



Universitetet  
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

## MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i konstruksjoner og materialer med fordypning innen energi	Vårsemesteret, 2010  Åpen
Forfatter: Eirik Hope	..... (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Kåre Bærheim Veileder: Behzad Mojahed, SWECO	
Tittel på masteroppgaven: Energimerking av bygninger Engelsk tittel: Energy assessment of buildings	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Energimerking Varmestrømsmåling Beregning av energibruk	Sidetall: ..... + vedlegg/annet: .....  Stavanger, ..... dato/år



# Forord

Denne oppgaven utgjør siste del av Master i konstruksjoner og materialer med fordypning innen energi ved Universitetet i Stavanger.

Motivasjonen for oppgaven har vært å tilegne seg kunnskap om et aktuelt tema. Det har vært en lærerik prosess og jeg føler jeg har opparbeidet meg en god forståelse for emnet gjennom arbeidet.

Jeg vil rette en stor takk til faglig veileder Behzad Mojahed som gjennom sine innspill, sitt engasjement og erfaring har vært til meget god hjelp og støtte i løpet av hele prosessen. Videre vil jeg takke øvrige medarbeidere i SWECO for gode tips underveis i samt veileder fra UiS, Kåre Bærheim. Eiendomsdrift fortjener en takk for tilgang og bistand i forbindelse med det praktiske arbeidet i oppgaven.

# Sammendrag

Omlag 40 % av all energien som utnyttes på land i Norge kan knyttes til bruk og oppføring av bygninger. Innføring av ordningen *Energimerking av bygninger* er ment som et bidrag til bevisstgjøringen omkring dette energiforbruket.

Denne oppgaven går ut på å kartlegge den nye energimerkeordningen slik den fremstår i dag.

Den første delen er en teoretisk gjennomgang, med vekt på innholdet i en energiattest og kompetansekrav ved utførelse av energimerking. Her er vitale punkter fra *Forslag til endringer i Forskrift om energimerking av bygninger* tatt med, hvor spesielt den visuelle presentasjonen kan nevnes. Videre gis det en oversikt over *Den danske energimærkning* med en sammenligning i forhold til den norske ordning. Danmark startet allerede i 1997 med energimerking og det var dermed naturlig å se hvilke erfaringer som er gjort frem til i dag.

Deretter presenteres metodikken som knyttes til det praktiske arbeidet. Beregningene skal følge metodene i NS 3031 og kan utføres ved hjelp av egnede dataverktøy. Her er programmet SIMIEN beskrevet og benyttet. I tillegg er bruken av varmestrømsmåler til å finne U-verdier forklart.

Oppgaven inneholder en energimerking av Torgveien 15A. Her beskrives innsamling av data, beregninger, resultater og en liste over aktuelle forbedringstiltak.

I forhold til videre arbeid er det sett på hvilke parametre som har innvirkning på utførelsen av en energimerking.

Et mål med oppgaven har vært å finne mulige differanser i resultatene ut i fra hvordan U-verdier er funnet. Beregningene som er gjort viser nettopp at energimerket kan variere med minst én karakter på bakgrunn av dette.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	3
Sammendrag.....	4
Innholdsfortegnelse.....	5
Figuroversikt.....	6
Tabelloversikt.....	7
Vedleggsliste.....	7
1. Introduksjon .....	8
2. Begreper .....	10
3. Energimerkeordningen .....	12
3.1 Energiattesten.....	12
3.2 Generelle bestemmelser.....	19
3.3 Kompetansekrav .....	20
3.4 Standarder som omhandler ordningen.....	21
4. Den danske Energimærkning.....	24
5. Beskrivelse av metodikken .....	28
5.1 SIMIEN.....	28
5.2 NVE sitt beregningsprogram .....	29
5.3 Kategorier av inndata.....	32
5.4 Måleapparatet .....	34
6. Energimerking i praksis .....	39
6.1 Grunnlag og forutsetninger.....	40
6.2 Beregninger.....	55
6.3 Hvilke parametre har størst betydning? .....	62
6.4 Tiltakslisten.....	65
7. Konklusjoner og anbefalinger .....	73
8. Kilder .....	76

## Figuroversikt

Figur 1 Energimerkeskalaen [2] .....	14
Figur 2 Fargeskala for oppvarmingsmerke .....	15
Figur 3 Nytt energimerke .....	16
Figur 4 To bygninger med ulik energimerking .....	17
Figur 5 Sitat hentet fra forskriften .....	20
Figur 6 Forslag til utbedringer med hensyn til økonomi [15] .....	27
Figur 7 Skjerm bilde fra NVE sitt energimerkeprogram .....	30
Figur 8 Målinger av "kjent" vegg .....	36
Figur 9 Kuldebro i enden av veggen .....	37
Figur 10 Fasade, to typer vinduer .....	41
Figur 11 To veggkonstruksjoner .....	45
Figur 12 hx-diagram hentet fra Ventilasjonsteknikk 1, Stensaas .....	52
Figur 13 Graf over forventet tidsbruk .....	63
Figur 14 Kyoto-pyramiden .....	65
Figur 15 Varmegjenvinnerens plassering i aggregatet .....	68
Figur 16 Prinsippskjema, kjølemaskin .....	70

## Tabelloversikt

Tabell 1 Algoritme for energiskala .....	13
Tabell 2 Virkningsgrader for kjeler med fossilt brensel [17].....	26
Tabell 3 U-verdimålinger mot referansevegg.....	36
Tabell 4 Inndata for vindu Type 1.....	42
Tabell 5 Varmekapasitet over gulvareal.....	43
Tabell 6 Beregnede U-verdier, eventuelt fra tabeller.....	44
Tabell 7 U-verdimålinger, Torgveien 15 A .....	46
Tabell 8 Vekting av U-verdi for vinduer .....	47
Tabell 9 Oppsummering av målte U-verdier .....	48
Tabell 10 Varmetilskudd fra interne laster .....	54
Tabell 11 Energiforbruk de siste tre år.....	55
Tabell 12 Energimerke ut i fra forskjellige metoder .....	56

## Vedleggsliste

- Vedlegg 1: Dataskjema for ventilasjonsanlegget i Torgveien 15A
- Vedlegg 2: Plottediagram til varmestrømsmåleren
- Vedlegg 3: Inndeling av standarder for bygningers energiytelse
- Vedlegg 4: Mail fra Åsta Lura Vaaland, kilde 33

# 1. Introduksjon

Her følger en introduksjon som omhandler bakgrunn, mål og omfang i forhold til oppgaven.

I tillegg til "finanskrisen" har "klimakrisen" blitt nevnt i mediene stort sett daglig de siste årene. Uten å begi seg inn på diskusjoner rundt CO<sub>2</sub>-utslipp og klima er det nok utvilsomt at en kan nytte den energien en forbruker i dag på en mye mer effektiv måte.

En bygning defineres som en "konstruksjon med tak og vegger der det brukes energi for å påvirke inneklimate", i følge EU-direktiv 2002/91/EF on the energy performance of buildings. Videre har en termodynamikkens andre lov som sier at all varmetransport går fra et varmt område til et kaldere, aldri motsatt. Disse to setningene legger grunnlaget for bygninger som energiforbrukere.

For å senke et forbruk må en først og fremst bli bevisst på hvor stort forbruket faktisk er. Dette har vært incentivet for NVE sitt prosjekt *Energimerking av bygninger* som har sitt utspring fra det overnevnte EU-direktivet.

Målet med denne oppgaven er hovedsakelig todelt. Den første delen tar for seg å presentere status for *Energimerking av bygninger* i dag. Her trekkes stikkord som kriterier, standarder og lover, energiattest og kompetansekrav frem. I tillegg foretas det en sammenligning med den tilsvarende ordningen i Danmark.

Den andre delen går inn på praktisk utførelse av energimerkingen. Her vil en gå gjennom aktuelle beregningsmetoder, måleapparat og dataverktøy. Dette danner grunnlaget for en reell energimerking av Torgveien 15 A. Ved enkelte inputdata må det utvises skjønn og det undersøkes om forskjellige valg kan føre til differensierte energikarakterer.

I *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg* ligger det i tittelen at den nye ordningen omfatter en vurdering av tekniske anlegg i bygninger. Både for å holde oppgavens omfang noenlunde begrenset, men også på grunn av



forfatterens manglende kunnskap om emnet, er dette punktet ikke omfattet av oppgaven.

Siden denne ordningen er et såpass nytt tema finnes det i praksis ingen bøker om emnet. Kildene til denne oppgaven er dermed rapporter, internettartikler og en del trykte artikler i fagblad og medier, i tillegg til samtaler med aktuelle fagfolk.

## 2. Begreper

**Beregnet levert energi:** Beregning av netto energibehov jfr. NS 3031 og årgjennomsnittlige systemvirkningsgrader for energisystemene.

**Målt levert energi:** avhengig av byggets reelle bruk.

**Energiytelse:** "mål på hvor effektivt energien produseres, distribueres, lagres, omformes, og brukes, som også kan omfatte miljøbelastninger og kostnader" (NS 3031)

**Netto energibehov:** Mengden energi som bygget er beregnet å bruke. Ikke hensyn til virkningsgrad til f.ex varmpumpe eller vannbårent varmesystem. Forteller om egenskapene til bygningskroppen.

**Levert energi:** Energiregningen

**Primær energi:** Energi som råstoff; kull, olje biobrensel o.l.

**Energiforbruk:** I oppgaven er dette fordelt på areal med benevning [kWh/m<sup>2</sup>]

**EPBD:** Energy Performance of Buildings Directive

**Varmetapstall:** Varmetransportkoeffisient for summert transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon dividert på oppvarmet del av BRA [W/m<sup>2</sup>K]

**Forskriften:** Med forskriften menes *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg*

**Bruksareal (BRA):** Bruttoareal minus areal av ytterveggene, altså inkludert innervegger. Angis i [m<sup>2</sup>] og avrundes (NS 3490:2007)

**VAV:** Variable Air Volume

**CAV:** Constant Air Volume

**Varmestrømsmåler:** Apparat som måler infrarød stråling fra en overflate uttrykt ved  $[W/m^2]$

**Klimaskjerm:** Konstruksjoner som beskytter oppvarmet del av BRA mot utvendig klima

**SFP-faktor:** Specific Fan Power, en faktor som angir vifteeffekt pr volumstrøm behandlet luft  $[kW/(m^3/s)]$

**Glassfaktor:** Glassflatens andel av det totale vindusarealet inkludert karm

**Solfaktor:** Den andelen av solvarmen som direkte eller indirekte kommer inn i rommet

**Kuldebro:** Felter med lavere isolasjonsevne enn omkringliggende konstruksjon

## **3. Energimerkeordningen**

Den nye energimerkeordningen er et ledd i arbeidet for en bærekraftig utvikling ved å senke Norges energiforbruk. Bygninger som energimerkes rangeres etter behovet for levert energi. Hensikten er altså å gjøre folk flest oppmerksom på energiforbruket i bygg og foreslå tiltak som kan redusere dette.

Totalt står bygninger for ca 40 % av det årlige forbruket, rundt 80 TWh, dermed vil små forbedringer kunne gi merkbare resultater [1]. Opphavet til ordningen er direktiv 2002/91/EF om bygningers energiytelse, som ble vedtatt i Europaparlamentet 16. Desember 2002. Forskriften som ble utgitt fra Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, i desember 2009 markerte dermed en (foreløpig) slutt på en langvarig og omfattende prosess. Årsaken til at slutten anses som foreløpig er at NVE regner med at ordningen vil revideres etter hvert som tilbakemeldinger mottas.

### **3.1 Energiattesten**

Energimerkingen skal resultere i en energiattest som, i form av et sammendrag eller i sin helhet, skal gjøres lett synlig i det merkede bygget. Ordningen omfatter alle yrkesbygg med mer enn 1000m<sup>2</sup> samlet bruksareal, med enkelte unntak som presiseres i forskriften. Attesten vil bestå av følgende fire punkter; energikarakter, oppvarmingsmerke, tiltaksliste og målt energiforbruk.

#### **3.1.1. Energikarakter**

Et energimerke som graderes fra A til G hvor A er det beste resultat. Energimerket skal fortelle hvor mye energi et bygg trenger for et standardisert bruksmønster, uttrykt ved kWh/m<sup>2</sup>. Det tas utgangspunkt i beregnet netto energibehov for standardisert klima, i henhold til NS 3031. Dette betyr at det er levert energi over systemgrensene som fastsetter energimerket. Det er her verd å merke seg ordlyden i EU-direktivet, "Directive on the energy performance of buildings". En skal altså vurdere byggets egenskaper, ikke brukerne (målt forbruk). Videre vil bygninger over hele landet energimerkes i forhold til

Oslo-klima. Dette er også et ledd for å gi en standardisert sammenligning av bygninger, uavhengig av hvor de befinner seg i landet.

Energiskalaen er beregnet ut i fra en algoritme, som vist i Tabell 1 nedenfor, med to referanseverdier; forbruk som tilfredstiller energikravene i TEK 07,  $R_r$ , og et gjennomsnittlig forbruk,  $R_s$ , med utgangspunkt i "ENOVA. Bygningsnettverkets Energistatistikk".

Tabell 1 Algoritme for energiskala

<b>Beregning av skala</b>	
A	$\leq 0,5 * R_r$
B	$\leq 0,75 * R_r$
C	$\leq R_r$
D	$\leq 0,5 * (R_r + R_s)$
E	$\leq R_s$
F	$\leq 1,5 * R_s$
G	$> 1,5 * R_s$

Videre følger Figur 1 som viser kravet til de forskjellige energikarakterene, basert på TEK 07.

Bygningskategori	Levert Energi						
	A	B	C	D	E	F	G
	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn	Lavere enn
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
Småhus	79	118	158	231	305	458	Ingen grense
Boligblokker	67	100	134	184	235	353	Ingen grense
Barnehager	90	135	180	228	276	414	Ingen grense
Kontorbygg	84	126	168	215	263	395	Ingen grense
Skolebygg	79	118	158	208	259	389	Ingen grense
Universitets- og høyskolebygg	95	143	191	240	289	434	Ingen grense
Sykehus	179	268	358	416	475	713	Ingen grense
Sykehjem	136	203	271	328	384	576	Ingen grense
Hoteller	135	202	269	321	373	560	Ingen grense
Idrettsbygg	109	164	218	272	325	488	Ingen grense
Forretningsbygg	129	194	258	309	360	540	Ingen grense
Kulturbygg	105	158	210	256	302	453	Ingen grense
Lett industri, verksteder	106	159	212	270	329	494	Ingen grense

Basert på nivå for TEK 2007

Figur 1 Energimerkeskalaen [2]

Bygg i førstnevnte kategori skal dermed få karakteren C, mens gjennomsnittlig forbruk belønnes med en E. For et kontorbygg tilsvarer dette i dag et forbruk på henholdsvis 168 og 263 kWh/m<sup>2</sup> [2]. At de gjeldende kravene "bare" gir en C er en pekepinn på at NVE ønsker en fremtidsrettet ordning hvor gode karakterer skal være relativt vanskelig å oppnå. NVE tar imidlertid høyde for at de spesifikke grenseverdiene, R<sub>r</sub> og R<sub>s</sub>, kan endres og dermed vil også karakterskalaen kunne endres. Her har en muligens tatt lærdom fra energimerkingen av hvitevarer hvor det etter hvert er blitt meget tett mellom toppkarakterene og en har måttet innføre et A+-nivå. Dette vil videre si at de aller fleste eksisterende bygninger vil havne på den nedre del av skalaen, og veien frem til et A-bygg kan synes lang. Hvordan dette gir seg utslag i folks holdninger til den nye ordningen gjenstår å se.

I forhold til høringsforslaget som per juni 2010 ligger ute heter det at "det er ønskelig å holde skalaen for energikarakteren stabil over en lengre periode". Her presiseres det at det ikke legges opp til en justering i forhold til TEK-10 kravene. Dette vil, etter forfatterens mening, signalisere en noe defensiv holdning. Begrunnelsen her er at stadig strengere krav vil være en naturlig nødvendighet hvis en ønsker en utvikling mot et

lavere energiforbruk. Fordelen vil være at en har forutsigbarhet og lettere kan sammenligne bygninger, merket på forskjellig tidspunkt, opp mot hverandre. Punktet avsluttes imidlertid med at justeringer av energiskalaen vurderes med jevne mellomrom.

Toppkarakteren A krever i tillegg at en utfører en tetthetskontroll, det vil si at en kontrollerer at luftvekslingen pr time ved standard trykkdifferanse 50 Pa ikke overskrider 1,5 i henhold til TEK 07 [3].

### 3.1.2. Oppvarmingsmerke

Et oppvarmingsmerke som indikerer hvor stor andel av oppvarmingen av tappevann og bruksareal som kan gjøres ved andre energiformer enn strøm og fossilt brensel. Merket graderes på en fargeskala, se Figur 2 nedenfor, hvor grønn symboliserer fornybar og "riktig" energi, mens rødt merke blir gitt til bygg som utelukkende varmes opp av for eksempel elektrisitet eller olje. Dette er i henhold til *"myndighetenes mål om energiomlegging"* [12]. Ved bruk av varmepumpe vil det gis et gult oppvarmingsmerke ettersom omgivelsesvarmen anses som fornybar, mens det går noe (ikke fornybar) elektrisitet med til drift av vifte og kompressor.

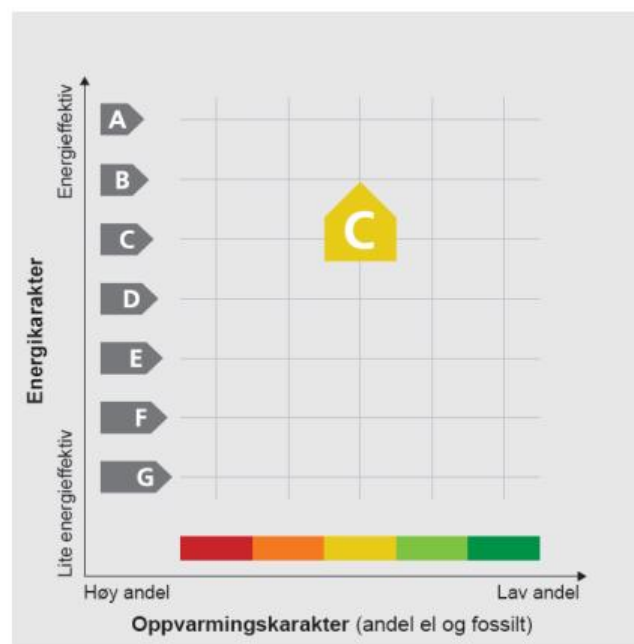


Figur 2 Fargeskala for oppvarmingsmerke

Spesielt for elektrisitet er det nok her også tatt hensyn til eksergi, altså at elektrisiteten er så høyverdig at den ikke bør brukes til oppvarming, hvor behovet kan dekkes av en simplere energiform. Oppvarmingsmerket er sannsynligvis ment som et supplement til bokstavkarakteren for å fremme disse "grønne" energikildene. Dette kan nok gjerne skyldes at vekting av energikilder ikke er tatt med i den nåværende karaktersettingen.

I omtaler av den nye energimerkingsordningen har gjerne oppvarmingsmerket havnet litt i skyggen, men NVE, og energiminister Terje Riis-Johansen, fastholder at dette er en meget viktig del for å få et helhetlig bilde av energibruken i et bygg [4].

Det er blitt foreslått i det nye høringsforslaget å slå sammen energikarakteren og oppvarmingsmerket til ett "Energimerke". Det nye kombinerte energimerket er tenkt å se slik ut:



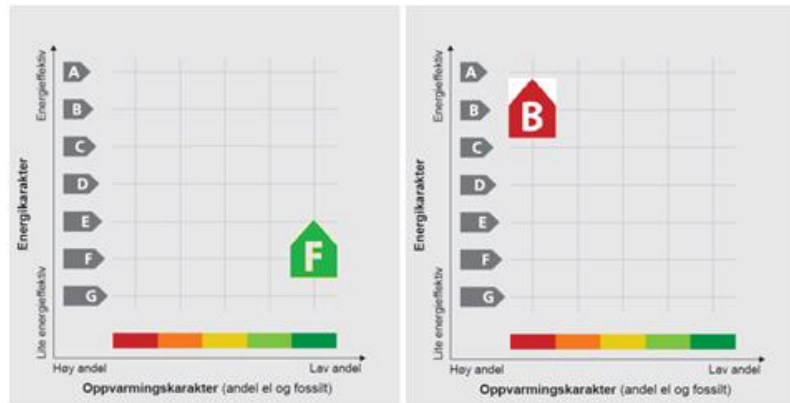
Figur 3 Nytt energimerke

Den grafiske kommunikasjonen skjer dermed ved hjelp av et diagram hvor begge vurderinger kombineres til en enhet. Dette tolkes til å være i tråd med NVE sitt uttalte mål om å løfte frem oppvarmingsmerket [4]. Diagrammet anses å være relativt lettfattelig ved at en rød G er laveste verdi for begge akser og representer dermed "Lite energieffektiv" og Høy andel" (fossil eller elektrisk brensel). Motsatt vil en grønn A representere det beste bygget med hensyn på miljøvennlig energieffektivitet.



Et spørsmål blir imidlertid hvordan følgende scenario vil vurderes;

Hvilket bygg er best?



Figur 4 To bygninger med ulik energimerking

Hvis en tenker seg to identiske bygninger med tanke på pris, beliggenhet etc. hvor det eneste som skilte dem var energimerkingen. Bør en velge det bygget som har et lavt, men lite miljøvennlig energiforbruk, eller vil et høyt energiforbruk kunne forsvares av at energien er miljøvennlig? Dette er relevante spørsmål som eiere og leietakere av bygg vil måtte ta stilling til i tiden framover. En legger merke til at energikarakteren ikke er tallfestet. Dette gjør det nødvendigvis vanskeligere å vite hva den reelle differansen i energiforbruket mellom en B og F i dette tilfellet er. Ut i fra et økonomisk perspektiv virker gjerne en "forurensende" B som et gunstig alternativ siden energiregningen i alle tilfelle vil være lavest. For en miljøaktivist vil gjerne det energislukende alternativet være å foretrekke da visshetene om å være miljøvennlig kan være avgjørende.

Snur en imidlertid det hele på hodet og ser på mulige tiltak for disse to byggene blir gjerne situasjonen noe annerledes. Setter en seg noe inn i ordningen skal det nok la seg gjøre å finne ut hvilke tallverdier som ligger til grunn for karakterskalaen jamfør Figur 1 i kapittel 3.1.1. Uten nødvendigvis å ha en nøyaktig forståelse for hva disse tallene egentlig representerer ser en at karakteren F tillater mer enn en tredobling av energibruken i forhold til en B. Med visse forbehold skulle en vel intuitivt anta at det vil være lettere å gjøre en rød B grønn ved å endre energikilde, enn å redusere beregnet netto energibehov til en tredjedel.

### 3.1.3. Målt energiforbruk

Det ble besluttet at en i yrkesbygg skal legge ved en oversikt over faktisk energiforbruk for de tre siste årene i energiattesten. Dette er for å sikre et helhetlig bilde, både i forhold til bruk og bygningsmessige forhold, ettersom energimerket bygger på beregnede verdier. Ved vesentlige differanser mellom målt forbruk og beregnet energibehov vil dette kunne tas hensyn til i utforming av tiltakslisten.

### 3.1.4. Tiltaksliste

Ut i fra gjennomgangen av bygget settes det opp en tiltaksliste med forslag til utbedringer som kan gi en bedre karakter. I forskriften legges det opp til at *"eksperter vil selv angi hvilke tiltak som skal velges ut og anbefales"*. Slik denne løsningen er lagt opp velger "eksperten" aktuelle tiltak ut i fra en nedtrekksliste også er det opp til byggeier å foreta en grundigere avveining blant annet gjennom å kontakte fagfolk.

Etter forfatterens mening burde mer av arbeidet med tiltakslisten flyttes over på den som foretok energimerkingen. Her kunne eksperten brukt sitt faglige skjønn til å utforme en liste over energieffektive tiltak, og gitt informasjon om aktuelle energibesparelser samt et overslag over kostnad og lønnsomhet [5]. I rapporten fra Multiconsult, som det her henvises til, er det lagt opp til en mer ambisiøs modell enn det som er gjeldende for den nåværende ordning. Her foreslås det blant annet at *"Tiltakslisten skal inneholde informasjon om tiltakene, energibesparelser, kostnadene ved å gjennomføre tiltakene og lønnsomheten for tiltakene"*. Løsningen som NVE har valgt vil gjøre selve jobben med å energimerke et bygg simplere, men flytter mer ansvar for å gjennomføre energibesparelser over på eieren av bygget. Med dette menes at en energiattest hvor informasjon og forventet lønnsomhet står oppgitt, ville gjort det lettere for eieren av bygget og velge fornuftige tiltak. Dagens ordning legger opp til at eieren selv må gå gjennom alle tiltakene som er blitt foreslått, i samråd med egnede fagfolk, for i det hele tatt å se om noen av tiltakene kan være effektive og, ikke minst, lønnsomme.

Et argument for at en lager tiltakslisten på denne måten er at det sannsynligvis vil være en god del tiltak som vil gå igjen på flere bygg, og at denne standardiseringen vil kunne gjøre arbeidet mer effektivt. Denne tanken, kombinert med antall bygg som må energimerkes i løpet av et relativt kort tidsrom, kan være noe av forklaringen på at NVE har sett seg nødt til å kutte noe ned på omfanget av energimerkingen.

Det understrekes fra NVE sin side at de realistiske mulighetene for å klatre fra bunn til topp på skalaen er små for et eksisterende bygg, uavhengig av hvilke tiltak som foreslås.

## 3.2 Generelle bestemmelser

Et av hovedmålene i NVE sitt arbeid har vært å få til en ukomplisert ordning som samtidig gir kvalitativt gode resultater. Dette ser en spesielt på den forenklete merkingen av boliger som bygger på selvangivelsesprinsippet. Her kan boligeiere logge seg inn på minSide, legge inn relevante bygningsdata ned til ønsket detaljnivå og få ut en energiattest i løpet av relativt kort tid. For at ordningen skulle få nødvendig kredibilitet og faglig tyngde finnes det ikke en tilsvarende modell for yrkesbygg. Her stilles det formelle kompetansekrav til den som skal stå ansvarlig for energimerkingen og vurderingen av tekniske anlegg. Ved Energimerkingskonferansen i Bergen, 18. Mars, ble det presisert at den forenklete modellen for boliger er relativt konservativ. Dette åpner for en bedre energikarakter dersom en søker profesjonell hjelp som kan gi en mer detaljert beregning.

Et spørsmål som stadig vender tilbake er hvordan eksisterende energiattester påvirkes av en eventuell revidering av ordningen. Som tidligere nevnt vil ikke karakterskalaen oppdateres foreløpig, men på sikt vil en nok få endringer. I så tilfelle, vil et C-bygg kunne degraderes til en D? Energiattesten skal, i følge NVE, fortsatt være gyldig i 10 år. Skulle ordningen revideres underveis kan en gjerne se for seg at attesten bør oppdateres for å se om endringene får innvirkning på karakteren, men gyldigheten skal være absolutt.

Ansvar for å energimerke et bygg hviler på eieren av bygget. Det samme gjelder kostnadene. Ved overdragelse av en eiendom vil fravær av energiattest anses som en mangel i henhold til avhendingsloven [11]. I forskriften åpnes det i tillegg for

overtredelsesgebyr hvis ett eller flere av forskriftens punkter ikke overholdes. Unnlates det å gå til anskaffelse av en energiattest er det i skrivende stund ikke bestemt størrelsen på overtredelsesgebyret [11].

Det nye systemet trådte offisielt i kraft fra 1. januar 2010, men blir ikke obligatorisk ved kjøp og salg av eiendommer før 1. juli [6]. Ettersom antallet kontor- og forretningsbygg i Norge ligger opp under 40 000 [7] vil det være en overgangsperiode på to år, gjeldende fra 1. januar [8], før en er pålagt å ha en synlig energiattest. Dermed skal samtlige bygninger som omfattes av ordningen være energimerket innen 1.1. 2012.

### 3.3 Kompetansekrav

For å sikre at ordningen er faglig godt forankret er det, i forskriften, satt opp formelle krav for den som skal utføre en energimerking av yrkesbygg. Det presiseres at hvis det er flere som jobber med en energimerking er det kun ansvarshavende som må oppfylle de formelle krav. I Figur 5 presenteres et utdrag fra forskriftsteksten om gjeldende kompetansekrav.

#### *§ 18 Kompetansekrav til å utføre energimerking*

For energimerking av yrkesbygg, jf. §§ 5 til 8, kreves det bygningsteknisk- og energifaglig ingeniørkompetanse på bachelornivå og minimum to års praksis fra energiberegninger for bygninger med tekniske anlegg.

For energimerking av nye boliger og bygninger, jf. § 5 til 7, kreves det fagopplæring som tilsvarer kravene til ansvarlig prosjekterende jf. forskrift om godkjenning av foretak for ansvarsrett (GOF).

Kompetansen skal kunne dokumenteres på forespørsel fra NVE, kjøper eller leietaker.

Figur 5 Sitat hentet fra forskriften

Kravene til "ansvarlig prosjekterende jf. ... GOF" er eksamen fra ingeniørhøyskole eller tilsvarende samt seks års arbeidspraksis [9]. Disse gjelder for tiltaksklasse 2 som omhandler normale kontorbygg [10]. For tiltaksklasse 3, som omhandler komplekse næringsbygg, sykehus og lignende, deles kompetansekravet opp ut i fra hvilke oppgaver

som skal gjennomføres men det kan kreves 5 års mastergrad, eller tilsvarende, i tillegg til 8 års praksis. Etter telefonsamtale med "Enova svarer", 14.06.2010 kom det frem at NVE ikke har en oversikt over hvor mange som faktisk oppfyller de aktuelle kompetansekrav.

En legger her merke til at kravene for å energimerke nye boliger og bygninger faktisk er strengere enn for et eksisterende bygg. Årsaken er nok at på en byggeplass er det naturlig at ansvarlig prosjekterende for et næringsbygg også får ansvaret for en energimerking, uten nødvendigvis å utføre arbeidet personlig.

Et aspekt ved kompetansekravene er alle fagområdene en kan komme innom ved utredning av foreslåtte tiltak. Eksempelvis kan en nevne fukt, brannsikkerhet, arkitektonisk, akustikk og byggefysikk som hensyn en må ta hvis en for eksempel ønsker å tilleggsisolere en vegg. Hvis modifisering av ventilasjonsanlegget kan være aktuelt vil VVS, elektro og automasjon, termodynamikk og fluiddynamikk være fagområder en bør ha en viss kjennskap til. I tillegg bør grunnleggende økonomiforståelse ligge til grunn for samtlige tiltaksforslag.

### **3.4 Standarder som omhandler ordningen**

Ikke mindre enn 38 forskjellige standarder og støttestandarder går inn under temaet energimerking i følge Norsk Standard (se vedlegg 1). Det ligger utenfor forfatterens kapasitetsområde å anskaffe og gjennomgå samtlige av disse. Her følger imidlertid en oversikt over hovedpunktene.

Standardene deles opp under fem hovedtemaer [13]:

#### **1 Beregning av primær energibehov i bygninger**

I følge forskriften skal energimerking foretas " i samsvar med beregningsmetoden i NS 3031". Denne standarden anses som den viktigste når det er snakk om energibruk i bygninger og vil nok fortsette å inneha denne statusen i overskuelig fremtid. Den fullstendige tittelen er "*Beregning av bygningers energiytelse; Metode og data*" men i dagligtalen benyttes vanligvis bare NS 3031. Uttrykket energiytelse er for øvrig endret i

forhold til tidligere utgaver av standarden, i tråd med ordlyden i forskriften. NS 3031 brukes til å beregne netto energibehov i bygninger, med hensyn på varmetap, soltilskudd og interne laster. Standarden inneholder alle formler og beregninger som ligger til grunn for en fullstendig dimensjonering.

*”NS-EN 15603: Bygningers energiytelse, Bestemmelse av totalt energibruk og energiytelse”* er en europeisk standard som, slik tittelen antyder, ser på bygningers totale energiytelse. Det tas hensyn til vektning og CO<sub>2</sub>-utslipp i forhold til primærenergikilder. Det vil si at vurderingen ikke kun gjelder bygningskroppen men knyttes opp i et større miljømessig perspektiv.

## **2 Beregning av levert energi (kjøpt energi)**

Her benyttes de to tidligere nevnte standardene pluss *”NS EN 15217 Bygningers energiytelse – Metoder for å uttrykke energiytelse og for energisertifisering av bygninger”*. I tillegg har en standard knyttet til dimensjonering av varmesystemer, ventilasjonssystem og el-installasjoner

## **3 Beregning av netto energi for varme, ventilasjon, kjøling, varmtvann, lys etc.**

De tre overnevnte standardene går igjen her i tillegg til to valideringsstandarder.

## **4 Støttestandarder for beregning av energiytelse (klimadata, brukerdata, inneklime, U-verdier etc.)**

Denne posten, som inneholder flest standarder, brukes som referanser ved beregninger i de øvrige standardene. Blant annet refereres det i NS 3031 til NS 3940 om hvordan en foretar areal- og volumberegninger i en bygning. Ved beregning av

varmetransportkoeffisienter kan NS-EN ISO 6946 benyttes. Andre emner er beregning av bygningskomponenters termiske egenskaper, inneklima, klimadata, definisjoner og terminologi osv.

## **5 Måling og verifikasjon av energiytelse (bygningers tetthet, termografi, inspeksjon av varmeanlegg og ventilasjonsanlegg)**

Disse standardene omhandler hvordan en skal gå frem for å kontrollere eksisterende bygg og tekniske anlegg. Her finner en for eksempel NS EN 13187 som forteller hvordan en skal "oppdage termiske uregelmessigheter i bygningers klimaskjermer".

## 4. Den danske Energimærkning

I følge EU-direktivet står hvert land som ratifiserer ordningen relativt fritt til å skape sitt eget merkesystem i tråd med nasjonale forhold og hensyn. Det er i den forbindelse interessant å se hvordan et av nabolandene våre har løst denne oppgaven. Her var Danmark et naturlig valg, først og fremst siden de har hatt en energimerkeordning tidligere. I likhet med Norge anslår danskene at ca 40 % av det totale energiforbruket kan knyttes til bygninger, mye på grunn av et relativt likt klima. Dette gjør sammenligningen lettere kontra et land i for eksempel sør-europa.

Allerede i 1997 startet Danmark opp med "*Energiledelsesordningen*" for å gjennomføre ENØK-tiltak i bygninger over 1500m<sup>2</sup>. Dette var altså på plass før EU kom med direktiv 2002/91/EF, som er opphavet til energimerkeordningen ellers i Europa. Dette EU-direktivet ble vedtatt i Folketinget, sommeren 2005, og ved årsskiftet 2005/2006 ble ordningen oppdatert i forhold til EU sine retningslinjer. Deretter har en hatt en gradvis utvikling, eller innstramning om en vil. Blant annet ble grensen for fritak for næringsbygg senket fra 1500 til 1000m<sup>2</sup> den 1. Juni 2009 [14].

Den danske energimerking av et bygg fører også frem til en energiattest. Den såkalte "klimaskærm" eller energirammen beregnes ut i fra SBI-anvisning 213<sup>1</sup> for å finne byggets energiytelse. En får da et forventet forbruk som således er uavhengig av bruksmønster. Deretter korrigerer en i forhold til et klimamessig "normal-år" på det aktuelle stedet [15]. Dette skiller seg altså fra den norske ordning hvor en alltid tar utgangspunkt i Oslo-klima for å kunne sammenligne bygningers ytelse uavhengig av beliggenheten. Forklaringen her er nok at en ikke har de samme geografiske klimaforskjellene i Danmark som i Norge, slik at denne problemstillingen blir mindre aktuell.

Byggets energiytelse danner så utgangspunkt for et energimerke på en skala fra A1, A2, B, C til G. Her er det lagt opp til at karakteren B gis hvis bygget oppfyller kravene til "nybyggeri", mens A1 og A2 gis til bygg hvor energibruken er henholdsvis ca 50 % og 75 % av disse kravene [16]. Sistnevnte betegnes som lavenergibygg klasse I og II. Deretter

---

<sup>1</sup> Tilsvarende NS 3031



graderes byggene nedover mot dårligste karakter G. Danmark har satt i gang et ambisiøst program for å senke energiforbruket ytterligere og allerede fra 2010 vil lavenergi klasse II innføres som standard. Videre planlegges det å stramme inn grensene med ca 25 % hvert femte år fremover [17]. Dette gjør at den danske ordning oppfattes foreløpig som noe mer forutsigbar enn den norske. Her kan det også nevnes at det danske energimerket må fornyes hvert femte år i motsetning til det norske som har en levetid på 10 år.

En viktig del av den norske ordningen er muligheten for en forenklet energimerking på bakgrunn av selvangivelsesprinsippet. Dette finner en ikke igjen i Danmark hvor energimerking kun kan foretas av fagfolk som er sertifiserte av "Fællessekretariat for Eftersyns- og Mærkningsordningerne", FEM-sekretariatet. Det kan spekuleres i hvorfor Norge ikke har etterfulgt danskene her. Ved å bruke eksperter skulle en jo tro at kvaliteten på selve merkingen ville blitt høyere? En mulig forklaring er utgiften det medfører for folk flest å få en energikonsulent hjem på døren. I Danmark har ordningen måttet tåle mye kritikk, nettopp på grunn av at kostnadene med å få et energimerke heller burde allokere direkte til energisparetiltak.

Når det gjelder kriteriene for sertifisering av energikonsulenter tilsvarer de noenlunde de norske krav, men det kreves i tillegg at en avlegger et kurs med avsluttende eksamen. Sertifiseringen må fornyes hvert tredje år [18]. Fra 1. Mai 2011 innskjerpes reglene ytterligere og da må en ha et sertifisert firma i ryggen for å foreta en energimerking.

Det er ikke lagt opp til et eget oppvarmingsmerke i Danmark. I stedet benytter man en vektning basert på energikilde. Ved fastsetting av energimerke blir el-forbruk multiplisert med 2,5. Faktoren er fastsatt ut i fra en typisk el-virkningsgrad på 40 % ved et varmekraftverk [19]. Dette punktet skiller seg altså ut i en sammenlikning med norske forhold. Det kan spekuleres i om en revidering av den norske ordning vil (gjenninn)føre<sup>2</sup> en vektning av energikilder. Likevel er det, etter forfatterens mening, lite sannsynlig at en såpass høy faktor som 2,5 vil bli gjeldende i Norge ut i fra dagens el-produksjon. Hvis en installerer solcellepanel på bygningskroppen får en imidlertid trukket fra den

---

<sup>2</sup> Det lå lenge an til at en ville ha en vektning av energikildene, men en valgte til slutt å ha levert energi = netto energibehov/virkningsgrad som utgangspunkt for energimerkingen i Norge.

produserte el med nevnte faktor. Et raskt overslag viser at en ved optimal plassering kan trekke fra 200 kWh/år pr m<sup>2</sup> installert solcellepanel på energiytelsen til et bygg med denne ordningen [20]. Det kan også nevnes at danskene tar med el-forbruk til det de kaller "grundbelysning": *"Der er kun grundbelysningen (lofts- og adgangsbelysning m.v.), der indgår – ikke hygge- og skiftende arbejdsbelysning"* [19]. Dette multipliseres med samme faktor. Både når det gjelder el-generering fra solcellepanel og el-forbruk til "grundbelysning" mangler forfatteren tallmateriale for å se om dette har en stor effekt på energimerkene.

Oppvarming med ovner og kjelanlegg er relativt vanlig i Danmark [21]. Med kjelanlegg som fyres med fossilt brensel stilles det nå krav om virkningsgrader, se Tabell 2. I tillegg skal kjelene være CE-merket [17].

**Tabell 2 Virkningsgrader for kjeler med fossilt brensel [17]**

<b>Virkningsgrader for kjeler med fossilt brensel</b>			
<b>Brensel</b>	<b>Virkningsgrad dellast</b>	<b>Virkningsgrad full last</b>	<b>Kjeler over 400 kW</b>
Olje	91 %	91 %	91 %
Gass	104 %	96 %	91 %

Når det gjelder kjelanlegg basert på biobrensel er regelverket noe mildere. Her tar en utgangspunkt i Dansk Standard DS/EN 303-5 hvor kjelen må oppnå klasse III. Eksempelvis vil kravet for en kjel på 20kW nominell kapasitet ha en virkningsgrad på 74,8 % [22]. Motivasjonen, i dette tilfellet, synes altså å være å kutte ned på fossilt brensel, snarere enn å senke det totale energiforbruk. Det må utføres jevnlig tilsyn og service med kjelanleggene, men dette ligger i utgangspunktet ikke under energikonsulentens ansvarsområde [18]. Dette gjøres vanligvis av egne "Tekniske eksperter".

Målt energibruk skal stå oppført i energiattesten både i form av el og varme. Videre opplyses det for hvilken periode forbruket er registrert og det korrigeres i forhold til et normal-år av energikonsulenten. I Norge skal det føres opp energiforbruket for de tre siste årene men en har imidlertid ingen korreksjon i forhold til hvor kaldt det eventuelt var.

Det er forfatterens oppfatning at det legges mer vekt på punktet "forslag til utbedringer" i Danmark, se Figur 6. Energikonsulenten skal komme med forslag til utbedringer av bygningskonstruksjonen, energiforbruket til lys og oppvarming men også for å redusere forbruket av kaldtvann. Mulighetene for å flytte forbruket over på fornybar energi skal selvfølgelig redegjøres for. I tillegg skal, slik eksempelet hentet fra en dansk energiattest viser, energikonsulenten foreta en økonomisk beregning av forslagene med hensyn til avskrivning. Et unntak er tiltak som åpenbart kun vurderes ved større rehabiliteringsprosjekter, her føres ikke investeringskostnad inn. Dette gir oppdragsgiveren et lettfattelig signal om hvor gunstige de enkelte tiltak vil være og er noe som forfatteren savner ved den norske ordning. Det skal til slutt gjøres en ny energiberegning hvor en ser hvilken karakter bygget ender opp med hvis alle utbedringsforslagene gjennomføres [15].

Besparelsesforslag				
Energikonsulenten foreslår forbedringene nedenfor. Der kan være flere forslag på side 2. Se mere om forslagene i afsnittet "Energikonsulentens bygningsgennemgang".				
Besparelsesforslag	Årlig besparelse i energienheder	Årlig besparelse i	Skønnet investering	Tilbagebetalingstid
1 Isolering af rør før veksler	1,5 MWh fjernvarme	800 kr.	8.000 kr.	3,4 år
2 Etablering af vejrkompenseringsanlæg	3,2 MWh fjernvarme, 24 kWh el	1.440 kr.	5.000 kr.	3,5 år
3 Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding og behovsstyring	22 MWh fjernvarme, 5816 kWh el	21.120 kr.	100.000 kr.	4,7 år
4 Udskrift cirkulationspumper til elektroniskstyrede pumper	1.416 kWh el	2.830 kr.	25.000 kr.	8,8 år

Figur 6 Forslag til utbedringer med hensyn til økonomi [15]

Ettersom ordningen i Danmark også er obligatorisk kan det få konsekvenser hvis den ikke følges opp av byggeiere. Riset bak speilet er i dette tilfellet bøtter.

## 5. Beskrivelse av metodikken

Det er hovedsakelig to veier som fører til målet om en energiattest til et næringsbygg og fellesnevneren er at de bygger på beregningsgrunnlaget til NS 3031. En kan nytte seg av energimerkesystemet på NVE sine sider eller en kan opprette en såkalt XML-fil i et av programmene SIMIEN eller VIP-Energy og laste denne opp for registrering hos NVE. For kontorbygg stilles det imidlertid krav om at en dynamisk beregningsmetode velges [23]. I skrivende stund er ikke dette mulig med NVE sin nettbaserte løsning.

Det vil her bli foretatt en gjennomgang av SIMIEN etterfulgt av en sammenligning i forhold til NVE sitt beregningsprogram.

### 5.1 SIMIEN

SIMIEN har et lettfattelig brukergrensesnitt, men bak fasaden skjuler det seg avanserte algoritmer som tar tunge beregninger i løpet av et par sekunder. Ved å legge inn data for konstruksjonen, klima, ventilasjon, oppvarming, kjøling, teknisk utstyr og brukervaner kan en få ut effektbehov, energibruk og luftkvalitet. Det kan simuleres for et helt kalenderår eller dimensjonerende sommer- og vinterklima og resultatene vises med tabeller og grafer. Bygget kan også deles opp i soner for mer detaljerte simuleringer.

I tillegg kan en sammenligne en bygning direkte opp i mot gjeldende byggeforskrifter (TEK 07) og en kan få ut et forslag til en energiattest. (Firmaet som står bak SIMIEN uttaler imidlertid på sin nettside (04.03.10) at de er usikre på om denne energiattesten kan brukes som offisielt energimerke ettersom de nærmest går ut i fra at ordningen vil endres i løpet av kort tid.)

Programmet har en dynamisk modell som simulerer en beregning hvert 15. minutt ut i fra klima og internlaste samtidig som det tas hensyn til varmelagring og varmeavgivelse i konstruksjonen. Hele programmet bygger altså på metodikken beskrevet i NS 3031 [24]. Når en er ferdig med å legge inn alle inputdata kan programmet beregne en energiattest.

SIMIEN sin energiattest tar med "beregnet levert energi normalisert klima" som angis i kWh/år. Dette anses av forfatteren som en fordel ettersom en da får muligheten til å se i hvilken ende av skalaen bokstavkarakteren som er gitt befinner seg i. Ved å tallfeste energikarakteren får en nok også et bedre inntrykk av den reelle forskjellen på en god og dårlig karakter. Det ligger nok imidlertid et bevisst valg bak NVE sin vurdering om å utelate en tallverdi i energiattesten. Ett argument er at energibehovet som ligger til grunn for energikarakteren ikke nødvendigvis samsvarer spesielt godt med et reelt forventet forbruk. NVE frykter muligens da at et tall som ikke umiddelbart kan knyttes til et "kjent" begrep snarere kan forvirre den gemene hop fremfor å bidra til forståelse.

Utover energikarakteren tas aktuelle inndata med og disse kan eventuelt legges ved som et vedlegg i en ferdig attest. En forskjell fra NVE sitt beregningsprogram er at SIMIEN ikke automatisk kommer med en tiltaksliste.

## **5.2 NVE sitt beregningsprogram**

Det nettbaserte beregningsprogrammet fra NVE har også hentet beregningsmetodikken fra NS 3031, men foretar ikke en dynamisk simulering slik som SIMIEN. Brukergrensesnittet skiller seg også en del fra SIMIEN. Programmet er laget slik at de parametre en har lagt inn definerer det en skal legge inn senere. Dette illustreres ved følgende skjermbilde, Figur 7, hvor avkrysningen av "Panelovner" har åpnet en ny boks hvor nærmere detaljer kan føres inn. Hvis det i tillegg hadde vært "Gulvvarme (varmekabler)" ville en fått en boks til hvor en anga hvordan disse eventuelt var regulert.

ENERGIMERKE : Torgveien 15A, 4016 Stavanger

ENERGIMERKING : BYGG

Hjelp

Eirik Hope

Logg ut

Bakgrunnsinformasjon

Innledning

Personopplysninger

Eiendommer

Registrer adresse

Valgt eiendom

Bygning

1. Bygningskategori ✓

2. Bygningstype ✓

3. Teknisk utstyr ✓

Elektrisitet

Ventilasjon

4. Energibruk

Kontroll

Beregningsdata

Sammendrag

Tiltak

Energiløstest

Teknisk utstyr

Mer om det tekniske utstyret du har angitt at bygningen/boligen har

Elektrisk oppvarmingssystem\*

Kryss av for de formene for elektrisk oppvarming som finnes i din bygning/bolig. Nye spørsmål kommer opp nedenfor

Panelovner

Gulvvarme (varmekabler)

Takvarme

Luftvarme

Elektrokjel med vannbåren varme

Panelovner\*

Velg ett av alternativene:

Termostatstyrt  Tidsstyring  Uten tidsstyring

Forhåndsinnstilt temperatur

Uten termostat

Kun AV og PÅ

Vet ikke

Jeg godtar at systemet velger verdier

◀ Førige

Neste/Lagre ▶

Løsningen er utviklet av Avenir

Figur 7 Skjermbilde fra NVE sitt energimerkeprogram

Valget av denne løsningen har, etter forfatterens mening, både positive og negative sider. Først og fremst kan det stille spørsmål om hvorfor en har brukt så mye ressurser på å utvikle et nettbasert program. Spesielt med hensyn til at det allerede finnes programmer, som f. eks SIMIEN, som tilsynelatende gir en fullgod løsning. Bare det faktum at det er nettbasert gjør det i de fleste tilfeller tregere og mer utsatt for trøbbel enn et tilsvarende "offline"-program. I tillegg er en innlogget med "minID", eventuelt altinn, imens en jobber med energimerkingen. Dette legger blant annet føringer på hvor lenge du kan være inaktiv før du automatisk logges ut og mister det arbeidet du holdt på med.

Et positivt moment er at brukergrensesnittet er meget lettfattelig og at en kun ledes gjennom det som er nødvendig av "input" ut i fra de valgene en har gjort tidligere. Dette kan samtidig oppfattes som litt lite fleksibelt. Det er heller ikke et egnet kommentarfelt,

utenom helt på slutten, hvor en da kan begrunne de valg en har gjort og forutsetninger det er tatt hensyn til underveis.

Programmet lider i skrivende stund av noen barnesykdommer. Det er blant annet lagt opp til at en kan navigere seg fremover og bakover i prosessen jfr. "Forrige" og Neste/Lagre" knappene i bildet ovenfor. I skjermbildet hvor en legger inn data for beregningsdata for bygningskonstruksjonen, som er det desidert mest omfattende punktet, blir ikke disse verdiene lagret hvis en navigerer seg vekk fra skjermbildet. Dette vil nok rettes opp ved en oppdatering men er i skrivende stund et irritasjonsmoment.

Det siste en gjør, før energiattesten er klar, er å velge, ut i fra en nedtrekksliste, aktuelle forbedringstiltak som kan tas med. Her kan en velge mellom ikke mindre enn 61 forskjellige tiltak. Disse forslagene inneholder ikke noe kostnadsoverslag eller et estimat som antyder inntjeningsstid eller sparepotensial. I utgangspunktet er det da lagt opp til at eieren av bygget må innhente nærmere informasjon i forhold til kost/nytte.

Når den ferdige attesten er klar legger en merke til at "*beregnet levert energi normalisert klima*" eller tilsvarende tallverdi ikke blir oppgitt. Dermed har en kun bokstavkarakteren som sammenligningsgrunnlag i forhold til andre bygg, en vet ikke om det for eksempel er en god eller dårlig D en har å forholde seg til. Årsaken til at dette ikke er tatt med kan være av frykt for å skape forvirring siden det i alle tilfelle ikke er et tall som er ment å angi et reelt forbruk.

Det er forfatterens syn at SIMIEN er et bedre egnet program for energimerking spesielt med hensyn til dynamiske beregninger men også ut i fra en samlet vurdering.

## 5.3 Kategorier av inndata

I forhold til energiberegningene i NS 3031 er inndata delt opp i tre kategorier:

### 5.3.1. Standardiserte verdier

Energimerkingen skal utføres med standardiserte verdier slik at en lettere kan sammenligne bygninger i forskjellige klima. Disse standardiserte data benyttes til interne laster som utstyr, personbelastning, lys, driftstider, temperatur osv.

### 5.3.2. Veiledende verdier

Eksempler på disse er automatiserte lysstyringsanlegg, solskjerming, SFP-faktor men også valg av lekkasjetall, varmekapasitet osv. Her må altså energikonsulenten gå aktivt inn og vurdere hvert enkelt bygg. Hvis det velges andre verdier enn veiledende må dette dokumenteres med relevante beregninger. Ventilasjonssystemet er, i energimerkingssammenheng, en stor energiforbruker. Det er dette forbruket som angis av SFP-faktoren (Specific Fan Power), med benevnelse [kW/(m<sup>3</sup>/s)].

### 5.3.3. Dokumenterte verdier

Her finner en konkrete verdier som areal, volum, U-verdier osv. Disse hentes ut fra tegninger, målinger eller skjønnsmessige vurderinger. Gjennomføringen av beregningen vil forklares trinnvis og de forskjellige valg av inndata vil forsvares så langt det lar seg gjøre [25].

Ved energimerking av eldre bygninger vil nok det å fremskaffe opplysninger om den siste inndatakategorien være en utfordring, spesielt med hensyn på transmisjon. Ved måling av infiltrasjonstap finner en dette ved å gjennomføre en tetthetskontroll. Denne målingen er imidlertid bare påkrevd hvis en skal energimerke et bygg som aspirerer til karakteren A. NS 3031 fastslår at med mindre en har tilstrekkelig data for det konkrete bygget skal en bruke veiledende verdier gitt i standarden. Ettersom trykktesting vil medføre en ekstrakostnad i forbindelse med energimerkingen vil infiltrasjonstapet, for eksisterende bygg, mest sannsynlig hentes ut i fra byggeforskriften som gjaldt i



byggeåret. Spesielt for eldre bygninger må muligheten holdes åpen for at det reelle infiltrasjonstapet kan være høyere enn den verdien som benyttes i energimerkingen.

U-verdier, som brukes til å beregne transmisjonstap, er meget aktuelt for all energimerking. Som kjent fra termodynamikkens andre lov vil en varmestrøm bevege seg fra et varmt område til et kaldt. Dette ser en i bygninger hvor en kontinuerlig må tilføre energi gjennom oppvarming selv om en bare skal opprettholde en jevn innnetemperatur. Årsaken er at når det er kaldere utendørs vil varmen ledes gjennom bygningskonstruksjon, ved konduksjon. Dette effekttapet måles i watt. Ved beregning fordeles effekttapet på areal og temperaturforskjell mellom inne og ute og en ender opp med benevnelsen  $[W/m^2K]$ . U-verdien benyttes dermed som en skala for energitapet gjennom tak, vegger, vindu osv, lavere verdi betyr liten varmegjennomstrømning og dermed god isolasjonseffekt.

Hvis en ikke kjenner de aktuelle U-verdier i et bygg kan en finne varmetapet ved hjelp av forskjellige metoder. Dersom en har data som forteller hvordan for eksempel en vegg er konstruert kan en finne varmekonduktiviteten til de forskjellige sjiktene ut i fra tabeller og regne seg frem til en U-verdi. Ved beregning av U-verdi henviser NS3031 til standardene NS-EN ISO 6946 og 8990.

I NS-EN ISO 8990 defineres en metode hvor en måler varmegjennomgangskoeffisienten med et svært apparatur som plasseres på begge sider av konstruksjonsdelen. Dette skaper et tilnærmet lukket klima hvor målingene kan utføres med stor grad av nøyaktighet. I praksis er nok denne metoden mer tenkt for laboratorieforsøk enn ved feltarbeid.

NS-EN ISO 6946 er noe mer matnyttig i denne sammenheng da den beskriver utregning av varmemotstand i sammensatte konstruksjoner. Ved beregninger av U-verdi er det benyttet metoder i henhold til denne standarden.

I de tilfellene hvor en ikke har noen kjennskap til hvordan en vegg er konstruert kan en nytte et apparat som måler varmestrømmen.

En tredje metode vil være å anta at de daværende byggeforskrifter ble oppfylt og sette U-verdien ut i fra det. Dette kan være spesielt aktuelt for eldre bygg hvor data kan være vanskelig å oppdrive. Til sist kan en bruke standardverdier oppgitt i dataverktøyet. I oppgaven vil de forskjellige metodene prøves ut og resultatene sammenliknes.

## 5.4 Måleapparatet

Det vil benyttes et måleapparat av typen ThermoFlux EM 101. Alle materialer rundt oss sender ut og mottar infrarød stråling i større eller mindre grad. På grunn av at bølgelengdene ligger i et annet spekter enn synlig lys er den usynlig for mennesker. Likevel kan en føle langbølget infrarød stråling, men da som varme. Varmestrømsmåleren er utstyrt slik at den kan måle den infrarøde strålingen, enten inn eller ut av et objekt. Dette omgjøres så til et elektronisk signal som leses av på apparatet som  $W/m^2$  [26][27]. ThermoFLux EM 101 er håndholdt med pistolgrep. Målinger foretas ved å sikte apparatet mot flaten som skal måles og lese av verdien på LCD-displayet på baksiden.

### 5.4.1. Fremgangsmåte

ThermoFLux benyttes til å måle netto varmestrøm fra en flate og kombinert med et diagram kan en i tillegg finne U-verdier til en konstruksjon. Hvis en ønsker å finne netto varmestrøm gjøres dette slik: en sikter apparatet mot en referanseflate, trykker avtrekkeren halvveis inn i ca tre sekund til de tre punktene nederst i displayet forsvinner. Deretter trykkes avtrekkeren helt inn og en venter på nytt til punktene forsvinner. Uten å slippe avtrekkeren retter en nå apparatet mot den flaten en ønsker å måle varmestrømmen på. En kan nå lese av, enten et positivt eller negativt tall, som uttrykkes ved  $W/m^2$ . Hvis flaten er ensartet multipliserer en med arealet og får ut en avgitt effekt. Det anbefales å holde apparatet ca 1 – 2m fra måleflaten.

For å finne varmegjennomgangskoeffisienten bør man altså ha det medfølgende beregningsdiagrammet tilgjengelig. Diagrammet behøver to verdier, netto varmestrøm og differansen mellom inne- og utemåling. Netto varmestrøm måles som nevnt ovenfor. Deretter måler en innsiden og utsiden av ytterveggen ved bare å holde avtrekkeren halvveis inn. For best mulig resultat bør en ta et gjennomsnitt av flere målinger.

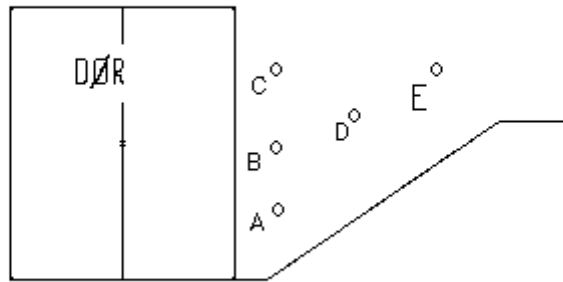
Målingene bør heller ikke foretas i solskinn siden solinnstrålingen vil påvirke målingene. Verdiene en kommer frem til merkes av på den vertikale omformingsskalaen og en finner differansen. Ved denne metoden trenger en altså ikke å vite noe om temperaturforholdene men det anbefales minst 10 graders forskjell på inne- og utetemperatur. U-verdien finnes så ved å lese av diagrammet med netto varmestrøm på den vertikale siden og målingsdifferansen på den horisontale siden. Diagrammet er riktignok såpass gammelt at det operer med uttrykket k-verdi, men det spiller ingen rolle. Hvis en derimot kjenner temperaturene på begge sider av konstruksjonen, samt netto varmestrøm  $=\alpha$ , og vet at disse er stasjonære kan en ved hjelp av enkel divisjon finne U-verdien. Her må det bemerkes at det ikke er overflatetemperaturen en måler ut i fra.

$$U = \alpha \div \Delta t \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

Det understrekes at måleapparatet ikke er kalibrert, og at resultatene kan bære preg av dette. Forfatteren har imidlertid testet ut apparatet på en vegg U-verdien er kjent for å få en pekepinn på om måleresultatene kan benyttes.

Det nye akuttmottak med observasjons- og behandlingsavdeling (MOBA) ved Stavanger Universitetssykehus er bygget med prefabrikkerte betongelementer. Disse har en U-verdi på 0,23 W/m<sup>2</sup>K inkludert kuldebroer [28]. På grunn av begrenset tilgang til dette bygget ble målingene foretatt i et trapperom. Veggene her manglet utforingen med ekstra isolasjon og 13mm gips, derfor antas denne delen av veggen å ha en U-verdi på mellom 0,25 og 0,27 W/m<sup>2</sup>K [29].

Inne- og utetemperaturene ble målt til henholdsvis 21,8 og 11,3 °C, altså tilstrekkelig temperaturdifferanse i følge brukerveiledningen.



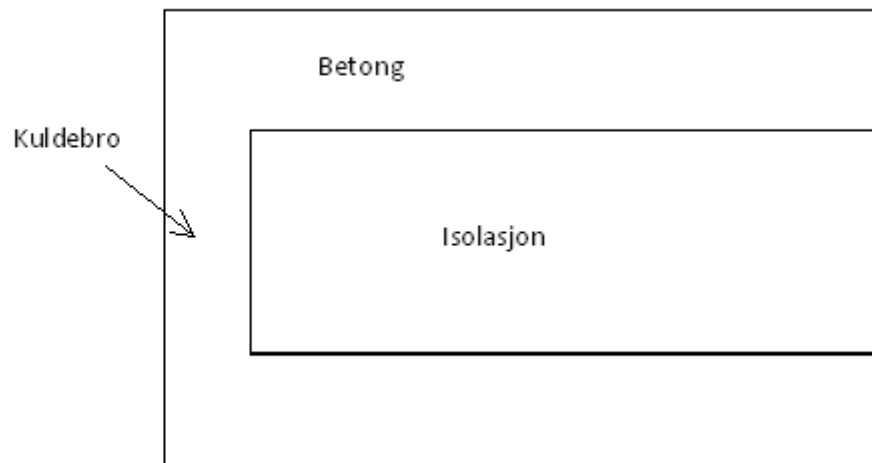
Figur 8 Målinger av "kjent" vegg

Det ble foretatt 5 målinger på vegg, se skissen i Figur 8, som ga resultatene i Tabell 3.

Tabell 3 U-verdimålinger mot referansevegg

U-verdimålinger mot referansevegg, MOBA				
Målingnr	Hvor	Måledifferanse [W/m <sup>2</sup> ]	Nettovarmeflux [W/m <sup>2</sup> ]	U-verdi
A	Innervegg, nede mot dør	423-351=72	-9	0,54
B	Innervegg, midt mot dør	428-349=79	-6	0,36
C	Innervegg, oppe mot dør	430-348=82	-4	0,25
D	Innervegg, midt	430-348=82	-3	0,17
E	Innervegg, mot høyre	431-348=83	-2	0,10

Ved første øyekast kan disse verdiene se ganske sprikende ut. Tar en imidlertid hensyn til Figur 9 som viser hvor målingene er utført i forhold til døren og ser på gjennomsnittet blir resultatet mer oppløftende.



Figur 9 Kuldebro i enden av veggen

I enden av veggen mot døren vil det være en kuldebro ettersom betongen omslutter isolasjonen. Temperaturen, og dermed den infrarøde strålingen som måles av apparatet, på veggen vil gradvis synke når en nærmer seg en kuldebro. Dette kan være en forklaring på at måling A og B gir en vesentlig dårligere U-verdi enn de tre andre målingene.

Ser en på gjennomsnittet får en  $0,284 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette gir et avvik på ca 8,5 % hvis en antar at veggens reelle gjennomsnittsverdi er  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Det antas videre at dette avviket opptrer lineært og det vil bli tatt hensyn til i beregningene senere i oppgaven.

Av andre feilkilder nevnes det i bruksanvisningen at det kan være et avlesningsavvik på  $\pm 1 \text{ W/m}^2$ . Dette kan selvfølgelig ha en innvirkning på resultatet, men tas ikke spesielt hensyn til i de videre beregninger. I tillegg har det ikke lyktes å få måleresultatene etterprøvd av en tredjepart, dermed kan det ikke utelukkes at det er blitt gjort feil under målingene som ikke er blitt oppdaget.

Det kan nevnes at det kan medføre en del praktiske utfordringer knyttet til bruk av denne type måleapparat siden en må måle begge sidene av konstruksjonen. Gulv mot grunn lar seg dermed ikke måle. I tillegg kan måling av skråtak og yttervegger oppover i høyden by på adskillige problemer med hensyn på tilkomst.

## 6. Energimerking i praksis

I denne delen skal en energimerking gjennomgås og eventuelle utfordringer som dukker opp vil bli diskutert. Dette vil, forhåpentligvis, gjøre det enklere å evaluere ordningen slik den fremstår i skrivende stund. I samråd med SWECO ble Torgveien 15A valgt som åsted. Bygget bærer preg av å ha flere byggetrinn. Etter et søk i de kommunale byggarkiver ser det ut til at byggets nåværende form og fasade stammer fra 1987 og dette anses dermed som byggeåret.

Det praktiske arbeidet ved energimerkingen utføres av forfatteren, og hvis energimerkingen eventuelt skal godkjennes må den verifiseres av en som oppfyller kompetansekravene fra forskriften.

Firmaet som eier dette lokalet ble betegnet som samarbeidsvillige og motiverte for å lytte til forbedringspotensiale. Nettopp dette kan vise seg å være et moment ved energimerkingen. En kan se for seg eiere av bygg som kun ser på energimerking som nok et påbud fra myndighetenes side som trekkes ned over hodene. Disse ser nok helst at merkingen blir gjort så simpelt og billig som mulig og eventuelle forslag til utbedringer havner, sammen med energiattesten, nederst i en skuff. På den andre siden kan en ane en trend hvor det fokuseres på energibruk i næringsbygg. For bevisste byggeiere er det jo klart at en energimerking hvor det arbeides grundig med tiltakslisten vil være verdifull, spesielt i sammenheng med oppussing og annen renovering. Det understrekes at tiltakene som foreslås kun er ment som et forslag og det eksisterer ikke noe påbud om å gjennomføre dem.

Som vist nedenfor er selve karakterfastsettingen ikke spesielt komplisert så lenge en har tilgang på nødvendig data. Dessverre kan det, spesielt for eldre bygninger, variere en del hvor lett det er å få tak i relevante bygningsdata. Dette kan nok bli en utfordring, og noe som vil legge beslag på tid og ressurser.

Selve energimerkingen foretas i programmet SIMIEN. Forutsetninger og valg av parametre vil forklares så langt det lar seg gjøre.

## 6.1 Grunnlag og forutsetninger

### 6.1.1. Klima

Ordningens referanse er Oslo-klima.

### 6.1.2. Arealer, volum, U-verdier og bygningsdelenes varmekapasitet

Ved å måle plantegningen i autocad ble BRA funnet til å være 685m<sup>2</sup>. Her kan det nevnes at trapperommene er ventilert og dermed tatt med i beregningen. Takhøyden ble målt til 2,90m og dette gir volumet 1987m<sup>3</sup>. Ettersom *produktet av arealandel vinduer, dører og glassfelt,  $\gamma_{sol}$ , og solfaktor for vindu og solskjerming,  $\bar{g}_t$*  ikke overskrider 5 % deles ikke bygget opp i forskjellige soner slik en ofte gjør for å ta hensyn til forskjellig solinnstråling [30]. Fasadene mot nord og sør er halvsirkler. På grunn av den relativt smale bygningskroppen (12m) er ikke dette tatt spesielt hensyn til.

Det velges veiledende verdier for bygningens lekkasjetall ut ifra byggeår mellom 1969 og 1987, 3,0 h<sup>-1</sup> [31]. Nettopp lekkasjetallet har mye å si for energibruken siden det viser hvor mange luftutskiftninger en har i bygget per time med en trykkforskjell på 50 Pa. Siden dette går gjennom bygningskroppen får en ikke utnyttet varmen og luften erstattes i stor grad av uteluft som kan ha vesentlig lavere temperatur. NS 3031 sier at med mindre en sitter på bedre tallmateriale skal en velge veiledende verdier. Ettersom trykkprøving er en relativt kostbar og omfattende prosess, og i tillegg bare påkrevd for A-bygg, vil nok denne muligheten benyttes i liten grad. Erfaring viser at lekkasjetallet kan variere mye fra bygg til bygg, ikke minst på grunn av byggekvaliteten. Dette kan dermed føre til at det valgte lekkasjetallet ikke nødvendigvis gir et dekkende bilde av den aktuelle bygningen.

Bygget anses som moderat skjermet og med mer enn en vindutsatt fasade.

Videre velges lett møblert rom, standard driftstider [32], moderat skjerming og mer enn en vindutsatt fasade. Kuldebroer er ikke beregnet og her velges også en standardverdi for normalisert kuldebroverdi til 0,12 W/m<sup>2</sup>K. Her kan en legge merke til at kuldebroen er normalisert. Dette innebærer at verdien, som oppgis per lengdeenhet er fordelt på BRA. Dette er selvfølgelig en forenkling men forfatteren kan kun spekulere i



hvor grov unøyaktighet den kan føre til. Målingene av U-verdier ga dessverre ingen indikasjon om kuldebroverdier virket rimelig. En eventuell termografering med infrarødt kamera kunne muligens påvist eventuelle kuldebroer på en mer effektiv måte.

### 6.1.3. Vindusstørrelser og solavskjerming

Ettersom lokalet ligger i 2. Etasje og det er relativt lang avstand til bygningene i nærheten antas horisonten å være fri i alle himmelretninger.



Figur 10 Fasade, to typer vinduer

Som det fremgår av Figur 10 er det hovedsakelig en type vindu som går igjen rundt hele fasaden med unntak av vinduene inntil trapperommene på østsiden. Disse deles dermed opp i vindu type 1 og type 2. Innvendig karm er målt til 100 x 116cm og glasset er målt til 94 x 109cm på type 1-vinduene. Karmen er av aluminium og mot øst og vest er det innvendige persienner.

Når det gjelder vinduene av type 2 er det kun 10 stykker av disse på fasaden mot øst. Disse er målt til 56 x 57 cm innvendig karm og glasset er målt til 43 x 44 cm. Bygget har ingen utspring som eventuelt skygger for vinduene.

Tabell 4 viser en oversikt over de to vindustypene.

Tabell 4 Inndata for vindu Type 1

Vindustype	Totalt antall	Areal [m2]	Glassfaktor
Type 1	70	1,16	0,88
Type 2	10	0,32	0,59

I halvsirkelen mot sør er det manuelt styrte utvendige persienner. I beregningene antas disse, i følge NS3031, å trekkes ned "når solinnstrålingen overstiger  $100 \text{ W/m}^2$  i vinterhalvåret og  $250 \text{ W/m}^2$  i sommerhalvåret". Dette er også uavhengig av reell bruk.

I 2008 ble vinduene av Type 1 mot øst, vest og sør skiftet ut. Størrelsen er uforandret men de nye vinduene er utstyrt med et belegg for å hindre unødig solinnstråling. Dette gir en solfaktor på 0,25 [33]. I tillegg vil persiennene i sør gi en solfaktor på 0,04 når disse er nede. Vinduene mot øst og vest er utstyrt med innvendige persienner som gir en solfaktor på 0,18 når de er i bruk [34]. De gamle vinduene hadde en solfaktor på mellom 0,5 og 0,6, men siden disse vender mot nord vil ikke dette få noen avgjørende betydning [33].

#### 6.1.4. Tak

Det flate taket går over hele BRA med unntak av det tekniske rom som tar opp  $85 \text{ m}^2$ . Taket mot teknisk rom defineres dermed som tak mot uoppvarmet areal, hvor temperaturen antas å ligge på ca.  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  i snitt over året. I samtale med Otto Pettersen fra SWECO ble taket anslått til å være et isolert stålplatetak med papp eller folietekking. Gitt

en isolasjonstykkelse på 120 mm har dette en U-verdi på 0,30 W/m<sup>2</sup>K [35]. I underkant er det en lett himling som det er tatt hensyn til med tanke på varmelagring. Det er ingenting i horisonten som utgjør en solskjerming av taket. Dermed vil også taket ha en viss varmelagringskapasitet.

### 6.1.5. Gulv

I første etasje er det per i dag en bilforretning. Gulvet går altså mot oppvarmet areal over hele flaten og spiller dermed ikke inn i energiregnskapet. Det eneste som tas hensyn til er varmelagringskapasiteten. Gulvarealet i den delen som benyttes av Pyramide Arkitekter er teppebelagt, mens det resterende arealet, hvor legekantoret til Eli Smedvig holder til, har parkett på gulvet. De to gulvtypene gir noe forskjellig varmekapasitet til gulvkonstruksjonen og i beregningene vil det bli foretatt en vektning, se Tabell 5, i forhold til de to arealandeler. I SIMIEN er det imidlertid lagt inn et "fiktivt" gulv på 0,01 m<sup>2</sup> ettersom programmet reagerte med en feilmelding når det ikke fant noe vanlig gulv.

Tabell 5 Varmekapasitet over gulvareal

	Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	Varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	Vektet verdi
Pyramide	472	20	26,5
Legekantoret	213	41	

### 6.1.6. Fasader

Deretter følger data for fasadene. Veggarealene er beregnet ut i fra måling i autocad og målt innvendig takhøyde på 2,9m. Her dukker også det som umiddelbart kan anses som en utfordring ved energimerking av eldre bygninger, nemlig å finne en rimelig U-verdi på de forskjellige konstruksjonsdelene. Det er tidligere beskrevet hvordan en kan gå frem for å finne U-verdiene og her følger en gjennomgang av resultatene fra de forskjellige metodene.

### 6.1.7. U-verdier ut i fra konstruksjonsdata

Disse verdiene bygger stort sett på antagelser siden originale byggetegninger ikke har latt seg oppdrive. Ved befaring av lokalet ble det fastslått at ytterveggene har to forskjellige veggtyper, se Figur 11 nedenfor, hvor veggtykkelsen i begge tilfeller ble målt til 21 cm. Den ene antas å være en sandwichkonstruksjon med 5 cm isopor mellom to betongplater, mens den andre antas å være en såkalt kassettevegg med 10 cm isolasjon og innvendig ett lag med gips. Ved hjelp av boken "Beregning av Bygningers Energibehov" beregnes de to U-verdiene til 0,53 og 0,75 W/m<sup>2</sup>K. Årsaken til at kassetteveggene er gitt en høyere U-verdi er at de antas å være uten kuldebrobrytere. Det finnes ikke loggførte målinger for temperaturen i det tekniske rommet. Temperaturen der er dermed antatt.

Tabell 6 Beregnede U-verdier, eventuelt fra tabeller

Element	Areal [m <sup>2</sup> ]	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Kommentar
Fasade 1 mot øst	128	0,75b	Kassettevegg
Fasade 2 mot øst	18	0,53a	Sandwichkonstruksjon
Fasade 1 mot vest	164	0,75b	Kassettevegg
Fasade 2 mot vest	18	0,53a	Sandwichkonstruksjon
Fasade mot sør	44	0,75b	Kassettevegg
Fasade mot nord	44	0,75b	Kassettevegg
Gulv mot oppvarmet areal	685		
Tak mot friluft	600	0,30c	Stålplatetak
Tak mot uoppvarmet sone	85		Mot teknisk rom, temp ca 15 °C
a Beregnet ut i fra inn- og utvendig 7,5cm lettklinkerelementer og 5cm polystyren			
b Hentet fra Beregninger av bygningers energibehov, s. 60			
c Hentet fra Beregninger av bygningers energibehov, s. 65 og samtale med Otto Pettersen, SWECO			



Figur 11 To veggkonstruksjoner

### 6.1.8. U-verdi ut i fra "standard konstruksjon"

I SIMIEN kan en gjøre en mengde valg hvis en kjenner konstruksjonens oppbygning. Hvis så ikke er tilfelle kan en velge en standard konstruksjon som automatisk gir U-verdien  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette krever minimalt med arbeid og kan nok regnes som minste motstands vei. Skal en energimerke en eldre bygning må en nok regne med muligheten for at veggene er betraktelig dårligere enn denne verdien tilsier. Avviket kan nok fort bli så stort at det kan resultere i forskjellige energikarakterer.

### 6.1.9. Målinger av veggens varmetap

For å finne U-verdier i Torgveien ble måleapparatet for varmestrøm benyttet. Målingene ble gjennomført i henhold til metoden beskrevet tidligere. Resultatene presenteres i Tabell 7.

Tabell 7 U-verdimålinger, Torgveien 15 A

U-verdimålinger, Torgveien15 A				
Målingnr	Hvor	Måledifferanse [W/m <sup>2</sup> ]	Nettovarmeflux [W/m <sup>2</sup> ]	U-verdi
1	Kassettvegg, nedre del	434-375=59	-17	1,19
2	Kassettvegg, øvre del	437-376=61	-20	1,30
3	Nytt vindu, glass senter	431-397=34	-21	2,00
4	Nytt vindu, karm	424-398=26	-40	3,13
5	Nedre del, betongvegg	440-343=97	-10	0,46
6	Øvre del, betongvegg	440-379=61	-9	0,67
7	Gammelt vindu, glass senter	410-369=41	-29	2,16

Her er det foretatt en del målinger av de forskjellige konstruksjonstypene i Torgveien. I tråd med målingene gjort på MOBA legges det inn en feilmargin på 8,5 % hvor de målte resultatene var noe høyere enn reell verdi. Målingen av kassettveggen og de nye vinduene ble gjort ved den sørlige takterrassen mot vest før solen kom til. Kassettveggen gis en snittverdi på 1,14 W/m<sup>2</sup>K. Umiddelbart ser en at dette er en meget høy U-verdi. Spesielt i forhold til tabellverdien [35] hvor en får 0,75 W/m<sup>2</sup>K. Avviket er på hele 40 %. En mulig forklaring som blir nevnt av ansatte ved SWECO er at isolasjonen inni veggen har seget og at deler av veggen nærmest er fri for isolasjon [36]. Dette er selvfølgelig en teori som vanskelig lar seg etterprøve uten å rive ned innersjiktet. Målingene ga ingen utslag som kunne tyde på en spesiell kuldebro.

Når det gjelder målingene av vinduene ga disse også en meget høy verdi. Ifølge databladet for de nye vinduene skulle disse ha en samlet U-verdi på 1,1 W/m<sup>2</sup>K [33], men dette stemmer dårlig med målingene.

De nye vinduene er utstyrt med et refleksjonsbelegg for å hindre overdreven solinnstråling. Her kan det dermed spekuleres i at intensjonen med å skifte vinduer hovedsakelig var å holde temperaturen nede på sommertid [33] fremfor å sikre god isolasjon om vinteren, og at U-verdien i praksis ikke er spesielt forbedret. For eventuelt å underbygge denne påstanden burde det nok bli foretatt flere målinger enn det som allerede er gjort.

Det kan også tenkes at måleapparatet fungerer dårlig når en måler blanke flater slik som vinduer og metalloverflater slik som vinduskarmen i aluminium. Dette er imidlertid kun spekulasjon fra forfatterens side og måleapparatets bruksanvisning lister ikke opp dette som en mulig feilkilde.

I beregningene velges det å se vekk fra målingene av vinduene siden det knyttes såpass mye usikkerhet opp mot resultatene. Dermed tas det utgangspunkt i at de oppgitte verdiene for de nye vinduene stemmer og disse legges til grunn for videre beregninger.

U-verdiene for de gamle vinduene i nord settes lik antagelsene gjort av Åsta Lura Vaaland i SWECO til 2,0 W/m<sup>2</sup>K. Ettersom de nye vinduene fortsatt har samme størrelse gjøres det en vektning av den totale U-verdi med hensyn på antall nye og gamle vinduer i Tabell 8.

**Tabell 8 Vekting av U-verdi for vinduer**

	<b>Antall vinduer</b>	<b>U-verdi</b>	<b>Vektet U-verdi</b>
Nye	73	1,1	1,33
Gamle	25	2	

Målingene av betongveggene var de som ga et resultat nærmest opp til det en kunne forvente. Gjennomsnittet som benyttes i beregningene blir  $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$  inkludert feilmarginen. Ettersom det her er isopor som isolasjon vil ikke den deformeres hvis det eventuelt skulle oppstå problemer med fuktighet. Dette virker dermed rimelig i forhold til Olav Ekkje's teori.

Oppsummering av målte U-verdier:

**Tabell 9 Oppsummering av målte U-verdier**

<b>Oppsummering av målte U-verdier</b>	
Kassettvegg	1,14
Betongvegg	0,52
Vindu	1,33

#### **6.1.10. U-verdi fra byggeforskrift**

Den forenklete energimerkingen av boliger bygger blant annet på U-verdier slik forskrift var for byggeåret som tidligere er antatt til 1987. Denne metoden blir også foreslått som et hjelpemiddel i rapporten *Veiledning for næringsbyggrådgivere* av Multiconsult. Byggeforskriften for 1969 (oppdatert i 1980) sier at U-verdi for vegg inkludert vinduer ikke må overskride  $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$  [37]. Velges denne verdien tar en det for gitt at bygget ble oppført i henhold til gjeldende forskrift og at veggens egenskaper ikke er blitt forringet i løpet av levetiden.

#### **6.1.11. Varmelagringskapasitet**

Varmelagringskapasiteten til de to veggtypene er satt til  $2,4$  og  $50,0 \text{ Wh/m}^2\text{K}$  for henholdsvis gips og betong.



### 6.1.12. Ventilasjon

Ventilasjonsaggregatet er av typen CVAC 4 SP og levert fra Covent (se vedlegg for dataskjema). Dette er et såkalt CAV-anlegg som, selvfølgelig nok, står for Constant Air Volume. Med mindre en sitter med bedre data skal veiledende verdier benyttes for spesifikk luftmengde. Henholdsvis 10 og 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h i og utenfor driftstiden. I dette tilfellet er reell luftmengde beregnet til 10,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h ut i fra ventilasjonstegning. Denne luftmengden overholder minimumskravene i NS 3031 på 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h [38]. Utenfor driftstiden er ventilasjonen skrudd av med dagens drift. Ifølge standarden skal det imidlertid være en minste spesifikk luftmengde også utenfor driftstiden [38]. Dette tas det hensyn til i beregningen. Med VAV-anlegg, som er behovsstyrt etter CO<sub>2</sub> eller tilstedeværelse, tillater standarden at luftmengden reduseres med 20 % i driftstiden [39]. Dette eksisterer ikke per dags dato. Tilluftstemperaturen for anlegget er 18 °C.

Den spesifikke vifteeffekten, SFP gitt ved kW/(m<sup>3</sup>/s), angir el-forbruk knyttet til ventilasjonsanlegget. I følge NS 3031 finner en SFP-tallet ut i fra følgende formel:

$$SFP = \frac{\sum P_v}{\dot{V}/3600} \quad [\text{kW}/\frac{\text{m}^3}{\text{s}}]$$

Ut i fra BRA er den totale luftmengden,  $\dot{V}$ , beregnet til ca 7400 m<sup>3</sup>/h. Vifteeffektene ble funnet etter telefonsamtale med leverandøren Covent 28.04.10. Avtrekks- og tilluftsviften er av samme type slik det fremgår av dataskjemaet. Aggregatet antas å ha en total trykkøkning på 1000 Pa som gir et netto forbruk for viftene på 2,5 kW [40]. For den aktuelle motoren var det rimelig å anta 80 % virkningsgrad pluss 15 % tap i overføring (reimdrift). Den totale virkningsgraden blir da  $\eta = 0,68$  [41] som gir summen av de to vifteeffektene:

$$\sum P_v = 2 \times \left( \frac{2,5 \text{ kW}}{0,68} \right) = 7,35 \text{ kW}$$

Spesifikk vifteeffekt blir da:

$$SFP = \frac{7,35 \text{ kW}}{\frac{\dot{V}}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}} = 3,58 \text{ kW} / \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3,58 er for øvrig betraktelig høyere enn det SFP-tallet som oppgis som veiledende i NS 3031 [42].

### 6.1.13. Varmegjenvinner

Aggregatet er utstyrt med en batterigjenvinner med propylenglykol som medium. Ved befarings ble temperaturendringene over gjenvinneren målt til følgende:

- $\Theta_1$  temperaturen før gjenvinner på tilluftsiden, 13 °C
- $\Theta_2$  temperaturen etter gjenvinner på tilluftsiden, 18 °C
- $\Theta_3$  temperaturen før gjenvinner på avtrekksiden, 25 °C

Temperaturvirkningsgraden er gitt ved formelen [43]:

$$\eta_T = \frac{\Theta_2 - \Theta_1}{\Theta_3 - \Theta_1} = \frac{18 - 13}{25 - 13} = 0,42$$

Dette er ingen god virkningsgrad, men ut i fra samtaler med ansatte i SWECO kan den være rimelig. På grunn av måten disse gjenvinnerne er konstruert på, med hensyn til

lamellavstand og at det allerede sirkulerer frostvæske, antas det ikke noe ekstra varmebehov til frostsikring [44].

Ser en imidlertid litt nærmere på  $\Theta_2$ , temperaturen etter gjenvinner på tilluftsiden, er den lik settpunktstemperaturen for tilluften, nemlig 18 °C. Det vil altså si at det kan tenkes at varmegjenvinneren er regulert ned og at en potensiell virkningsgrad kan være høyere. For eventuelt å få bekreftet, eller avkreftet, denne muligheten kunne en for eksempel stilt inn en høyere settpunktstemperatur. Etter en tid kunne en da sett om temperaturen etter gjenvinneren ville steget, eller om varmebatteriet hadde måttet trå til. Dessverre har det ikke lyktes å få sjekket opp i dette.

Det antas dermed at den beregnede virkningsgraden er reell og tilnærmet konstant over hele året og dermed benyttes denne i de videre beregninger.

#### **6.1.14. Kjøleanlegg**

Det er installert et eget kjølesystem i form av en luft-til-vann kjølemaskin hvor varmen trekkes fra tilluften og dumpes på taket ved hjelp av en tørrkjøler. Kjølesystemet er sannsynligvis dimensjonert ut i fra å kunne senke tilluftstemperaturen med 10 °C med en såkalt 7-12 løsning [45]. Dette betyr at tilluften avkjøles ved at vannet i batteriet løftes fra 7 til 12 °C. Det vil være rimelig å anta en starttilstand for luften på 25 °C og 50 % relativ luftfuktighet. Vannets middeltemperatur i batteriet blir 9,5 °C og dette er lavere enn kondenseringstemperaturen for tilluften. I et hx-diagram, Figur 12, vil en da kunne lese av for luften ved 15 °C, langs den merkede røde linjen, for å finne tilstanden på luften ut av batteriet.

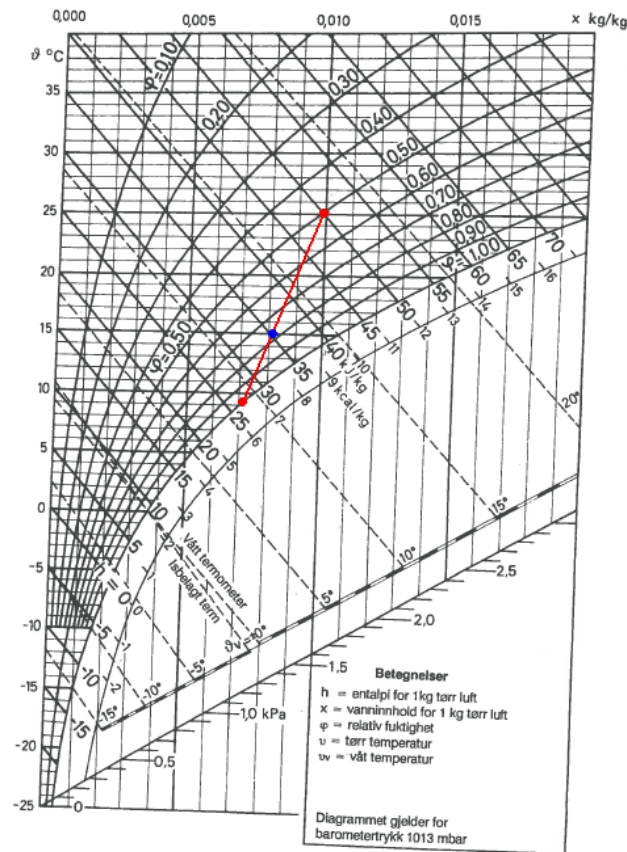


Fig. 2.4

Figur 12 hx-diagram hentet fra Ventilasjonsteknikk 1, Stensaas

Ut i fra den tidligere nevnte luftmengden gir dette følgende beregning:

$$P_{kj\ \dot{v}} = \dot{m} \times \Delta h$$

$$\Delta T = 10\ \text{°C}$$

$$T_1 = 25\ \text{°C}, x = 0,010, \varphi = 0,50, h_1 = 50\ \text{kJ/kg}$$

$$T_2 = 15\ \text{°C}, x = 0,008, \varphi = 0,80, h_2 = 35\ \text{kJ/kg}$$

$$\Delta h = 15 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} = \dot{V} \times \rho$$

$$\dot{V} = 7400 \text{ (m}^3/\text{h)} / 3600 \text{ s/h} = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = 2,06 \times 1,2 = 2,47 \text{ kg/s}$$

$$P_{kj\ddot{o}l} = 2,47 \times 15 = 37,05 \text{ kW} \text{ [kg/s} \times \text{kJ/kg} = \text{kJ/s} = \text{kW}]$$

Fordelt på BRA gir dette en kjøleeffekt på 54 W/m<sup>2</sup> som er en del høyere enn det som er påkrevd ut i fra en sommersimulering i SIMIEN. Etter samtaler med ansatte i SWECO kan effekten imidlertid være rimelig på grunn av bygningsgeometrien med lange fasader mot øst og vest i forhold til volumet. Systemeffekt faktoren hentes fra veiledende verdi i NS 3031 til 2,4 ut i fra *"Maskin som leverer kjølt luft til rommet Kondensering mot vannbasert system tilkoblet tørrkjøler"* [46]. Videre har SIMIEN en standardverdi for bypassfaktoren på 0,25. Det vil si at 25 % av luften ikke kommer i kontakt med kjøleflatene.

#### **6.1.15. Energibehov til utstyr og belysning pluss interne laster**

Varmetilskudd fra interne laster følger normaliserte standardverdier som skal benyttes og, som det står i standarden, følger ikke nødvendigvis representative forhold. For belysning er dette satt til 8 W/m<sup>2</sup>. Hvis belysningen er regulert med følere reduseres dette med 20 %, men så er ikke tilfellet i Torgveien 15A. Varmetilskuddet, vist i Tabell 10, for utstyrtappevann og personer er henholdsvis 11, 0 og 4 W/m<sup>2</sup> [47]. Her ser en at

energiforbruket som går med til varmt tappevann bokstavelig talt går i sluket uten å varme opp bygningen. Effekten fra interne laster følger driftstiden slavisk.

Tabell 10 Varmetilskudd fra interne laster

Belysning [W/m <sup>2</sup> ]	Utstyr [W/m <sup>2</sup> ]	Varmtvann [W/m <sup>2</sup> ]	Personer [W/m <sup>2</sup> ]
8	2	0	4

#### 6.1.16. Oppvarmingssystem

Energiforsyningen i dette bygget er 100 % elektrisk, noe som automatisk vil gi et rødt oppvarmingsmerke. Varmebatteri i ventilasjonen og termostatstyrte panelovner gir en systemvirkningsgraden på 0,98 [48].

Det kan defineres egne sommerstrategier for oppvarming. Ved evaluering mot byggeforskrift og energimerking blir imidlertid eventuelle egne sommerstrategier for oppvarming ikke tatt hensyn til.

### 6.1.17. Målt energiforbruk

Som en del av energiattesten skal det reelle energiforbruket i løpet av de tre siste årene oppgis. Målernumrene ble hentet hos Eiendomsdrift og forbruket ble da funnet etter en telefonsamtale med Lyse og presentert her i Tabell 11.

Tabell 11 Energiforbruk de siste tre år

Energiforbruk de siste tre år for Torgveien 15A		
Pyramide/Opticonsult	198 443	kWh
Eli Smedvig	37 412	kWh
Andel av fellesstrøm	228 667	kWh
<b>Sum</b>	<b>464 522</b>	<b>kWh</b>

Ettersom tidspunktet for måleravlesningene ikke var helt samstemt er det oppgitte forbruket stipulert til å gjelde fra 1.4.2007 til 1.4.2010. Fordeler en dette forbruket på år og areal får en 226 kWh/m<sup>2</sup>år.

## 6.2 Beregninger

Ovenfor er det listet opp det som trengs av input for å gjennomføre en energimerking i programmet SIMIEN. I Tabell 12 nedenfor presenteres resultatene fra fire beregninger ut i fra de fire forskjellige settene med U-verdier.

Tabell 12 Energimerke ut i fra forskjellige metoder

Energimerke ut i fra forskjellige metoder			
Metode	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K ]	Beregnet levert energi [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energikarakter
Standard konstruksjon	0,25	260	<b>E</b>
Beregnet/antatt verdi	0,75 <sup>1</sup> og 0,53 <sup>2</sup>	287	<b>F</b>
Byggeforskrift 1969	0.45 <sup>3</sup>	253	<b>E</b>
Målt verdi	1,14 <sup>1</sup> og 0,52 <sup>2</sup>	310	<b>F</b>
<sup>1</sup> Kassetvegg <sup>2</sup> Sandwichvegg <sup>3</sup> Inkludert vinduer			

Under forutsetning av at tallmaterialet er til å stole på ser en at det er relativt store forskjeller i "beregnet levert energi", selv om det bare skiller en karakter.

Den laveste verdien oppnås ved å anta at bygget er oppført i henhold til byggeforskriftene fra 1969. Her samles altså hele konstruksjonen, inkludert vinduer, til en verdi. Dette er åpenbart en forenkling tilpasset tiden uten datamaskiner for å gjøre beregningsarbeidet for hånd overkommelig.

Velges standard konstruksjon tas egne U-verdier for vinduer med og en får dermed et litt høyere resultat. Ut i fra veggtykkelsen på rundt 20cm er det nok en smule naivt å anta en såpass god varmeisolering.

Ved å beregne U-verdier har en antatt hvordan veggene er konstruert og funnet verdier ut i fra dette i stedet for kun å anta en "normal" vegg fra gjeldende byggeår.



Det "dårligste" resultat ble oppnådd ved å bruke målte verdier. Hvis dette stemmer kan det tyde på at isoleringen er blitt vesentlig dårligere siden bygget ble oppført gitt at gjeldende forskrift ble overholdt.

Da en ikke kjenner fasit er det vanskelig å komme med en bombastisk uttalelse angående disse beregningene. Tallmaterialet gir likevel en klar indikasjon på at relativt store avvik kan oppstå ut i fra valg av metode. En anbefaling for videre arbeid vil nok være å foreta grundige termografiske målinger, med kalibrert utstyr. Dette vil, om ikke annet, gi mer håndfaste tall å forholde seg til enn å måtte gjøre en rekke mer eller mindre velbegrunnede antagelser om byggeskikk, forringelse over tid osv. Tilkomst til utsiden av fasadene kan imidlertid bli en utfordring oppover i etasjene, avhengig av hvordan det aktuelle apparatet måler.

Det vil her vises resultatet av beregningen ut i fra "beregnete og antatte U-verdier". Dette vil da være en oppsummering av de beregninger som er gjort. Det presiseres at de fire beregningsmetodene, som kun skilles på U-verdien for vinduer og veggareal, ellers er identiske. Videre kan det nevnes at denne utgaven av SIMIEN dessverre ikke er oppdatert med det, per juni 2010, siste designet av energimerket.

I tillegg oppgis "forventet levert energi" som står for det avleste energiforbruket i Torgveien de siste tre årene.



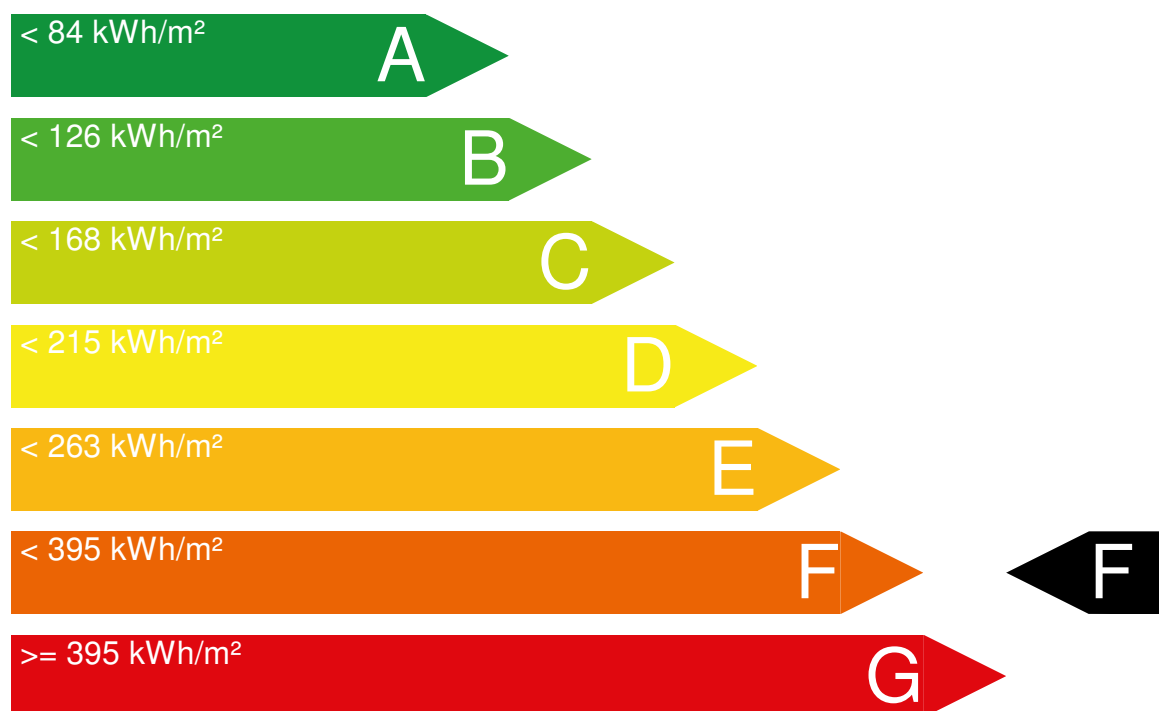
# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Torgveien 15 A  
Tid/dato simulering: 12:24 14/6-2010  
Programversjon: 4.501  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: SWECO Norge AS  
Inndatafil: E:\Sweco\Torgveien 15A, beregnet og antatt U-verdi.smi  
Prosjekt: Torgveien 15A  
Sone: Alle soner

## ENERGIMERKE

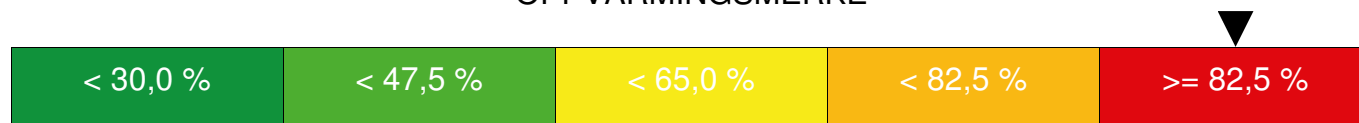
Energieffektivt



Lite energieffektivt

Beregnet levert energi normalisert klima: 287 kWh/år

## OPPVARMINGSMERKE



Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 100.0 %



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Torgveien 15 A  
Tid/dato simulering: 12:24 14/6-2010  
Programversjon: 4.501  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: SWECO Norge AS  
Inndatafil: E:\Sweco\Torgveien 15A, beregnet og antatt U-verdi.smi  
Prosjekt: Torgveien 15A  
Sone: Alle soner

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	287 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	287 kWh/m <sup>2</sup>

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	196322 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	196322 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)	
Beskrivelse	Verdi
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	301
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	675
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	0
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	125
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	685
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1987
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,72
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,30
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,01
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	1,40
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	18,2
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,12
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	36
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	3,00
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	42



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Torgveien 15 A  
Tid/data simulering: 12:24 14/6-2010  
Programversjon: 4.501  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: SWECO Norge AS  
Inndatafil: E:\Sweco\Torgveien 15A, beregnet og antatt U-verdi.smi  
Prosjekt: Torgveien 15A  
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)	
Beskrivelse	Verdi
Estimert temperaturvirk. varmegjenvinner justert for frostsikring [%]:	42,0
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	3,58
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	10,8
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	2,0
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,0
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0
Systemeffektfaktor kjøling:	2,40
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	54
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00
Driftstid oppvarming (timer)	12,0



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Torgveien 15 A  
Tid/data simulering: 12:24 14/6-2010  
Programversjon: 4.501  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: SWECO Norge AS  
Inndatafil: E:\Sweco\Torgveien 15A, beregnet og antatt U-verdi.smi  
Prosjekt: Torgveien 15A  
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)	
Beskrivelse	Verdi
Driftstid kjøling (timer)	0,0
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0
Driftstid belysning (timer)	12,0
Driftstid utstyr (timer)	12,0
Oppholdstid personer (timer)	12,0
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,0
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,0
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	11,0
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	11,0
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	0,8
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,0
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	4,0
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,24
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,13
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	0,93

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kontorbygg
Simuleringsansvarlig	Eirik Hope
Kommentar	

## 6.3 Hvilke parametre har størst betydning?

Ved fremtidige energimerkinger kan det være greit å ha et visst innblikk i hvilke parametre som har størst betydning i forhold til tidsbruken. Her vil det tas utgangspunkt i hvordan energimerkingen av Torgveien har gått og hvordan forfatteren ser for seg at arbeidet ville blitt hvis bygget hadde vært annerledes.

Det hadde selvfølgelig vært en fordel med et bredere erfaringsgrunnlag før en utarbeidet en slik oversikt men dette kan, om ikke annet, anses som et utgangspunkt for videre arbeid.

Grovt sett kan datagrunnlaget for en energimerking deles opp i to; opplysninger om klimaskjermen og ventilasjons- og oppvarmingssystemet.

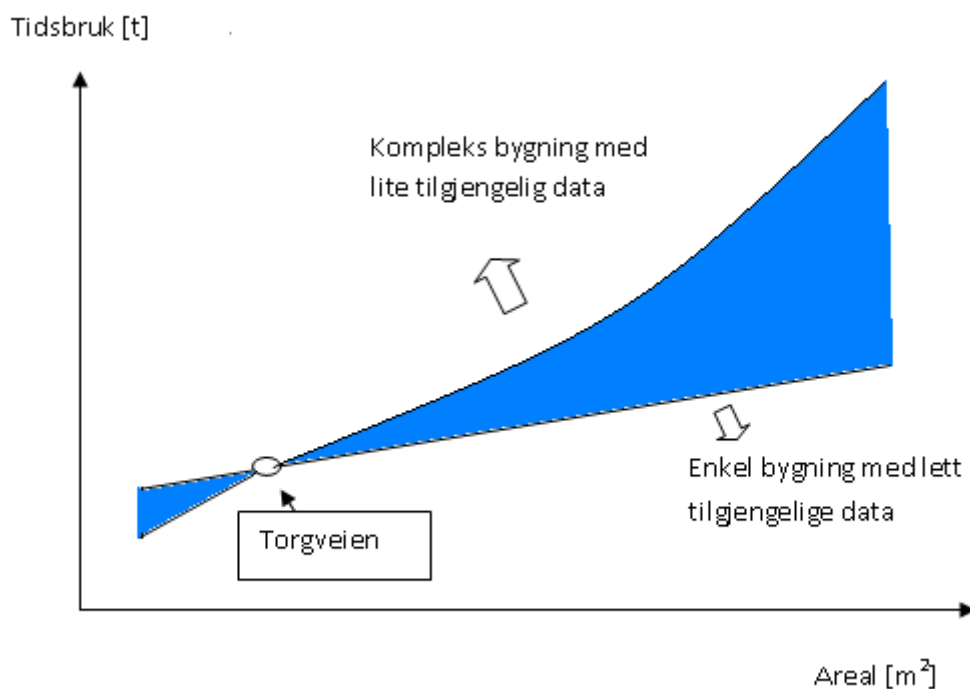
Arbeidet med Torgveien viste at tilgang på relevante data kan være en utfordring. Årsakene i dette tilfellet kan nok være mange, men byggets alder pluss et par eierskifter har nok gjort sitt til at en del tegninger og data har gått tapt. Dette har det blitt brukt mye tid på og det er nok ikke utenkelig at en senere vil støte på lignende bygg med tilsvarende utfordringer. Hvis en ønsker å redusere tidsbruken kan det være et forslag å sende en liste til bygningseieren over punkter hvor det trengs opplysninger. Dette gir oppdragsgiveren mulighet til å finne frem det han eventuelt sitter på av informasjon på forhånd.

Tilgang på data anses altså som et kritisk punkt. I et tilnærmet nytt bygg hvor all dokumentasjon er lett tilgjengelig vil jobben stort sett bestå i å plote inn verdier og tidsbruken vil ikke være all verden. Dess mindre data en har desto mer tid vil gå med på finne informasjon og en kan se for seg en eksponentiell økning i tidsbruken hvor tilgangen på tilnærmet null data leder mot at arbeidet vil vare uendelig. Før inngåelse av eventuelle rammeavtaler med større byggeiere kan det lønne seg å sjekke opp på forhånd hvilke rutiner firmaet har for lagring av byggedata og oppdateringer ved renoveringer osv.

Torgveien er, geometrisk sett, et enkelt bygg hvor to forskjellige veggkonstruksjoner er det eneste "uromomentet". Litt avhengig av hvilken metode en benytter seg av vil nok et

økt areal og en mer kompleks bygningsform kun føre til en lineær økning i arbeidsmengden. Ved termografering kan det, som tidligere nevnt, være en utfordring å komme til ytterveggene oppover i etasjene, men dette vil avhenge av hvilket måleapparat en har tilgjengelig.

For å illustrere hvordan tidsbruken vil variere kan en vise en graf hvor tid i timer og areal i  $m^2$  viser henholdsvis y- og x-aksen. Utgangspunktet vil være tidsbruken som har gått med til Torgveien. Deretter ser en for seg at momenter som byggets kompleksitet og tilgang på data vil være usikkerheter som har innvirkning, slik at det endelige resultatet vil ligge innenfor et tenkt intervall. Selvfølgelig med en tilhørende usikkerhet. Det er ikke nødvendigvis arealet som er den dominerende faktoren i forhold til tidsbruken, men siden den er lettest å tallfeste egner den seg til å utarbeide en slik graf.



Figur 13 Graf over forventet tidsbruk

Ved et eventuelt anbud på en energimerkingsjobb kan en da ta utgangspunkt i en graf av denne typen. Etter en innledende samtale med oppdragsgiver kan en da, i tillegg til størrelsen på bygget, få et inntrykk av kompleksiteten og tilgangen på data slik at en kan

gi et noe mer velbegrunnet kostnadsoverslag. På bakgrunn av de overnevnte faktorene kan det dermed se ut som det er vanskelig å prissette energimerking på generelt grunnlag, uten å ta hensyn til den enkelte bygning og tilgang på data.

For å få et lite innblikk i hvordan status er på aktuelle bygg som må energimerkes har undertegnede vært i kontakt med seksjonssjef Lars Hallgren i Rogaland Fylkeskommune, som står som eiere av en relativt stor bygningsmasse her i fylket. Han kunne opplyse om at det, *"i tillegg til eksisterende FDV-permer, arbeides det i disse dager med en oppdatering av hele bygningsmassen for å sjekke alder og status, spesielt i forhold til ventilasjons- og oppvarmingssystemer"* [49]. Dette tyder altså på at en er klar over at god forvaltning av eiendommer krever oppfølging. Videre kan det tenkes at denne statusoppdateringen avdekker et behov for modernisering av eksisterende anlegg.



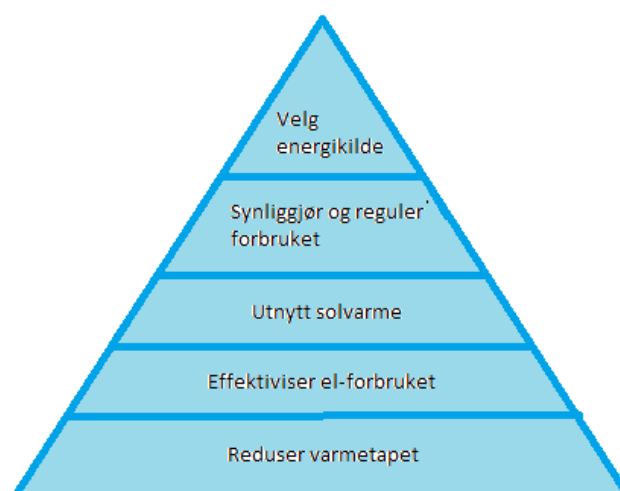
## 6.4 Tiltakslisten

I Danmark kunne nok dette anses som den mest spennende delen av energimerkingen hvor en går grundig i gjennom aktuelle tiltak som kan løfte bygget til en bedre karakter. Slik ordningen er lagt opp i Norge blir det å velge de punkter en ønsker fra en liste og "that's it", men dette kan muligens revideres ved en senere anledning.

Prøver en seg på egenhånd kan imidlertid fallgruver dukke opp ettersom en kommer inn på mange forskjellige fagområder. I denne delen vil en del forslag til forbedringer bli lagt fram og diskutert.

For å få et inntrykk av hva de forskjellige tiltaksforslagene kan bety for energimerkingen vil endringene vises i forhold til beregningsmetoden hvor beregnede/antatte U-verdier ble benyttet. Referanseforbruket blir dermed 287 kWh/m<sup>2</sup>.

Tiltakene bør, etter forfatterens mening, generelt foreslås i henhold til den såkalte Kyoto-pyramiden, Figur 14. Videre må tiltakene ses i forhold til hverandre. Hvis en tilleggisolerer vil dette føre til et lavere oppvarmingsbehov som gjør at f. ex nattsinking vil være mindre lønnsomt. Det kan i tillegg presiseres at de tiltakene som foreslås ikke nødvendigvis vil ha innvirkning på energimerket, men omfatter også generelle, energibesparende tiltak.



Figur 14 Kyoto-pyramiden

### **6.4.1. Redusering av varmebehovet**

Som fundament i den overnevnte Kyoto-pyramiden er det naturlig å begynne med å redusere varmebehovet. Dette vil hovedsakelig løses gjennom å redusere varmetapet i klimaskjermen. Vinduene er såpass nye at det vil være lite lønnsomt å skifte ut disse. Når det gjelder veggene har de, som vist tidligere, ingen spesielt god U-verdi. Et tiltak en kan se nærmere på vil da være å tilleggsisolere ytterveggene. Den første varsellampen som blinker ved å isolere en vegg ytterligere er at en endrer temperaturforholdene inni vegg. Dermed risikerer en kondensering og etter hvert fukt- og råteproblemer. Dette går på bygningsfysikk og må utredes i hvert enkelt tilfelle.

Hvis en ønsker å isolere ytterligere kan dette gjøres inn- eller utvendig. Isolering på innsiden vil redusere arealet. I tillegg kan det komme i konflikt med radiatorrør og lignende, men dette er ikke tilfellet i Torgveien som kun har elektrisk oppvarming. En mer negativ faktor er imidlertid at en slik ombygging umuliggjør normal bruk av lokalet og at dette må tas med i regnestykket. Isolerer en på utsiden vil dette ha mindre konsekvenser for den daglige driften på innsiden. Endringer av fasaden vil derimot kunne få en arkitektonisk konsekvens i tillegg til at det må byggemeldes til kommunen. Ut ifra den gjeldende fasaden i Torgveien skulle en tro at det å lektes ut, isolere og bruke de samme eller tilsvarende stålplater bør være mulig. Den delen som består av betongplater kan lektes ut og isoleres tilsvarende eventuelt med pussisolasjon. Her kan en oppnå tilsvarende struktur som i dag hvis ønskelig [50]. Kuldebroer vil også kunne reduseres ved utvendig isolering. Isolerer en på innsiden må en sannsynligvis gjøre dette på eksisterende reisverk og dette vil i verste fall forsterke eksisterende kuldebroer [51]. Ved utbedring av fasaden må det i alle tilfeller fokuseres på tetting for å hindre unødig infiltrasjon.

### **6.4.2. Nattsinking**

Et generelt tiltak, som riktig nok ikke spiller inn for energikarakteren, vil være nattsinking av innetemperaturen. Det vil si at en skrur av varmeovnene etter arbeidstid, lar temperaturen synke og begynner oppvarmingen igjen et par timer før arbeidstiden begynner. Spesielt for et såpass lett bygg som Torgveien vil dette kunne være effektivt.

Per i dag er det lagt opp til nattsinking i Torgveien men av en eller annen grunn var dette systemet slått av. Dette gjør at varmen står på hele døgnet.

### **6.4.3. Varmegjenvinneren**

Ut i fra beregningene rundt varmegjenvinneren forsvinner 58 % av varmeenergien fra avtrekksluften ut til kråkene. Dette er blant annet et godt stykke under kravet i TEK07 om 70 % gjenvinning [52]. Ved å endre virkningsgraden i forhold til kravet i TEK07 vil det beregnede energibehovet senkes med over 18 % fra 287 til 235 kWh/m<sup>2</sup>år. Dette gir seg faktisk utslag i at karakteren går opp fra en F til en E. Det finnes i dag varmegjenvinnere på markedet med vesentlig høyere virkningsgrad, spesielt roterende gjenvinnere. Et alternativ kunne dermed vært å skifte ut den eksisterende gjenvinneren med en mer energieffektiv modell. Ser en imidlertid på oppsettet av aggregatet i Figur 17 vil det, mest sannsynlig, ikke la seg gjøre med en roterende gjenvinner i dette tilfellet siden denne er avhengig av en vertikal akse fra avtrekk- til tilluftsiden. Det vil heller ikke være noe stort forbedringspotensial knyttet til å skifte ut den eksisterende batterigjenvinneren med en ny da det ikke har skjedd noen vesentlige teknologiforbedringer på dette punktet. At en opprettholder serviceintervallet hvor en sjekker væsknivået, blandingsforholdet mellom vann og propylenglykol, overflatene for smuss osv. kan imidlertid alltid anbefales.



Figur 15 Varmegjenvinnerens plassering i aggregatet

#### 6.4.4. Fra CAV til VAV

Det eksisterende ventilasjonsanlegget i Torgveien kjører på med en konstant luftmengde som er dimensjonert ut i fra et forventet forbruk. I løpet av driftstiden kan en imidlertid se for seg perioder og soner hvor behovet for tilluft er lavere enn det dimensjonerte. For å spare energi kan en dermed se for seg å regulere luftmengden i forhold til et aktuelt behov. Dette kan enten gjøres med tids- eller temperaturstyring eller CO<sub>2</sub>-følere som måler belastningen fra personer i rommet. En kan da installere spjeld i ventilene eller kanalene som åpnes og lukkes etter behov. Ut i fra ventilasjonstegningene ser en at det går tilluft til hvert cellekontor. I tillegg er det en kantine, med et dimensjonert luftbehov på 250 l/s, som kun brukes i et relativt kort tidsrom. Mulighetene er dermed til stede for å senke luftmengden til tomme kontorer og kantine utenom lunsjtiden.

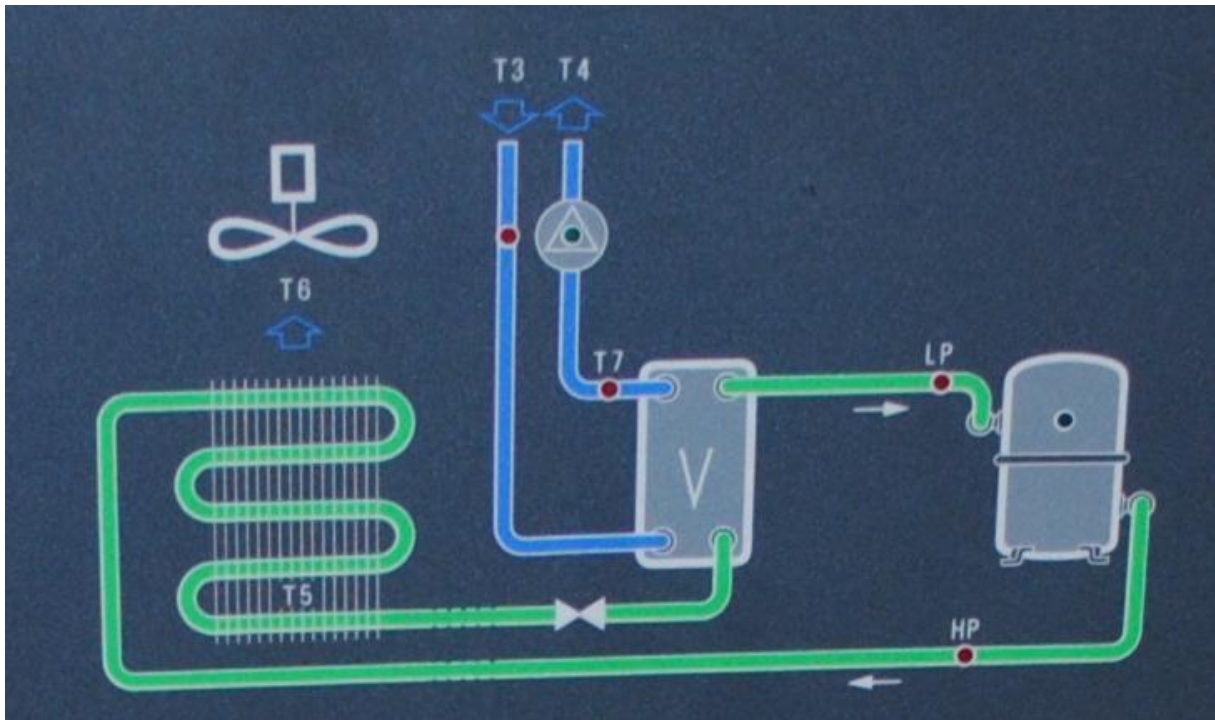
Selve energibesparelsen skjer ved at motoren som driver ventilasjonsviftene reguleres ned og dermed får et lavere strømforbruk. Ved befaring ble det konstatert at det ikke er noen styringssystemer knyttet til anlegget som kan gjøre dette per dags dato. Motoren som står i aggregatet er av typen ATB A112M/2A-11. Etter samtale med Lanne

Elektriske Verksted som står som forhandler av denne type motorer ble det bekreftet at en kan ettermontere en frekvensomformer slik at en har mulighet til å regulere turtallet [41]. Det ble imidlertid gjort oppmerksom på at en kan få problemer med kjøling på disse motorene hvis en senker turtallet lavere enn 50 % under merkedrift. Endrer en til VAV-ventilasjon i SIMIEN oppnås det en besparelse på 45 kWh/m<sup>2</sup>år til 242 kWh/m<sup>2</sup>år. Dette er gitt ved de samme parametre (tilluftstemperatur, luftmengder, driftstider og SFP-faktor) som tidligere, men ventilasjonen kan reguleres ned til en luftmengde på 7 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>. Settpunktet er satt til å holde CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i inneluften under 800ppm, altså tilsvarende et nivå en kan forvente å finne i et drivhus.

En eventuell modifisering av ventilasjonsanlegget må i alle tilfelle ses i forhold til forventet levetid på det eksisterende aggregatet. En vanlig tommelfingerregel er at levetiden på slike anlegg ligger på rundt 15 -20 år [44]. Ettersom aggregatet i Torgveien allerede er 14 år gammelt er det nok begrenset hva som kan være fornuftig av modifiseringer med mindre en gjør tiltak for å forlenge levetiden på det nåværende systemet.

### 6.4.5. Fjern tørrkjøleren

Dagens system med kjølemaskinen trekker varme fra tilluften og dumper denne over taket ved hjelp av en tørrkjøler som vist på prinsippskissen i Figur 16 nedenfor.



Figur 16 Prinsippskjema, kjølemaskin

En kan her tenke seg en løsning hvor en i stedet legger kretsen om slik at varmen dumpes i avtrekksluften. Dermed vil en i første omgang spare energien som har gått med til å drive viften i tørrkjøleren. I tillegg vil en kunne reversere prosessen om vinteren hvor en henter overskuddsvarme fra avtrekksluften og dermed minsker behovet fra el-batteriet.

Dette er kun ment som et forslag som i alle tilfelle må utredes nærmere før det eventuelt kan bli aktuelt. En må blant annet tilpasse styringssystemet i forhold til oppvarming med el-batteriet, spesielt med tanke på at kjølemaskinen er plassert etter batteriet i

aggregatet. Videre må det fysisk være plass til den delen som står i avtrekket. Dessverre har det ikke lyktes å tallfeste en eventuell energibesparelse med dette forslaget.

#### **6.4.6. Isolering av taket**

Yttertaket er tidligere antatt å ha en relativt høy U-verdi som gir et unødig høyt varmetap. Økt isolering vil dermed kunne gi en innsparing også her. Ved en utbedring av taket må en være observant på de samme utfordringene med tanke på fukt osv. som i en vegg. Hvis taket isoleres slik at det oppfyller kravet i TEK07 med U-verdi på 0,13 W/m<sup>2</sup>K vil energibehovet reduseres til 272 kWh/m<sup>2</sup>år.

#### **6.4.7. Tetting rundt dører og vinduer**

Ut i fra brukertilbakemeldinger er det fortsatt et problem med trekk i nærhetene av vinduene selv om disse nylig er skiftet ut. Hvis vinduene ikke er montert tett nok kan tettelisten rundt karmene vurderes. Dette er med mindre problemet ligger i partiene mellom vinduene.

#### **6.4.8. Redusering av el-forbruk**

Et skritt opp på pyramiden maner til et lavere forbruk av elektrisitet. I et kontorbygg er det nærliggende å fokusere på belysning. Torgveien 15A har pr. i dag kun manuelt styrt belysning. Dette fører til belysning av arealer som ikke er i bruk i større eller mindre deler av driftstiden. I følge NS 3031 kan en redusere energibehovet til belysning med 20 % hvis dette er automatisert med bevegelsesfølere [47]. I praksis vil dette redusere el-forbruket med 2 kWh/m<sup>2</sup>år. Samtidig kan en vurdere moderne armaturer som gir bedre lyseffekt i forhold til tilført energi.

Et annet punkt som en kan ta med på tiltakslisten er holdningskampanjer rettet mot brukerne. Her er det naturlig å fokusere på å skru av pcer når de ikke brukes og lignende.

Med unntak av automatisering av belysning vil ikke redusert el-forbruk ha noen innvirkning på energimerket, men det vil jo ha en egenverdi i seg selv.

#### **6.4.9. Utnyttelse av solenergi**

Det anses ikke som spesielt realistisk å oppnå lønnsomhet ved å installere PV-solceller på taket av Torgveien 15A. Ved en vekting av energikilder som i Danmark, med en faktor på 2,5 for elektrisitet, kunne det muligens blitt noe mer interessant i forhold til å oppnå en best mulig karakter for bygget. Dagens ordning inkluderer imidlertid ikke vekting og dermed blir det kun et lønnsomhetsspørsmål som pr. i dag ikke er spesielt gunstig med en pris på ca 3-4 kr/kWh [53].

I Norge vil en utnytte solenergi best i form av solvarme, men dette krever et vannbårent distribusjonssystem som det pr. i dag ikke finnes i Torgveien.



## 7. Konklusjoner og anbefalinger

Den nye ordningen *Energimerking i bygninger* fører til at alle bygninger i Norge, med enkelte unntak, skal energimerkes. Dette skjer med hjemmel i endringer i energiloven. Ut i fra ordlyden i EU-direktivet, som ordningen har sitt opphav fra; "*on the energy performance of buildings*" er det byggets tilstand eller ytelse som bedømmes, ikke et målt forbruk. Ved beregninger blir det dermed brukt normaliserte bruksverdier for den aktuelle bygningskategorien og det refereres i forhold til Oslo-klima.

I oppgaven er det sett på den tilsvarende "energimærknings"ordning i Danmark. Det er forfatterens inntrykk at NVE har forsøkt å lage en unik norsk løsning tilpasset norske forhold. Her kan nevnes selvangivelsesprinsippet for energimerking av boliger, referanse til Oslo-klima og at vekting av energikilder er erstattet med et oppvarmingsmerke.

For å utføre en energimerking stilles det følgende kompetansekrav; "*ingeniørkompetanse på bachelor-nivå med hovedvekt på bygningsteknikk- og energifag, og minimum to års praksis fra energiberegninger for bygninger med tekniske anlegg*". Det finnes foreløpig ingen oversikt over hvor mange som innehar de aktuelle kompetanskekrav.

Per juni 2010 foreligger det et høringsforslag om endringer til forskriftsteksten hvor energikarakter og oppvarmingsmerke samles i en enhet. Dette vil åpne for en mer intuitiv forståelse for om et bygg har en høy eller lav energiytelse og om energikilden er fornybar eller ikke.

Beregningsmetodikken er basert på "*beregnet levert energi pr. m<sup>2</sup>*" i henhold til NS 3031.

Energimerkingen resulterer i en energiattest som i større yrkesbygg skal henge på et synlig sted. Energiattesten vil også være en del av dokumentasjonen ved eierskifte eller utleie. Denne vil være gyldig i 10 år, uavhengig av eventuelle oppdateringer av ordningen. Byggets eier er den som står ansvarlig for å inneha en gyldig energiattest.

Den praktiske delen av oppgaven besto i å energimerke Torgveien 15 A. Her ble dataverktøyet SIMIEN benyttet, samt en varmestrømsmåler utlånt fra UiS. De fleste inputdata som benyttes er standardiserte og hentes fra tabeller og lignende, med unntak av areal, volum, U-verdier osv. Et av oppgavens hovedformål var å undersøke om forskjellige metoder for å finne/beregne U-verdier ville kunne gi seg utslag i differensierte energimerker. Følgende fremgangsmåter ble benyttet; beregninger ut i fra antagelser om veggkonstruksjon, "standard-verdier" i SIMIEN, byggeforskrifter fra byggeåret og målte verdier ved hjelp av varmestrømsmåler. Resultatene viser at de forskjellige metodene har en relativt høy differanse i prosent, og at det gir seg utslag i forskjellige energikarakterer.

<b>Energimerke ut i fra forskjellige metoder</b>			
<b>Metode</b>	<b>U-verdi [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>Beregnet levert energi [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Energikarakter</b>
Standard konstruksjon	0,25	260	<b>E</b>
Beregnet/antatt verdi	0,75 <sup>1</sup> og 0,53 <sup>2</sup>	287	<b>F</b>
Byggeforskrift 1969	0.45 <sup>3</sup>	253	<b>E</b>
Målt verdi	1,14 <sup>1</sup> og 0,52 <sup>2</sup>	310	<b>F</b>
<sup>1</sup> Kassetvegg <sup>2</sup> Sandwichvegg <sup>3</sup> Inkludert vinduer			

Ettersom en ikke kjenner fasit er det til dels vanskelig å spekulere i hvilken av metodene som er nærmest sannheten. Først og fremst kan en nok imidlertid utelukke at fasadene i Torgveien har såpass god U-verdi som 0,25 W/m<sup>2</sup>K jamfør "standard konstruksjon". Sammenligner en de målte verdier med de som er beregnet/antatt stemmer de godt

overens på sandwichveggen, mens avviket er relativt stort på kassetveggen. Dette kan være rimelig med tanke på hvordan veggene er oppbygd. Kassetteveggene er nemlig isolert med mineralull og det er ikke utenkelig at denne har seget sammen i årenes løp. Sandwichveggene er tettere konstruksjoner, isolert med isopor, og vil dermed ikke ha denne forringelsen. Således kan en argumentere for at målinger kombinert med antatte verdier kan gi rimelige resultater, men det er som tidligere nevnt vanskelig å konkludere med noe eksakt. En skal også være forsiktig med å trekke bastante konklusjoner kun på bakgrunn av målinger på ett enkelt bygg.

Anbefalinger for videre arbeid vil i all hovedsak være å implementere standarder for hvordan en går frem for å energimerke et bygg. Her tenkes det særlig på beregning av U-verdier. Dette er på bakgrunn av at forskjellige fremgangsmåter endte med til dels sprikende resultater, selv om hver enkelt metode er "godkjent" i henhold til NS 3031.

## 8. Kilder

- 1 <http://www.norskteknologi.no/downloadmedia.aspx?ItDsatG3lsMcqXluHE1An2PdmDbLqYLAZotj1KkjUVs%3D> (10.02.10)
- 2 <http://energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/Energimerkeskalaen/> (08.02.10)
- 3 S. 64 Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av energivurdering av tekniske anlegg Anne Cecilie L. Bondy (red) NVE
- 4 <http://www.tu.no/bygg/article231674.ece> (08.02.10)
- 5 Veiledning for næringsbyggrådgivere, Rapport fra Multiconsult (11.08.06)
- 6 s. 62 Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av energivurdering av tekniske anlegg Anne Cecilie L. Bondy (red) NVE
- 7 [http://www.ssb.no/emner/10/09/nos\\_byggjeareal/nos\\_d336/tab/tab-12.html](http://www.ssb.no/emner/10/09/nos_byggjeareal/nos_d336/tab/tab-12.html) (08.02.10)
- 8 S. 60 Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av energivurdering av tekniske anlegg Anne Cecilie L. Bondy (red) NVE
- 9 <http://www.be.no/beweb/regler/veil/gofveil03/03gofveil.html> (23.04.10)
- 10 <http://www.be.no/beweb/regler/veil/gofveil03/04gofveil.html> (23.04.10)
- 11 Spørrerunde under Energimerkingskonferansen i Bergen (18.03.10)
- 12 S. 32 Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av energivurdering av tekniske anlegg Anne Cecilie L. Bondy (red) NVE
- 13 Inndeling av standarder for bygningsenergidirektivet, Norsk Standard
- 14 [http://www.sadolin-albaek.dk/dk/download/160.2657/energimaerkning\\_de.pdf](http://www.sadolin-albaek.dk/dk/download/160.2657/energimaerkning_de.pdf) (15.02.2010)
- 15 Håndbog for energikonsulenter 2008 versjon 3, Energistyrelsen, (01.10.09)
- 16 <http://www.energitjenesten.dk/index.php?id=2080> (16.02.10)
- 17 <http://www.sek.dk/himmerl/Videom.htm#Bygninger> (16.02.10)
- 18 <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=122791> (16.02.10)
- 19 [http://www.energitjenesten.dk/files/resource\\_4/friske/Energirammen\\_fortaller\\_om\\_bygningens\\_energibehov.pdf](http://www.energitjenesten.dk/files/resource_4/friske/Energirammen_fortaller_om_bygningens_energibehov.pdf) (15.02.10)

- 20 <http://www.dongenergy.dk/ERHVERV/KLIMAMILJO/ENERGIRAADGIVNING/Pages/solcelleanlaeg.aspx> (17.02.10)
- 21 Brændeforbrug i Danmark, Anders Evald, Force Technology, september 2006
- 22 [http://www.energitjenesten.dk/files/resource\\_4/friske/Valg\\_af\\_brandekedel.pdf](http://www.energitjenesten.dk/files/resource_4/friske/Valg_af_brandekedel.pdf) (16.02.10)
- 23 NS 3031, 4.4, s. 15
- 24 [www.programbyggerne.no/SIMIEN](http://www.programbyggerne.no/SIMIEN)
- 25 Energimerking av næringsbygg, SINTEF-rapport, Tore Wigenstad, Tor Helge Dokka, Trine D. Pettersen, Lars Myhre (s.8-9)
- 26 <http://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/ems/infrared.html>
- 27 Bruksanvisning ThermoFlux-meter
- 28 Prosjekt MOBA, EFFEKT OG ENERGIBUDSJETT, Svein Inge Sævereide
- 29 Svein Inge Sævereide, SWECO
- 30 NS 3031 Pkt. 4.3.3 s. 13
- 31 NS 3031 Tabell B.3 s. 41
- 32 NS 3031 Tabell A.3 s. 37
- 33 Mail fra Åsta Lura Vaaland, SWECO
- 34 NS 3031 Tabell E.1 s. 50
- 35 Beregning av energibehov i bygninger s. 65
- 36 Olav Ekkje, SWECO
- 37 <http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Byggeforskrift-1969/6/4/> (16.04.10)
- 38 NS 3031 Tabell A.6 s. 38
- 39 NS 3031 Pkt. 6.1.1.1.4 s. 22
- 40 Telefonsamtale med Covent, (28.04.10)
- 41 Telefonsamtale med Lanne Elektriske verksted, (30.04.10)
- 42 NS 3031 Tabell B.1 s. 39
- 43 NS 3031 Tillegg H.3 s 59
- 44 Samtale med Bjørn Øyvind Bjørnsson SWECO, (28.04.10)
- 45 Samtale med Otto Pettersen, (28.04.10)
- 46 NS 3031 Tabell B.11 s. 46
- 47 NS 3031 Tabell A.2 s. 36
- 48 NS 3031 Tabell B.10 s. 46

- 49 Telefonsamtale med Lars Hallgren, Rogaland Fylkeskommune (12.05.10)
- 50 <http://www.rebygg.no/ecommin.htm> 08.04.2010
- 51 Veiledning for næringsbyggrådgivere, Multiconsult, 11.08.06 s. 24
- 52 <http://www.be.no/beweb/info/energikurs07/Energi-veilederkurs/Foredrag/02NyeEnergikrav.pdf> (30.04.10)
- 53 <http://www.viivilla.no/solenergi-fornuftig-sammen-med-andre-energikilder.aspx> (08.04.10)

DATASKJEMA FOR VIFTER - MOTORER.

Ordre nr.: \_\_\_\_\_ Plassering: Telen. rom tab.  
 Kunde: Eiendomsdrift Torsh. 15A Merket: 36.02 TV

data V I F T E anmerkninger

Fabrikat: <u>Coveit</u>		
Type: <u>CVAC 4 SP</u>		
Remskive: <u>SPZ 150-2.HLZ.355</u>		Taperlock <input checked="" type="checkbox"/> Fast <input type="checkbox"/> Variabel <input type="checkbox"/>
Aksel: <u>30 mm</u>	Boss <u>2012-30</u>	
Remmer: <u>2stk SPZ1400</u>		
Senteravst.: <u>485 mm</u>		

data M O T O R anmerkninger

Fabrikat: <u>ATB</u>		
Type: <u>A182M/2A-11</u>		
Remskive: <u>SPZ 125-2</u>		Taperlock <input checked="" type="checkbox"/> Fast <input type="checkbox"/> Variabel <input type="checkbox"/>
Effekt: <u>4 kW</u>	Boss <u>1610-28</u>  <u>400/230 V - 7,9/13,5 A</u> <u>Motor koblet på 400V</u>	
Turtall: <u>2870 o/min</u>		
Spenning: <u>380/420/220-240 volt</u>		
Merkestrøm: <u>8,3-14,5 amp.</u>		

M Å L I N G E R

	Kalkulert	Målt I	Målt II	Innstilt
Luftmengde	m <sup>3</sup> /h			m <sup>3</sup> /h
Amp. forbr. motor		amp.	amp.	
Motorvern innst.:				amp

Målinger utført av og dato: 30.07.96  
C/N.



STAVANGER  
 ØVRE STRANDGT. 107-  
 4000 STAVANGER  
 TELEFON (04) 53 45 36

DATASKJEMA FOR VIFTER - MOTORER.

Ordre nr.: \_\_\_\_\_ Plassering: Tekn. rom Sak  
 Kunde: Eirindomsdrift Torqv. 15A Merket: 36.02. PV

data: V I F T E anmerkninger

Fabrikat: <u>Covent</u>	
Type: <u>HLZ 355</u>	
Rensskive: <u>SPZ 150-2</u>	Taperlock <input checked="" type="checkbox"/> Fast <input type="checkbox"/> Variabel <input type="checkbox"/>
Aksel: <u>30 mm</u>	<u>2012-30</u>
Remmer: <u>2stk SPZ 1800</u>	
Senteravst.: <u>695 mm</u>	

data: M O T O R anmerkninger

Fabrikat: <u>ATB</u>	
Type: <u>A.112M/2A-11</u>	
Rensskive: <u>SPZ 112-2</u>	Taperlock <input checked="" type="checkbox"/> Fast <input type="checkbox"/> Variabel <input type="checkbox"/>
Effekt: <u>4 kW</u>	<u>Bass 1610-28</u>  <u>Motorer er koblet på 400V</u>
Turtall: <u>2870 o/min</u>	
Spennings: <u>400-230 volt</u>	
Merkestrøm: <u>7,9-13,5 amp.</u>	

M Å L I N G E R

	Kalkulert	Målt I	Målt II	Innstilt
Luftmengde:	<u>m<sup>3</sup>/h</u>			<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Amp. forbr. motor		<u>amp</u>	<u>amp</u>	
Motorvern innst.:				<u>amp</u>

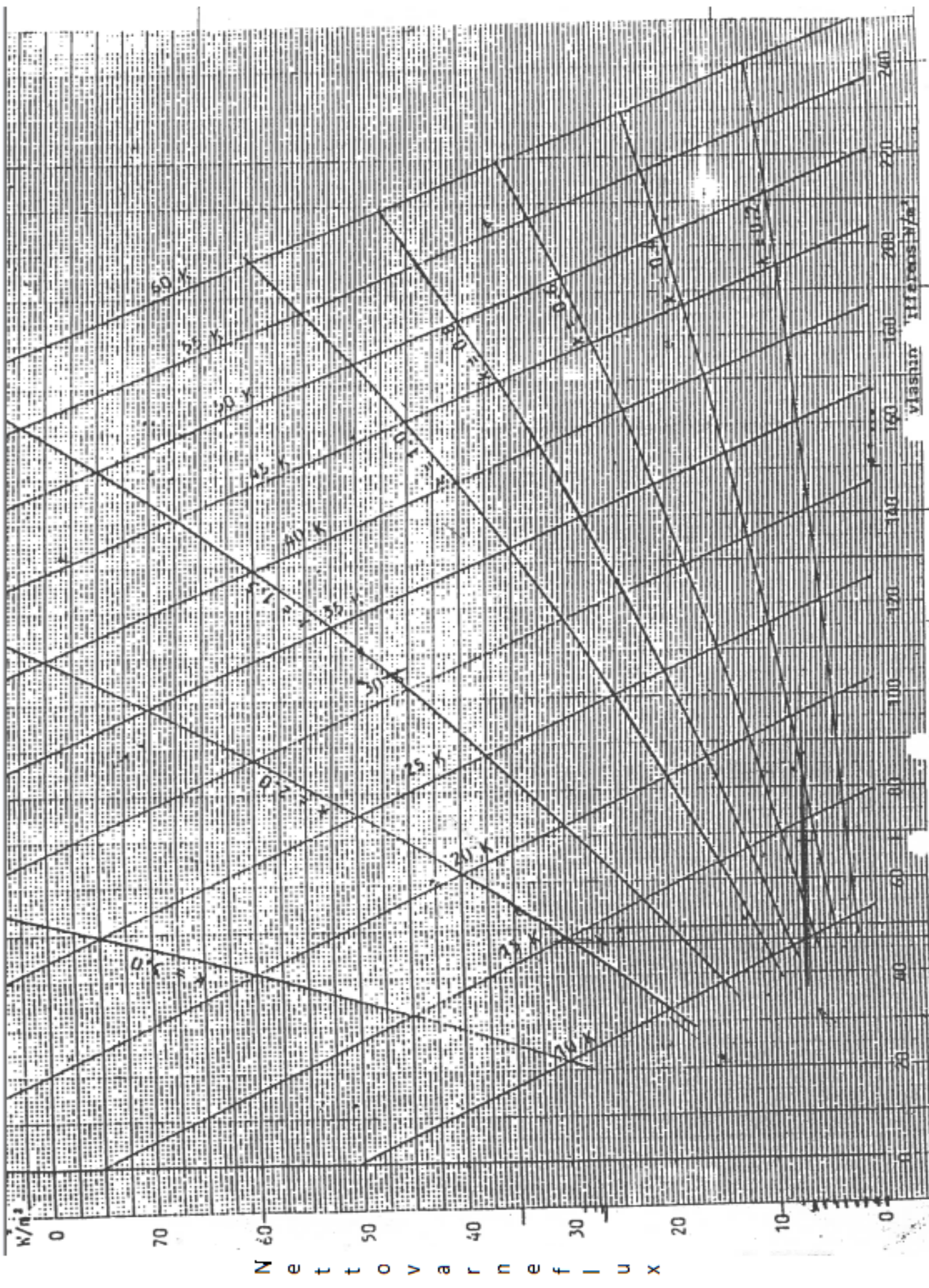
Målinger utført av og dato: 30.07.96

PN.



STAVANGER  
 ØVRE STRANDGT. 107 -  
 4000 STAVANGER  
 TELEFON (04) 53 45 35





Måledifferans

## Inndeling av standarder for bygningers energiytelse

Status per 2010-01-28

- NS – norsk standard
- EN – europeisk standard,
- prEN – forslag til europeisk standard
- ISO – internasjonal standard
- DIS – forslag til internasjonal standard

- Område 1: Beregning av primær energibehov i bygninger
- Område 2: Beregning av levert energi (kjøpt energi)
- Område 3: Beregning av netto energi for varme, ventilasjon, kjøling, varmtvann, lys etc.
- Område 4: Støttestandarder for beregning av energiytelse (klimadata, brukerdata, inneklimate, U-verdier etc.)
- Område 5: Måling og verifikasjon av energiytelse (bygningers tetthet, termografi, inspeksjon av varmeanlegg og ventilasjonsanlegg)

### **Område 1:** **Beregning av primær energibruk i bygninger**

NS 3031

Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data

NS-EN 15603

Bygningers energiytelse – Bestemmelse av total energibruk og energiytelse

### **Område 2:** **Beregning av levert energi (kjøpt energi)**

NS 3031

Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data

NS-EN 15603

Bygningers energiytelse – Bestemmelse av total energibruk og energiytelse

NS-EN 15217

Bygningers energiytelse – Metoder for å uttrykke energiytelse og for energisertifisering av bygninger

### **Varmesystemer**

NS-EN 15316

Varmesystemer i bygninger – Metode for beregning av systemets energikrav og systemvirkningsgrader

- Del 1: Generelt
- Del 2-1: Systemer for varmeavgivelse til romoppvarming
- Del 2-3: Systemer for fordeling av varme til romoppvarming
- Del 3-1: Varmtvannssystemer og varmtvannsbehov
- Del 3-2: Varmtvannssystemer, fordeling
- Del 3-3: Varmtvannssystemer, beredning
- Del 4-1: Systemer for varmeproduksjon til romoppvarming, forbrenningssystemer (kjeler)
- Del 4-2: Systemer for varmeproduksjon til oppvarming, varmepumpesystemer
- Del 4-3: Systemer for varmeproduksjon, termiske solvarmesystemer
- Del 4-4: Systemer for varmeproduksjon, bygningsintegrerte systemer for kogenerering
- Del 4-5: Systemer for varmeproduksjon, ytelsen og kvalitet ved fjernvarme og systemer med stort volum
- Del 4-6: Varmeproduksjonssystemer, fotoelektriske systemer
- Del 4-7: Systemer for varmeproduksjon til romoppvarming, forbrennings-systemer for biobrensel

NS-EN 15377

Varmesystemer i bygninger – Utforming av overflate- og vannbaserte varme- og kjølesystemer

- Del 1: Bestemmelse av dimensjonerende varmeavgivelse og kjølekapasitet
- Del 2: Utforming, dimensjonering og installasjon
- Del 3: Optimalisering for bruk av fornybare energikilder

### **Ventilasjonsystem**

NS-EN 15241

Ventilasjon i bygninger – Beregningsmetoder for energitap ved ventilasjon og infiltrasjon i yrkesbygg

NS-EN 15242

Ventilasjon i bygninger – Beregningsmetoder for bestemmelse av luftmengder i bygninger inkludert infiltrasjon

NS-EN 15243

Ventilasjon i bygninger – Beregning av romtemperaturer, effekt og energi til bygninger med romklimatiseringssystemer

### **El-installasjoner**

NS-EN 15193

Bygningers energiytelse – Energikrav i lysanlegg

NS-EN 15232

Bygningers energiytelse – Innvirkning ved bruk av bygningsautomasjon og bygningsadministrasjon

### **Område 3:**

**Beregning av netto energi for varme, ventilasjon, kjøling, varmtvann, lys etc.**

NS 3031

Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data

NS-EN ISO 13790

Bygningers energiytelse – Beregning av bygningers energibehov til oppvarming og kjøling

### **Valideringsstandarder**

NS-EN 15255

Bygningers termiske yteevne – Beregning av følbare kjøleeffekt – Generelle kriterier og valideringsprosedyrer

NS-EN 15265

Bygningers energiytelse – Beregning av bygningers energibehov til romoppvarming og kjøling ved bruk av dynamiske metoder – Generelle kriterier og valideringsprosedyrer

### **Område 4:**

**Støttestandarder for beregning av energiytelse (klimadata, brukerdata, inneklime, U-verdier etc.)**

NS 3940

Areal- og volumberegning av bygninger

NS-EN ISO 13789

Bygningers termiske egenskaper – Varmetransportskoeffisienter på grunn av varmegjennomgang og ventilasjon – Beregningsmetode

NS-EN ISO 13786

Bygningskomponenters termiske egenskaper – Dynamiske termiske egenskaper – Beregningsmetoder

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

NS-EN ISO 10456  
Byggematerialer og -produkter –  
Hygrotermiske egenskaper – Tabulerte  
dimensjonerende verdier og prosedyrer for  
bestemmelse av deklarete og praktiske  
termiske verdier

NS-EN ISO 13370  
Bygningers termiske egenskaper –  
Varmeoverføring via grunnen –  
Beregningsmetoder

NS-EN ISO 10077-1  
Termiske egenskaper til vinduer, dører og  
skodder – Beregning av  
varmegjennomgangskoeffisient – Del 1:  
Forenklet metode

NS-EN ISO 10077-2  
Termiske egenskaper til vinduer, dører og  
skodder – Beregning av  
varmegjennomgangskoeffisient – Del 2:  
Numerisk metode for karm og ramme

NS-EN ISO 10211  
Kuldebroer i bygningskonstruksjoner –  
Varmestrømmer og overflatetemperaturer –  
Detaljerte beregninger

NS-EN ISO 14683  
Kuldebroer i bygningskonstruksjoner –  
Lineær varmegjennomgangskoeffisient –  
Forenklete beregningsmetoder og  
normalverdier

## **Inneklima**

NS-EN 15242  
Ventilasjon i bygninger –  
Beregningsmetoder for bestemmelse av  
luftmengder i bygninger inkludert  
infiltrasjon

NS-EN 13779  
Ventilasjon i yrkesbygninger – Ytelseskrav  
for ventilasjons- og romklimatiserings-  
systemer

NS-EN ISO 13791  
Bygningers termiske egenskaper –  
Beregning av innvendige temperaturer om  
sommeren i rom uten mekanisk kjøling –  
Generelle kriterier og valideringsprosedyrer

NS-EN ISO 13792  
Bygningers termiske egenskaper –  
Beregning av innnetemperaturer om  
sommeren i rom uten mekanisk kjøling –  
Forenklete metoder

NS-EN 15251  
Inneklimaparametere for dimensjonering og  
vurdering av bygningers energiytelse  
inkludert inneluftkvalitet, temperatur,  
belysning og akustikk

## **Klimadata**

NS-EN ISO 15927  
Bygningers hygrotermiske egenskaper –  
Beregning og presentasjon av klimadata

- Del 1: Måneds- og årsmiddel av  
enkelstående meteorologiske  
elementer
- Del 2: Timesdata for dimensjonerende  
kjøleeffekt
- Del 4: Timesdata for fastsettelse av årlig  
energibehov til oppvarming og  
kjøling
- Del 5: Data for dimensjonerende  
effektbehov til romoppvarming
- Del 6: Akkumulerte temperaturdifferanser  
(graddager)

## Definisjoner og terminologi

NS-EN 12792

Ventilasjon i bygninger – Symboler, terminologi og grafiske symboler

NS-EN ISO 7345

Varmeisolering – Fysiske størrelser og definisjoner

NS-EN ISO 9251

Varmeisolering – Betingelser ved varmeoverføringsforhold og materialegenskaper – Terminologi

NS-EN ISO 9288

Varmeisolering – Varmeoverføring ved stråling – Fysiske størrelser og definisjoner

### **Område 5:**

### ***Måling og verifikasjon av energiytelse (bygningers tetthet, termografi, inspeksjon av varmeanlegg og ventilasjonsanlegg)***

NS-EN 12599

Ventilasjon i bygninger – Prøvningsprosedyrer og målemetoder for overtakelse av installerte ventilasjons- og luftkondisjoneringsanlegg

NS-EN 13187

Bygningers termiske egenskaper – Kvalitativ metode for å oppdage termiske uregelmessigheter i bygningers klimaskjerner – Infrarød metode

NS-EN 13829

Bygningers termiske egenskaper – Bestemmelse av bygningers luftlekkasje – Differansetrykkmetode

NS-EN 15239

Ventilasjon i bygninger – Bygningers energiytelse – Retningslinjer for inspeksjon av ventilasjonssystemer

NS-EN 15240

Ventilasjon i bygninger – Bygningers energiytelse – Retningslinjer for inspeksjon av luftbehandlingssystemer

NS-EN 15378

Varmesystemer i bygninger – Inspeksjon av kjeler og varmesystemer

## Hope, Eirik

---

**Fra:** Vaaland, Åsta Lura  
**Sendt:** 25. mars 2010 10:38  
**Til:** Hope, Eirik  
**Emne:** DM-#74146-v1-Inneklimasimulering\_Torgveien\_15a.DOC

Hei. her er det eg fant. var ikkje all verden. men kanskje du kan bruke noko av det

---



## Notat

**Til:** Eiendomsdrift AS  
**Fra:** Opticonsult  
**Kopi til:**  
**Dato:** 07.03.2008  
**Prosjekt :** Torgveien 15a  
**Prosjekt nr :**  
**Emne:** Inneklimasimulering

---

### Resultat inneklimasimulering Torgveien 15 a

**Det er gjort simulering av østvendt og vestvendt kontor som bygget, med nye vindu og med nye vindu + utvendig solavskjerming. De nye vinduene som er lagt til grunn, er henta fra tilbud fra Finn's glass AS datert 15/02-08.**

#### Resultat:

Østvendt kontor	Som bygget	nye vindu	nye vindu + utv. Solavskjerming
Max operativ innetemperatur i arbeidstid juli	29,3 (10:00)	25 (10:30)	22,7 (17:00)
Max operativ innetemperatur april	27,1 (10:30)	24,8 (10:45)	22,9 (17:00)
Antall arbeidstimer med t>26°C	189	0	0

Vestvendt kontor	Som bygget	nye vindu	nye vindu + utv. Solavskjerming
Max operativ innetemperatur i arbeidstid juli	30,7 (17:00)	26,2 (17:00)	23,2 (17:00)
Max operativ innetemperatur april	28,8 (17:00)	25,8 (17:00)	23,6 (17:00)
Antall arbeidstimer med t>26°C	58	4	0

Ser at bygget slik det fremstår i dag bryter med krav i TEK2007 om max 50 arbeidstimer årlig med t>26°C både på øst- og vestfasade. Den bryter dermed også Arbeidstilsynets krav om max 2 arbeidsuker i året med temperaturer over 26°C. Maksimal operativ innetemperatur i arbeidstid på 29-30°C stemmer godt overens med faktisk operativ temperatur målt i østvendt kontor i 2006.

Med nye vinduer reduseres maksimal operativ temperatuur , og vi vil sannsynligvis ikke få temperaturer over 26°C i det hele tatt ved dimensjonerende utetemperatur på østfasade. På vestfasaden kan temperaturen ventes å overstige 26°C kun få timer i året.

### **Forutsetninger**

De nye vinduene har en U-verdi på 1,1 w/m<sup>2</sup>K, og en total solfaktor på 0,25. Til sammenligning er de gamle vinduene antatt U-verdi 2,0, med en solfaktor på mellom 0,5 og 0,6. Lyse innvendige gardiner er tatt med i alle beregningene.

Resultatene vil sannsynligvis avvike noe fra virkeligheten da beregningen er basert på estimerte verdier for bygningsmessige konstruksjoner, og prosjekterte verdier for luftmengder og driftstrategi aggregat. Det er ikke tatt hensyn til sammenblanding av luft som følge av temperaturforskjeller på de to fasadene. Det er lagt til grunn døgndrift av aggregat i varme perioder.

### **Anbefaling**

Utfra opplysningene ovenfor anbefales utskifting av vinduer. Nye vinduer vil sammen med gardiner være tilstrekkelig for å overholde arbeidstilsynets krav.