske etat (2007): *Veiledning til Tekniske forskrifter til Plan- og bygningsloven 1997 (4.utgave mars 2007)* Oslo: Norsk byggtjeneste Forlag
- Statens bygningstekniske etat, BE 1 (2007): *Energi, temaveiledning*, Oslo: Norsk byggtjeneste Forlag
- Statens bygningstekniske etat, BE 2 (2007): *Presentasjon av revisjon av Tekniske forskrifter 2007*, Presentasjonsmateriell

Internettadresser:

CICERIO 1; 2008: <http://www.cicero.uio.no/abc/klimaendringer.aspx#bm5>

CICERIO 2; 2008: <http://www.cicero.uio.no/fulltext/index.aspx?id=3411&lang=no>

Enova, 2008: www.enova.no

Enøk i Norge, Enøkguiden, 2008: http://www.enok.no/enokguiden/10_4.html

Holtsmark, Bjart, Aftenposten 23. 02. 2005:

<http://www.aftenposten.no/meninger/kronikker/article975396.ece>

Miljøstatus 1, 2008:

http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing_2329.aspx

Miljøstatus 2, 2008:

http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing_2331.aspx

Passivhus, 2008:

http://www.passiv.no/hvordan_bygge_et_passivhus#trinn_2_reduser_elektrisitetsforbruk_et_til_lys_og_utstyr

Regjeringen 1, 2008:

<http://www.regjeringen.no/pages/1982513/Strategi%20for%20bærekraftig%20utvikling.pdf>

Regjeringen 2, 2008: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/tema/klima.html?id=1307>

Regjeringen 3, 2008:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/pressesenter/pressemeldinger/2007/Skjerpede-energikrav-til-nye-boliger.html?id=448762>

Regjeringen 4, 2008:

<http://www.regjeringen.no/upload/kilde/krd/tar/2007/0001/ddd/pdfv/305563-tek300107.pdf>

Regjeringen 5, 2008: <http://www.regjeringen.no/nb/tema/Energi.html?id=212>

Regjeringen 6, 2008: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/tema/klima/Sporsmal-om-klimaendringene.html?id=449643>

Regjeringen 7, 2008: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/regpubl/stmeld/2006-2007/Stmeld-nr-34-2006-2007-.html?id=473411>

Regjeringen 8, 2008: http://www.regjeringen.no/nb/om_regjeringen/stoltenberg-ii/De_store_oppgavene/Ansvar-for-klima/Klima-2.html?id=446924

Regjeringen 9, 2008:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/pressesenter/pressemeldinger/2007/Regjeringen-har-vedtatt-nye-energikrav.html?id=448761>

SINTEF Byggforsk, 2008: Byggforskserien (<http://bks.byggforsk.no/>)

Statens forurensningstilsyn, STF 1, 2008: http://www.sft.no/artikkel_38559.aspx

Statistisk sentralbyrå, SSB 1, 2008: <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-397.html>

Statistisk sentralbyrå, SSB 2, 2008: <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-396.html>

Stern, Nicholas, 2006: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

Teknisk ukeblad, 2008: <http://www.tu.no/bygg/article64801.ece>

Wigenstad 1, 2006: http://www.hib.no/avd_ai/expo/2006/Wigenstad.pdf

9 Vedlegg

9.1 Prosjektsammenstilling av kalkyler fra Calcus

Prosjektsammenstilling av kalkyler eksportert til Excel fra Calcus av de 6 modellene.

Modell 1

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	1 117 195	688 324	428 872
2	Bygning	Total pris	3 228 186	2 900 972	327 214
3	VVS	Total pris	2 752 031	719 798	2 032 233
4	Elkraft	Total pris	0	619 160	-619 160
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	4 049 049	3 684 406	364 644
9	Spesielle kostnader	Total pris	2 786 615	2 153 165	633 451
SUM : KALKYLE		Total pris	13 933 077	10 765 824	3 167 254

Modell 2

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	917 973	592 480	325 493
2	Bygning	Total pris	2 660 380	2 401 913	258 467
3	VVS	Total pris	2 256 156	653 540	1 602 616
4	Elkraft	Total pris	0	562 166	-562 166
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	3 640 658	3 345 254	295 404
9	Spesielle kostnader	Total pris	2 368 792	1 888 838	479 953
SUM : KALKYLE		Total pris	11 843 959	9 444 192	2 399 767

Modell 3:

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	606 457	381 785	224 672
2	Bygning	Total pris	1 910 974	1 720 720	190 254
3	VVS	Total pris	1 390 482	359 364	1 031 118
4	Elkraft	Total pris	0	309 120	-309 120
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	2 023 412	1 839 466	183 947
9	Spesielle kostnader	Total pris	1 482 831	1 152 614	330 218
SUM : KALKYLE		Total pris	7 414 157	5 763 068	1 651 089

Modell 4:

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	916 846	555 960	360 886
2	Bygning	Total pris	2 567 823	2 320 156	247 667
3	VVS	Total pris	2 311 619	589 582	1 722 037
4	Elkraft	Total pris	0	507 150	-507 150
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	3 318 455	3 017 873	300 582
9	Spesielle kostnader	Total pris	2 278 686	1 747 680	531 006
SUM : KALKYLE		Total pris	11 393 429	8 738 401	2 655 028

Modell 5:

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	748 082	466 433	281 649
2	Bygning	Total pris	2 241 302	2 031 093	210 209
3	VVS	Total pris	1 790 812	464 446	1 326 366
4	Elkraft	Total pris	0	399 510	-399 510
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	2 607 888	2 377 345	230 542
9	Spesielle kostnader	Total pris	1 847 021	1 434 707	412 314
SUM : KALKYLE		Total pris	9 235 105	7 173 534	2 061 571

Modell 6:

Kontoplan	Konto	Type	TEK 07	TEK 97	Differanse
1	Felleskostnader	Total pris	881 038	547 645	333 392
2	Bygning	Total pris	2 574 561	2 329 799	244 762
3	VVS	Total pris	2 151 536	564 929	1 586 607
4	Elkraft	Total pris	0	485 944	-485 944
5	Tele og automatisering	Total pris	0	0	0
6	Andre installasjoner	Total pris	0	0	0
7	Utendørs	Total pris	0	0	0
8	Generelle kostnader	Total pris	3 172 336	2 891 684	280 653
9	Spesielle kostnader	Total pris	2 194 868	1 705 000	489 868
SUM : KALKYLE			10 974 340	8 525 001	2 449 338

9.2 *Kontoplan for delprosjektene av modell 1*

Dette vedlegget viser kontoplan for hver enkelt konto for begge delprosjektene, TEK 1997 og TEK 2007. Vedlegget er på 18 sider, 1 side for hver konto for begge delprosjektene. Her kan man finne de spesifikke summene hver konto består av.