

Silje Stavnås Markhus og Alida Johanne Domaas

En effektiv energimerkeordning

Vurdering av forslag til ny energimerkeordning
for bygninger

Bacheloroppgave i Ingeniør Fornybar Energi

Veileder: Håvard Karoliussen / Alejandro Oyarce Barnett

Mai 2020

Silje Stavnås Markhus og Alida Johanne Domaas

En effektiv energimerkeordning

Vurdering av forslag til ny energimerkeordning for bygninger

Bacheloroppgave i Ingeniør Fornybar Energi
Veileder: Håvard Karoliussen / Alejandro Oyarce Barnett
Mai 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for energi- og prosessteknikk



Kunnskap for en bedre verden



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for energi- og prosesssteknikk

Bacheloroppgave

Oppgavens tittel: En effektiv energimerkeordning - Vurdering av forslag til ny energimerkeordning for bygninger Project title: A powerful energy-labelling scheme - Assessment of suggestion for a new energy-labelling scheme	Innleveringsdato: 22. mai 2020
	Antall sider/vedlegg 70/7
	Tilgjengelighet: Åpen
Gruppedeltakere: Alida Johanne Domaas e-post: alida.johanne98@gmail.com Silje Stavnås Markhus e-post: silje.sm@ntebb.no	Veiledere: Håvard Karoliussen e-post: havard.karoliussen@ntnu.no Alejandro Oyarce Barnett e-post: alejandrooyarce.barnett@sintef.no
Studieretning: Ingeniør fornybar energi	Prosjektnummer: TFNE3001-2003
Oppdragsgiver: Enova SF	Kontaktperson hos oppdragsgiver: Tor Brekke e-post: tor.brekke@enova.no

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet av studentene, Silje Stavnås Markhus og Alida Johanne Domaas, ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet (NTNU), Trondheim. Oppgaven er en del av den tre-årige bachelorutdanningen Ingeniørfag fornybar energi ved fakultet for ingeniørvitenskap. Oppgaven utgjør studiets avsluttende 20 studiepoeng.

Bacheloroppgaven er utarbeidet i samarbeid med oppdragsgiver Enova. Den har som hensikt å belyse og vurdere endringer som foreligger i forprosjektet til utarbeidelse av ny energimerkeordning som, etter planen, skal innføres i 2021.

Gruppen ønsker å takke veileder Håvard Karoliussen ved NTNU for oppfølging og tilbakemeldinger gjennom prosessen. Samtidig rettes det en takk til Alejandro Oyarce Barnett som på kort varsel gikk inn som veileder i innspurten av oppgaven. Det rettes også en takk til ekstern veileder Tor Brekke, seniorrådgiver ved Enova som har bidratt til utforming av oppgaven, nødvendig informasjon og hjelp gjennom prosjektperioden. Gjennom prosjektperioden har det blitt kontaktet forskjellige aktører for informasjon og hjelp til beregninger. Det rettes derfor en takk til NTNU Eiendom ved Christian Solli som har bidratt til nødvendig informasjon om bygninger brukt i denne oppgaven, og til Birgitte Ramm i Multiconsult som har vært behjelpelig med beregningene foretatt i oppgaven.

Trondheim, 22.05.2020

Silje S. Markhus

Alida Johanne Domaas

Silje Stavnås Markhus

Alida Johanne Domaas

Sammendrag

Enova la i 2019 ut et forprosjekt der det ble presentert et forslag til videreutvikling av energimerkeordningen. Dette forprosjektet ble lagt ut for høring og har svarfrist i mai 2020. Denne oppgaven ser på hvilke endringer av energimerkingen som er gjort i forprosjektet og konsekvensene av disse. Hensikten med oppgaven er å belyse de viktigste endringene, og hvordan disse vil slå ut i forhold til dagens ordning. I tillegg er det sett på hvilke hensyn det bør legges vekt på når vektingsfaktor mellom energi og effekt skal bestemmes.

Opgaven er oppbygd av en teoridel, der energiforbruk i bygg i Norge er presentert og hvordan kraftnettet er oppbygd. Videre på teoridelen følger forklaringer av ordningene og generell informasjon om energikilder, samt en forklaring av hvordan energiberegningsprogrammet Simien fungerer. Til slutt er det gjennomført en casestudie av to bygg for å vurdere eksisterende og ny ordning.

Dagens energimerkeordning baserer seg på en todelt skala, bestående av en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren viser til byggets teoretiske energiforbruk etter byggeteknisk standard, og har en skala fra A-G. Oppvarmingskarakteren baserer seg på fornybarandel av energikilden til bygget, der olje og elektrisitet blir betegnet som ikke-fornybare energikilder. Skalen til oppvarmingskarakteren går fra grønn til rød.

Forslag til ny energimerkeordning baserer seg på en samlet skala der energibehov og effektbruk er vektlagt. Energibehovet bergnes på lik linje med dagens energimerke, men baserer seg på nyere standardverdier etter NS3031. Det beregnede energibehovet vil gi en poengsum fra 0-100 etter en gitt poengskala for ulike bygningskategorier. Effektbehovet beregnes med utgangspunkt i den timen det er høyest belastning på kraftnettet, dette skjer ved dynamisk timesberegning av energi beregnet etter NS3031. Dette blir beregnet over tre vinterdøgn ved dimensjonerende utetemperatur. Effektbehovet gir på lik linje med energibehovet en poengsum fastsatt av en poengskala for en gitt bygningskategori. Energimerket fastsettes av en vekta sum bestående av energi- og effektpoeng. Vektingsforholdet er ikke gitt i forprosjektet og skal fastsettes av Olje- og energidepartementet.

Det er i denne oppgaven gjennomført en casestudie av Geologibygget på Gløshaugen og Dragvoll Idrettssenter . Det er i denne casestudien gjennomført energimerking ved bruk av eksisterende og forslag til ny ordning. Resultatene fra casestudien viser at Geologibygget, som hovedsaklig har elektrisitet som energikilde, oppnår samme karakter for ny og eksisterende ordning, uavhengig av vektingsforhold mellom energi og effekt. Dragvoll Idrettssenter oppnår derimot en bedre karakter med forslag til ny energimerkeordning. Mye av grunnen til dette er at bygget benytter fjernvarme som energikilde og dermed får god uttelling på effektpoeng.

I denne oppgaven er det kommet frem til at innføring av forslag til ny energimerkeordning vil medføre at bygg som benytter seg av andre energikilder som ikke belaster kraftnettet vil få et bedre energimerke. Dette er særlig positivt for yrkesbygg da mange av disse benytter seg av fjernvarme eller varmepumper som benytter seg av for eksempel jordvarme.

Selv om det ikke er fastsatt et vektignsforhold mellom energi- og effektpoeng henviser oppgaven til ulike hensyn som bør vektlegges. Det vises blant annet til at flere lover og forskrifter, slik som byggteknisk forskrift, allerede vektlegger energibruk. Det kan derfor være positivt at energimerkeordningen vektlegger effekt. Samtidig kan en vedleggelse av effekt føre til et mindre behov for utbygging av kraftnettet som følge av økt interesse til å benytte andre energikilder enn elektrisitet.

Summary in English

In 2019, Enova published a preliminary project, which presented a proposal for further development of the energy-labelling scheme. This preliminary project went out on hearing, with the deadline being May 2020. The purpose of the assignment is to shed light on the suggested changes and compare these in relation to the current scheme. In addition, it focuses on what considerations should be given when determining the weighting factor between energy and power.

The thesis bases itself on a theoretical part, where energy consumption in Norwegian buildings is presented, as well as how the power grid is structured. Furthermore, the theoretical part explains the current and proposed schemes, along with general information about energy sources, as well as an explanation of how the energy calculation program Simien works. Finally, a case study of two buildings is presented to evaluate and compare the current and the proposed scheme.

The current energy-labelling scheme bases itself on a two-part scale, consisting of an energy grade and a heating grade. The energy grade refers to the building's theoretical energy consumption based on construction engineering standards, and has a scale from A to G. The heating grade on the other hand, is based on the share of renewable energy used in the building, where oil and electricity are designated as non-renewable energy sources. The scale of the heating grade goes from green to red.

The proposal for a new energy-labelling scheme is based on an overall scale where both energy consumption and power requirement are considered. The energy consumption is calculated in line with the current energy label, but includes newer standard values after NS3031. The calculated energy consumption will give a score from 0-100, according to a given point scale for different building categories. The power requirements is calculated based on the clock hour of the highest load on the grid, by dynamic hourly calculations of energy according to NS3031. Furthermore, the calculations are made over three winter days at determined outdoor temperatures. The power requirement, in line with the energy demand, gives a score determined by a point scale for a given building category. Finally, the overall energy label is determined by a weighted sum consisting of energy and power points. The weighting ratio is not presented in the preliminary project and will be determined by the Ministry of Petroleum and Energy at a later date.

In this thesis, a case study of the Geology building at Gløshaugen and the Sports Center at Dragvoll has been conducted. Energy-labelling has been done using the current and the proposed new scheme. The results from the case study show that buildings who use alternatives to energy, not using the power grid, get a better score than the ones who do. Therefore, the thesis concludes that the introduction of the proposed new energy-labelling scheme will result in buildings that use other energy sources that do not burden the power grid will have a better energy label. This is particularly positive for commercial buildings, as many of them use district heating or heat pumps utilising for example geothermal heat.

Although a weighting ratio between energy and power has not yet been established, the thesis carries out a sensitive analysis of weighting ratio. The thesis also refers to various considerations that should be emphasized. Among other things, it is pointed out that several laws and regulations, such as building regulations, already emphasize energy use. It may therefore be positive that the new energy-labelling scheme emphasizes power. At the same time, an emphasis on the power will lead to reduced need for development of the power grid, because of increased interest to use other energy sources other than electricity.

Begrepsliste

Ord	Definisjon
Beregnet effekt ved DUT_V	Verdi for energibehov per time (KWh/h) for en valgt time, hentet fra dynamisk timesberegning av energi beregnet etter SN/TS3031.
Beregnet levert energi	Summen av energi levert over bygningens systemgrenser for å dekke bygningens samlede energibehov inkludert systemtap som ikke gjenvinnes.
Beregnet netto energibehov	Bygningens behov for energi til oppvarming, varmtvann, kjøling, lys og teknisk utstyr, uten hensyn til energisystemets virkningsgrad eller tap i energikjeden.
BRA	Bruksareal, Brutto areal minus areal som opptas av yttervegger, måles i m^2
Dimensjonerende utetemperatur (DUT _V)	Laveste middeltemperatur over 3 døgn for en gitt periode for geografisk området. Oftest brukes den offisielle normalperioden 1961-1990, men det finnes også andre normalperioder
Dynamisk metode	Energiberegning på minimum timesnivå. Dynamisk metode benyttes i dag i eksterne beregningsprogrammer som SIMIEN
Effektpoeng	Score mellom 0 og 100 etter resultat for beregnet maksimal elektrisk effektbehov ved høy belastning og DUT _V
Energiforsyning	Leveranse av energivarer fra leverandør til sluttforbruker
Energiintensitet	Energibruk per produsert enhet
Energimerkeforskrift	Vedtak for rettigheter og/eller plikter som omfatter energimerket
Energipoeng	Poengscore mellom 0 og 100 satt etter resultat for beregnet levert energi
Energitilstand	Alle forhold som påvirker bygningens behov for energi til varme, kjøling, ventilasjon, varmtvann og lys

Ord	Definisjon
Forsyningssikkerhet	Kraftnettets evne til å dekke energibehovet
Grunnlast	Minste forbruk av kraft som må ligge til grunn og produseres konstant
Kjølefaktor	Kjølelytelsen til kjøleanlegget delt på elektrisitetsforbruket til kjøleanlegget
Konsesjonsområde	Geografisk område der et energiselskap er gitt tillatelse til å bygge og drifte infrastruktur for levert energi
Kuldebro	Et avgrenset område i bygningskonstruksjonen der isolasjonen er vesentlig dårligere enn ellers
Masket nett	I nettstruktursammenheng: Et anlegg med flere tilførselsmuligheter
Målt effekt	Faktisk effektuttak på et gitt tidspunkt. Målt effekt skal ikke oppgis eller benyttes i energimerkeordningen, da ordningen skal være uavhengig av bruk
Målt energi	Faktisk brukt energi, som er målt og oppgitt av den som registrerte energiattesten
NS3031	Norsk standard for beregning av energibruk i bygninger
Radial forbindelse	Enkeltstående linjer som kobles til ett punkt i nettet
Sentralvarmeanlegg	Vannbårent oppvarmingssystem i bygg med en eller flere kjeler basert på diverse energikilder.
Spisslast	Maksimalt effektbehov til en hver tid, som dekker effektbehovet der grunnlasten ikke er tilstrekkelig
TEK49/69/10/17	Byggetekniske forskrifter fra henholdsvis 1949,1969,2010 og 2017
TNS	Norges største markedsanalysebyrå
ZEB	Zero emission buildings

Figurliste

Nr.

1	Energibruk i tjenesteytende næringer 1990 - 2040. Estimerte verdier for 2030 og 2040.[5]	4
2	Energibruk i husholdninger 1990 - 2040. Estimerte verdier for 2030 og 2040.[5]	4
3	Oppbygning /distribusjon og Sentralnett/transmisjon [10]	7
4	Dagens energimerke [17]	9
5	Oppvarmingskarakterskala [22]	11
6	Kombinasjoner av energikilder framvist på oppvarmingskarakterskalaen [25]	12
7	Utbredelse av dagens energimerkeordning for boliger [4]	12
8	Fordeling av energikarakterer for boliger med energimerking [4]	13
9	Utbredelse av dagens energimerkeordning for yrkesbygg [4]	13
10	Forslag til tre ulike variasjoner til nytt energimerke [4]	15
11	Eksempel på skala for energi- og effektpoeng for småhus (Multiconsult) [4]	17
12	Luft-luft varmpumpe som brukes om vinteren til å dekke et varmebehov.[38]	19
13	Solceller på tak, enkelt forklart [45]	21
14	Illustrert forside av dagen energiattest, hentet fra NTNU Eiendom [17]	23
15	Illustrert forside av ny energiattest tilpasset yrkesbygg [4]	25
16	Valg av klimasted i SIMIEN [57]	27
17	Soneinndeling i SIMIEN [57]	29
18	Himmelretning/horisont i SIMIEN [57]	30
19	Dimensjonering av vindu i SIMIEN [57]	31
20	Inndata for yttertak: Rutenett for horisont [57]	32
21	Interlaster i SIMIEN [57]	33
22	Oppvarmingsanlegg i SIMIEN [57]	34
23	Kjøleanlegg i SIMIEN [57]	35
24	Implementering av himling: Valg av temperaturforhold [57]	36
25	Implementering av himling: Valg av konstruksjonsmateriale [57]	36
26	Dragvoll Idrettssenter oversiktsbildet 1. etasje [66]	37
27	Dragvoll Idrettssenter oversiktsbildet 4. etasje [66]	37
28	Gjennomsnittlig energibruk i løpet av en dag for Dragvoll Idrettssenter [67]	38
29	Snittegning av Geologibygget. Steintårnet til høyre. Tegning fra NTNU Eiendom.[69]	39
30	Gjennomsnittlig energibruk i løpet av en dag for Geologibygget på Gløshaugen [70]	40
31	Soneinndelinger for Dragvoll Idrettssenter [57]	43
32	Ventilasjonsanlegg for Idrettshallen implementert i SIMIEN	44
33	Vegg fra Geologibygget mot Steintårnet. Lagt inn som skillevegg i SIMIEN [57]	47
34	Energimerke for Dragvoll Idrettssenter	50
35	Energimerket for Geologibygget	51
36	Poengskala energibruk for idrettsbygg, der poengsum for Dragvoll Idrettssenter er markert	51
37	Effektpoeng for idrettsbygg, der poengsum for Dragvoll Idrettssenter er markert	52
38	Oppnådd energimerke for Dragvoll Idrettssenter etter ny energimerkeordning gitt vektlegging 50/50	53
39	Poengskala for kontorbygg, der poengsum for Geologibygget er markert	53
40	Effektpoeng for kontorbygg, der poengsum for Geologibygget på Gløshaugen er markert	54
41	Oppnådd energimerke for Geologibygget på Gløshaugen etter ny energimerkeordning	55
42	Energipoengskala for kontorbygg [4]	II
43	Energipoengskala for idrettsbygg [4]	II
44	Effektpoengskala for kontorbygg [4]	II
45	Effektpoengskala for idrettsbygg [4]	II

Tabelliste

Nr.

1	Skjematisk bilde av ulike energikulturer [6]	5
2	Energikarakterskalaen, der øvre grense for karakter C er basert på nivå for TEK10[19]	10
3	Dekningsgrad for oppvarming og tappevann ved bruk av ulike oppvarmingssystem [24]	11
4	Veiledende gjennomsnittlig kjølefaktor per år for kjølesystemer fra vedlegg B i NS3031 [58]	28
5	Inndata for konstruksjonen, Dragvoll Idrettssenter [65]	41
6	Inndata for oppvarming, kjøling og ventilasjon, Dragvoll Idrettssenter [65]	42
7	Inndata for driftstid for ulike anlegg og internlaster, Dragvoll Idrettssenter [65]	42
8	Inndata for konstruksjonen, Geologibygget [64]	45
9	Inndata for oppvarming, kjøling og ventilasjon, Geologibygget [64]	45
10	Inndata for driftstid for ulike anlegg og internlaster, Geologibygget [64]	46
11	Poengsum oppnådd etter ny energimerkeordning for Dragvoll Idrettssenter med tilhørende bokstavkarakter	52
12	Poengsum oppnådd etter ny energimerkeordning for Geologibygget med tilhørende bokstavkarakter	54
13	Internlaster hentet fra SN/TS3031: 2016 og Multiconsult	I
14	Beregninger: Netto effekt for Geologibygget	III
15	Virkningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [64]	III
16	Dekningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder[64]	III
17	Beregninger: Levert effekt for Geologibygget	IV
18	Beregninger:Netto effekt for Idrettssenterett	V
19	Virkningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [65]	V
20	Dekningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [65]	V
21	Beregninger: Levert effekt for Idrettssenteret	VI
22	Skala for kontorbygg	VII
23	Skala for idrettsbygg	VII

Innhold

Forord	i
Sammendrag	ii
Summary in English	iii
Begrepsliste	v
Figurliste	vi
Tabelliste	vii
1 Innledning	1
1.1 Roller energimerkeordningen	2
1.2 Problemstilling	2
1.3 Avgrensninger	2
2 Energibruk i boliger og yrkesbygg	3
2.1 Byggeteknisk forskrift (TEK)	3
2.2 Yrkesbygg og tjenesteytende næringer	3
2.3 Energibruk i boliger	4
2.4 Energikultur	5
2.4.1 Energikultur i private husholdninger	5
2.4.2 Energikultur i yrkesbygg	6
3 Kraftnettets kapasitet	7
3.1 Kraftnettets oppbygning	7
3.2 Belastinger på kraftnettet	8
4 Dagens energimerkeordning	9
4.1 Energikarakter	10
4.2 Oppvarmingskarakter	11
4.3 Utbredelse av dagens energimerkeordning	12
4.4 utfordringer med eksisterende energimerkeordning	14
5 Ny energimerkeordning	15
5.1 Beregningsmodell	16
5.1.1 Vektingsforhold mellom energi og effekt, <i>a</i>	16
5.1.2 Standarder	16
5.1.3 Poengskala	17
6 Energikilder	18
6.1 Elektrisitet	18
6.2 Fjernvarme	18
6.3 Varmepumpe	19
6.4 Olje	20
6.5 Sol	20
6.6 Biobrensel	21

7	Videreutvikling av energiattest	22
7.1	Eksisterende energiattest	22
7.2	Ny modell	24
7.2.1	Elementer i ny energiattest	24
8	SIMIEN	26
8.1	Inndata	27
8.1.1	Klimasted	27
8.1.2	Energiforsyning	27
8.1.3	Oppdeling i soner	29
8.1.4	Fasader: nord, øst, sør og vest	30
8.1.5	Yttertak	31
8.1.6	Ventilasjon	32
8.1.7	Internlaste	33
8.1.8	Varmeanlegg	34
8.1.9	Kjøleanlegg	35
8.1.10	Øvrige elementer	36
9	Casestudie av Geologibygget og Dragvoll Idrettssenter	37
9.1	Dragvoll Idrettssenter	37
9.1.1	Energibruk	38
9.2	Geologibygget	39
9.2.1	Energibruk	40
10	Casestudie: Gjennomføring av energimerking	41
10.1	Energimerking med eksisterende metode	41
10.1.1	Dragvoll Idrettssenter	41
10.1.2	Geologibygget	45
10.2	Energimerking ved bruk av ny ordning	48
10.2.1	Generell metode	48
10.2.2	Dragvoll Idrettssenter	49
10.2.3	Geologibygget	49
11	Casestudie: Resultater	50
11.1	Resultater: Eksisterende ordning	50
11.2	Resultater Dragvoll Idrettssenter etter ny ordning	51
11.3	Resultater energimerking av Geologibygget etter ny ordning	53
12	Diskusjon	56
12.1	Usikkerheter i resultater	56
12.1.1	Vektningsfaktor	56
12.1.2	Karakterskala	56
12.1.3	Effekt	57
12.1.4	Inndata fra NTNU Eiendom	57
12.1.5	Ekstrapoeng	57
12.2	Energimerket Dragvoll Idrettssenter	58
12.2.1	Sammenligning av energimerkene	58
12.2.2	Eventuelle forbedringer av energimerket	59
12.3	Energimerket Geologibygget på Gløshaugen	59
12.3.1	Sammenligning av energimerkene	59
12.3.2	Eventuelle forbedringer av energimerket	59
12.4	Vurdering av ny energimerkeordning	60

12.4.1	Karakterskalaen	60
12.4.2	Poengskalaene	61
12.4.3	Energiattesten	61
12.4.4	Påvirkning av husholdninger	61
12.4.5	Påvirkning av yrkesbygg	62
12.5	Vektingsforhold	63
12.6	Forskjell på faktisk bruk og estimert bruk	64
13	Konklusjon	66
	Referanser	70
A	Vedlegg	I
A.1	Verdier for internlast [W/m ²] hentet fra SN/TS3031:2016	I
A.2	Poengskala	II
A.3	Effektberegninger: Geologibygget	III
A.4	Effektberegninger for Dragvoll Idrettssenter	V
A.5	Skala for ny ordning	VII

1 Innledning

Bygg utgjør omlag 40 prosent av energibruken i Norge. Utviklingen av energibruk i bygg er derfor en viktig del av det norske energisystemet. Reguleringer, merkeordninger og informasjon til forbrukere er noen virkemidler som kan sikre effektiv bruk av energi i bygninger og som kan bidra til å redusere klimagassutslipp.[1]

I 2002 ble Europaparlaments- og rådsdirektiv 2002/91/EF om energibruken til bygninger (byggningsdirektivet) vedtatt i Europarådet. Direktivet ble gjort gjeldene fra januar 2003, med frist for innlemmelse for medlemstatene i EU innen januar 2006. I 2004 avgjorde EØS-kommisjonen at direktivet skulle innlemmes i EØS-avtalen. Noe som betydde at Norge også ble omfattet av direktivet. [2]

Direktivet omhandler fire hovedelementer:

- Felles metode for utregning av energibruken til bygninger.
- Definere nasjonale energikrav for nye bygg og bygninger som blir renoveret, med visse unntak.
- Innføring av energisertifikat for nye og eksisterende bygg som viser hvor energieffektive bygget er. Energisertifikatet skal også inneholde tiltak for bedre effektivitet.
- Innføring av regelmessige inspeksjoner av klimaanlegg og fyringsanlegg med tanke på energibruk.[2]

Med bakgrunn i dette trådte energimerkeforskriften i kraft 1.januar 2010 og er hjemlet i Energiloven. [1]

Formålet med ordningen er «å sikre informasjon til markedet om boliger, bygningers og tekniske anleggs energitilstand og mulighetene for forbedring, for derigjennom å skape større interesse for konkrete energieffektiviseringstiltak, konkrete tiltak for omlegging til fornybare energikilder, og gi en riktigere verdsetting av boliger og bygninger når disse selges eller leies ut». [3]

Energimerking er obligatorisk for nybygg og for alle som skal selge eller leie ut boliger eller yrkesbygg. Yrkesbygg over 1000 kvadratmeter skal alltid ha gyldig energiattest. Energiattesten består blant annet av et energimerke som viser bygningens energistandard. Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter.

I dag er mellom 20% og 30% av småhusene i Norge energimerket. Nærmere 60% av leilighetene i Norge er energimerket. Mye av grunnen til dette er at det er hyppigere salg og eierskifte av disse enn småhus. Når det kommer til yrkesbygg er det en langt lavere andel som er energimerket. Det finnes per i dag ikke en oversikt over hvor mange yrkesbygg som er over 1000 kvadratmeter og må energimerkes. Det er derfor vanskelig å anslå hvor stor andel som er energimerket av den totale bygningsmassen. [4]

ENOVA har på oppdrag fra Olje- og energidepartementet analysert hvordan ordningen har fungert. Det har blant annet blitt gjennomført brukerundersøkelser som viser hvordan energimerkeordningen har fungert. Fra disse kommer det frem at energimerkeordningen i liten grad bidrar til å sikre informasjon til markedet om boliger, bygningers og tekniske anleggs energistandard og mulighetene for forbedring. [4]

Fra 01.01.2020 ble det forbud mot fyring med fossil olje til oppvarming. Dette gjør at dagens oppvarmingskarakter er lite relevant da den bestemmes av andelen av det totale oppvarmingsbehovet som dekkes av strøm og/eller fossile energivarer. Samtidig sier ikke dagens energimerke noe om effektbelastning i kraftnettet. Dette har i den siste tiden blitt et mer ettertraktet tema på den politiske dagsorden som følge av større effektforbruk ved at samfunnet stadig blir mer elektrifisert.

Med bakgrunn i dette og oppdraget fra departementet om å vurdere energimerkeordningen ble det i 2019 fremlagt et forprosjekt som belyser hvordan ordningen kan videreutvikles. Forprosjektet bygger på ulike innspill og analyser fra ulike aktører om hvordan ordningen kan forbedres. Dette forprosjektet er sendt på høring med frist for svar 13.05.2020. [4]

1.1 Roller energimerkeordningen

NVE, ENOVA og Olje- og Energi departementet er alle involverte i energimerkeordningen på ulike plan. ENOVA overtok drift og utvikling av ordningen fra NVE i 2016, og har dermed ansvar for å administrere energimerkesystemet og sørge for at alt foregår innenfor rammene som er satt for forskriften om energimerking av bygninger. NVE har på sin side tilsynsmyndighet, som vil si at de har mulighet til å gå på befaring til bygg og se om alt stemmer i henhold til forskriften, og gi ut bøter om det forekommer avvik. Olje- og energidepartementet har myndighet over ordningen. Dette innebærer at det er de som har lovgivende makt til å gjøre endringer av forskriften. Derfor må forslag til endring av energimerkeordningen godkjennes av departementet før tiltak kan trå i kraft. [3]

1.2 Problemstilling

Bacheloroppgaven ser på konsekvensen av ENOVAs forslag til ny energimerkeordning. Det er foreslått at den nye ordningen skal vektlegge energibruk og effektbelastning på kraftnettet. Dette forslaget skal sendes inn til Olje- og energidepartementet for vurdering. Målet med endringen er at energimerkeordningen skal være tillitsgivende, relevant og lett å forstå for målgruppen.

Ut ifra dette er følgende problemstilling utarbeidet:

- ENOVA har foreslått å innføre ny energimerkeordning fra 2021. Hva er de viktigste endringene, og hvordan vil den foreslåtte ordningen slå ut i forhold til dagens ordning?
- Hvilke hensyn bør det legges vekt på når vektingsfaktoren mellom energi og effekt skal bestemmes?

1.3 Avgrensninger

I ENOVA sitt forslag til ny energimerkeordning er flere modeller vurdert. I denne bacheloroppgaven vil det bare være ENOVAs anbefaling i forprosjektet som blir vurdert.

2 Energibruk i boliger og yrkesbygg

I industrialiserte samfunn står bygninger (boliger og yrkesbygg) for 30 – 40 prosent av det totale energiforbruket. Norge er i verdenstoppen på bruk av energi i bygg, med nesten 40 prosent. Det betyr at reduksjon i denne sektoren er av vesentlig betydning. Til tross for mengden teknologi som finnes på markedet og satsningen på ENØK-tiltak de siste årene har energimengden fortsatt å øke. Dette kapitlet danner grunnlag for å vurdere energimerkeordningen med bakgrunn i ulike utfordringer og muligheter knyttet til energibruk i bygg.[5, 6]

2.1 Byggeteknisk forskrift (TEK)

De første byggeforskriftene kom allerede i 1928. Opp gjennom årene har forskriftene endret seg og blitt stadig mer detaljert. Formålet med byggeteknisk forskrift er at “Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi”. [7] Dette betyr at den regulerer blant annet minstekrav til kvalitet ved oppføring av nye bygg. Her settes blant annet krav til isolasjonsevne i vegger, gulv, tak og vinduer samt krav til tetthet i bygg. Byggeteknisk forskrift sier også noe om hva som er tilstrekkelig for et ventilasjonsanlegg med hensyn til energi, helse og bruk av bygget. Alt dette innvirker på byggenes energiforbruk. Kravene blir stadig strammere inn, sist i 2017. [6, 7]

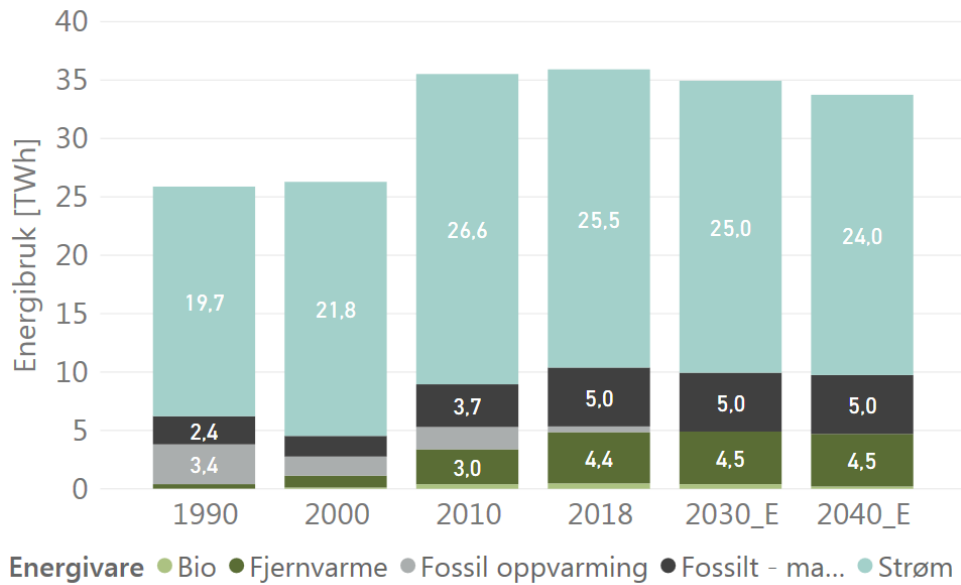
TEK er av stor betydning for energibruken i nye bygg, og innstrammingene har ført til at nye bygg bruker stadig mindre energi. Erfaringer har imidlertid vist at i forhold til yrkesbygg har byggeteknisk forskrift heller fungert som maksimumskrav heller enn minimumskrav. Det er bare unntaksvis at yrkesbygg blir bygd med bedre energitilstand. [6]

2.2 Yrkesbygg og tjenesteytende næringer

Samlet energibruk i norske yrkesbygg har de siste årene ligget rundt 36 TWh i året med tilnærmet normale utetemperaturer, og står for rundt 15% av innenlands energibruk. Samtidig viser det seg at yrkesbygg som blir bygd i dag bruker mer energi enn bygg som ble bygd for 70 – 80 år siden. [5, 6]

Kravene til innneklima i bygg har blitt stadig strengere og krever større mengder ventilasjonsluft, noe som har ført med seg økt energibruk til oppvarming av ventilasjonsluft og vifter som driver luften gjennom bygget. Arbeidstilsynet setter krav til maksimal innetemperatur på arbeidsplassen. I flere typer bygg blant annet kontorbygg og forretningsbygg brukes det så mye teknisk utstyr, som avgir varme, at det blir behov for komfortkjøling i bygget. Dette problemet blir større i nyere bygg, der bygningskroppen er tettere og holder bedre på varmen.[8]

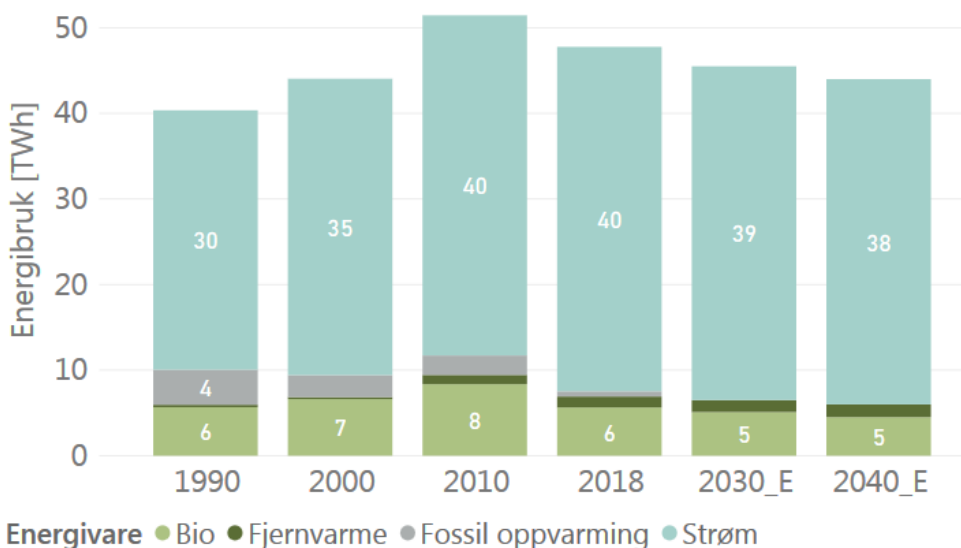
Figur 1 viser energiforbruk i tjenesteytende næringer i tidsrommet 1990-2018, med estimer for 2030 og 2040. Tjenesteytende næringer er all offentlig og privat virksomhet som butikker, banker, hoteller med mer. I disse næringene brukes det mer fjernvarme til oppvarming, men også her er strøm den dominerende energikilden. Det er forventet at bruken av fossil oppvarming vil være tilnærmet null de kommende årene med forbudet mot fossil fyring som ble innført i 2020. Likevel kommer disse næringene fortsatt til å ha en andel fossilt drivstoff til maskiner i årene framover, men samtidig er det en økende trend at flere går over til elektriske maskiner. [5]



Figur 1: Energibruk i tjenesteytende næringer 1990 - 2040. Estimerte verdier for 2030 og 2040.[5]

2.3 Energibruk i boliger

Strøm er fortsatt den dominerende energikilden i norske husholdninger [5]. Figur 2 viser energiforbruket i tidsrommet 1990-2018, samt estimerer for 2030 og 2040. Frem til 2010 var det vekst i husholdningers samlede energibruk. 2010 var et kaldt år med spesielt høyt forbruk knyttet til oppvarming. Etter dette har forbruket stabilisert seg på rundt 48 TWh. I årene fremover estimerer NVE at strømforbruket vil bli redusert grunnet mer energieffektive hus og ny teknologi. Varmere klima kommer også til å ha en innvirkning på forbruket. Derimot kan økt bruk av hjemmeladning til el-biler dra opp forbruket noe.[5]



Figur 2: Energibruk i husholdninger 1990 - 2040. Estimerte verdier for 2030 og 2040.[5]

2.4 Energikultur

Energiforbruk kan ikke analyseres bare ved å se på teknologi og forskrifter, det er også viktig å huske at energiforbruk også handler om enkeltmenneskers kultur, vaner og livsstil. Ikke minst handler det om komfort. Dette kapitlet vil derfor belyse enkelte problemstillinger fra et individ synspunkt, noe som kan gi et grunnlag for å forstå brukerperspektivet i energimerkeordningen. [6]

2.4.1 Energikultur i private husholdninger

Varmtvannsforbruket er høyt og de fleste liker å kunne bevege seg innendørs uten å bruke ullgenser og -sokker. I en studie av hverdagsliv og energiforbruk i norske husstander fant Aune (1998) [9] fire hovedtyper av husholdninger ved å se på forskjeller i henholdsvis bruk av hjelpemidler og hverdagsrutiner på den ene siden – ressurskultur – og holdninger/verdier på den andre siden – ressursideologien. Dette gjenspeilte fire hovedtyper av energikulturen som hun kalte «Nytende», «Nøktern Nytende», «Nølede Nøktern» og «Nøktern». Hva disse representerer er vist i tabell 1. [6]

Tabell 1: Skjematisk bilde av ulike energikulturer [6]

Ressurskultur	Ressursideologi: Hva tenkes om energi og ressursbruk generelt	
	Jeg bryr meg relativt lite	Jeg bryr meg relativt mye
Jeg har relativt høyt forbruk	Nytende	Nølede Nøktern
Jeg har relativt lavt forbruk	Nøkternt Nytende	Nøktern

Energikulturen «Nytende» kjennetegnes av tankegangen «det må vi kunne unne oss». De viktigste kjennetegnet var at de utnyttet sine muligheter til å få det best mulig. De bruker med andre ord den energien de til enhver tid mener at de trenger. Gruppen som falt inn under denne kategorien var alt ifra småbarnsforeldre, enslige og pensjonerte par. Varmtvannsforbruket hos denne gruppen var høyt, en skulle nyte dusjen lenge. Ingen reflekterte over hvor lenge de sto i dusjen. [6]

Energikulturen «Nøktern Nytende» besto også av folk som syntes de måtte «unne seg» den energien de brukte. Inntektsnivået var imidlertid lavere enn for de «Nytende», og dette kunne være årsaken til at de bodde i mindre og billigere boliger. I denne gruppe fant en personer som ikke var engasjert i sitt energiforbruk. De brukte derimot mindre energi enn de «Nytende», men dette mest begrunnet i at de bodde mindre og gjerne i boligblokker. Hvis de flyttet kom de fleste mest sannsynlig til å falle over i kategorien «Nytende». [6]

De som representerer energikulturen «Nøktern» hadde en klar oppfatning av hvordan de ville leve. Alder, sosiale forhold og familiesammensetning varierte. Utdanningsnivået var derimot høyt hos alle. Type bolig varierte også. De fleste hadde et lavt materielt forbruk og praktiserte temperaturregulering inne. Nytt og nøysomhet preget for eksempel oppussing av hjemmet, anskaffelser og bruk av husholdningsteknologi. [6]

Energikulturen «Nølede Nøktern» representerer folk som var opptatt av energi – og miljøspørsmål. Imidlertid representerer de i tillegg en høy ressurskultur, særlig gjennom høy materiell standard. De som tilhørte denne gruppen var veletablerte uten barn. Personene i denne gruppen hadde gjerne store hus eller leiligheter. Det skulle gjerne være høy inne temperatur og varmt på badet. Mange gjorde en innsats gjennom materielle forbedringer, isolasjon, miljøteknologier og sparedusj, likevel var handlingsmønsteret til noen preget av et lite bevisst forhold til energiforbruk. [6]

2.4.2 Energikultur i yrkesbygg

Det finnes ikke samme forskninggrunnlag på energikultur når det kommer til yrkesbygg. Likevel kan enkelte aspekter trekkes frem når det kommer til energikultur. Yrkesbygg har ofte ulik bruk, derfor varierer energiforbruket betydelig mellom bygningskategorier. Enkelte ser energisparing som et bedriftsøkonomisk tiltak, likevel har energibruken i bygg økt noe med årene. Noe som kan tyde på at bedriftsøkonomien i det hele ikke er like viktig. Det som derimot spiller inn er lovregulerte krav til bygningen gjennom forskrifter og lover, samt hvem som er brukeren av bygget. Daglig energibruk blir derimot mindre forutsigbar fordi den er sammensatt av flere individers rutiner. Det er derfor viktig med gode medvirkningsprosesser i forkant av bygging/renovering av bygg for å kartlegge ulik energibruk og krav fra brukerne. [6]

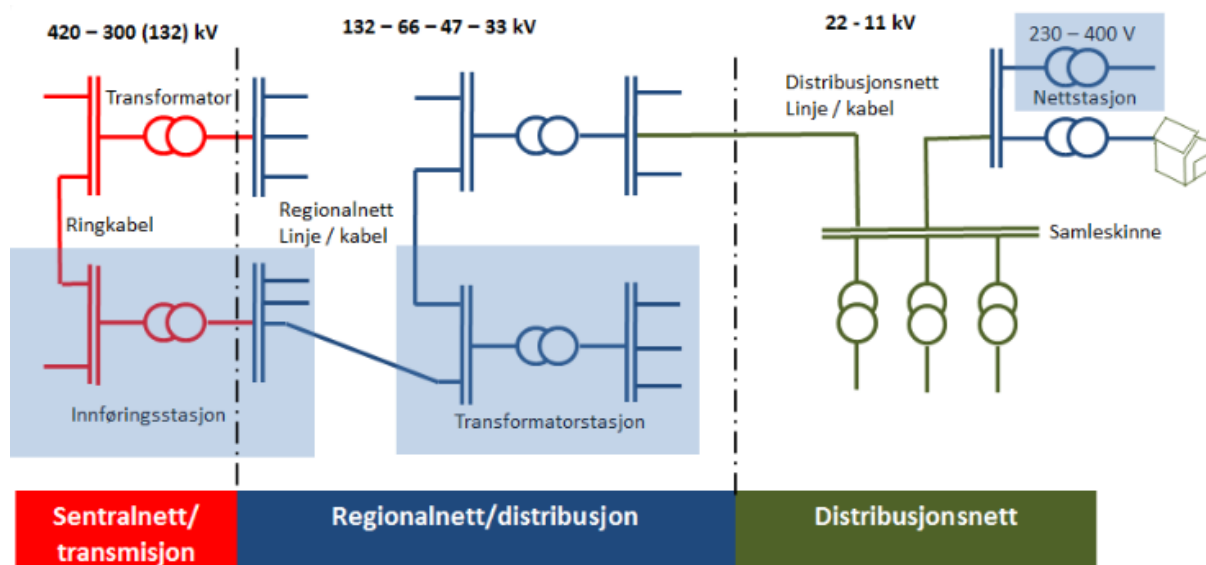
3 Kraftnettets kapasitet

Samfunnet er i konstant utvikling. Innenfor elektronikk har utviklingen gått svært raskt de siste årene. Mange norske hjem har nå en induksjonsovn og ladestasjon til elektriske kjøretøy begynner å bli mer og mer vanlig. Den kontinuerlige økningen av elektriske apparater i de norske hjem fører til utfordringer for kraftnettet.

3.1 Kraftnettets oppbygning

Kraftsystemet deles som regel inn i tre underkategorier; distribusjonsnettet, regionalnettet og sentralnettet. Sentralnettet består av de høyeste spenningsnivåene som varierer mellom 132kV, 300kV og 420 kV. Regionalnettet omfatter de mellomstore spenningsnivåene, 33,47,66,110 og 132kV. Distribusjonsnettet representerer kabelanlegg i byer på 230 V, 400V, 11kV og 22kV. Mesteparten av kraftnettet eies av offentlige organer som stat, fylkeskommune og kommuner. Resten eies av private andelslag. Statnett SF er systemansvarlig i det norske kraftsystemet. Dette betyr at de sørger for frekvensregulering, sikrer momentan balanse i kraftsystemet, utvikler markedsløsninger for effektivisering av kraftnettet. [10, 11]

Oppbygningen til kraftnettet er illustrert i figur 3. Kraftnettet består av radialer og masket nett som forder seg utover det tre underkategoriene. Radialer er linjer fra produksjonsanlegg eller forbruksuttak til nettet. Masket nett vil si et anlegg med flere tilførselsmuligheter. [10]



Figur 3: Oppbygning /distribusjon og Sentralnett/transmisjon [10]

3.2 Belastinger på kraftnettet

Selv om det estimeres en stabilisering i energibruken grunnet energieffektivisering i bygg, vil det likevel i årene framover være et økt press på kraftnettet. For strømforbruket til bygg varierer i løpet av døgnet, året og mellom år. Energibruken er høyest på de kaldeste dagene, og da er belastningen på kraftnettet høyest. Samtidig har flere elbiler og induksjonstopper. Det er også en økende trend at flere næringer går over fra fossdrevne maskiner til elektriske. Alt dette bidrar til et økt press på kraftnettet. Overbelastning av kraftnettet, vil si at mer strøm enn det nettet er designet for går gjennom ledninger og transformatorer, kan føre til overoppheting og skader på komponenter.[12]

Lading av elbil er en av faktorene som gir utfordringer for kraftnettets kapasitet. Hvis mange med elbil lader bilene sine i samme tidsrom fører det til en enorm belastning på kraftnettet hvor nettet ikke har tilstrekkelig overføringskapasitet eller spenningskvaliteten synker, siden det er begrenset hvor mye strøm som kan gå gjennom kraftnettet samtidig. [12]

Overbelastning av kraftnettet er med på å true forsyningssikkerheten, som i stor grad handler om kraftsystemenes evne til å kontinuerlig levere strøm til sluttbruker. I Norge har forsyningssituasjonen blitt mer usikker grunnet store prissvingninger, økt press på kraftnettet og klimatiske forhold da mye av energiproduksjonen baserer seg på vannkraft. Stortinget har vedtatt en tilnærmet stans i vannkraftutbyggingen og hensyn til CO₂-utslipp setter en begrensning på utbygging av gasskraftverk. For å få ned belastningen kan kraftnettet bygges ut for å dekke behovet eller motivere til lastflytting eller lastreduksjon. Altså få forbrukere til å endre bruksmønsteret sitt på kraftnettet. [6, 13]

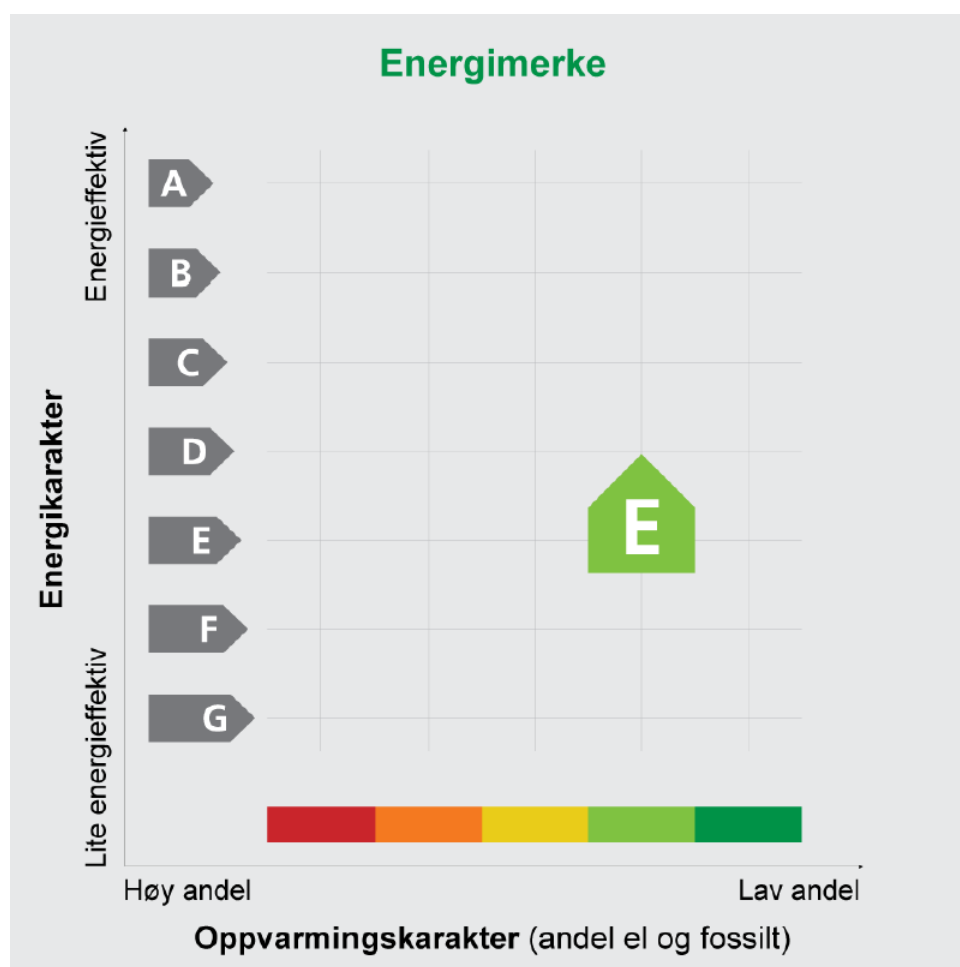
Gjennom årene har det blitt gjort flere forsøk på å få folk til å redusere forbruket av strøm. Før i tiden befant det seg i flere husstander en såkalt vippe. Denne fungerte som en bryter der strømforsyningen til enheter slik som komfyr og lys var tilkoblet. Når forbruket passerte innstilt nivå, ble strømforsyningen gjennom vippa brutt. Strømmen kom ikke tilbake før forbruket av effekt var redusert. På 1960-tallet ble vippa erstattet av et kjøkkenwattmeter. Det var et instrument som målte strømforbruket, med en svart og rød pil. Når den svarte pilen passerte den røde, måtte ovner og lamper skrus av. Ettersom det førte til et overforbruket. Mye av grunnen til dette var det strømtariffene besto av en kWh-måler med fast kW-abonnement og en overforbruksmåling. Når forbruket kom over den faste innstillingen på for eksempel 2000 watt, begynte overforbrukstelleverket å gå. Det var en pris for faste kw (watt), en pris for totalforbruket og en høyere pris for overforbruket. Disse tariffene opphørte derimot mot slutten av 70-tallet og dagens tariffer med kun kWh-forbruk så dagens lys. [14]

I Stortingsmelding nr.25 (2015 – 2016) ble der derimot trukket frem at forbrukere må få et større forhold til effektbruk. Dette fordi nettet må dimensjoneres etter effektbehovet. Stortingsmeldingen trekker frem effekt tariffer som en del av denne løsningen. Sammenliknet med dagens tariff vil effektbaserte tariffer trekke i retning av at det blir mer lønnsomt å redusere forbruket når nettet er høyt belastet. Med bakgrunn i dette kom NVE med høring om ny nettleiestruktur høsten 2019 som skal bidra til en mer effektiv utnyttelse av nettkapasitet. [15]

For å unngå at kraftnettets kapasitet overskrides er systemer som automatiske målesystem innført. Automatiske målesystem gjør at det blir dyrere å lade elbilen når det er størst pågang og motiverer brukere til å heller lade bilen når strømforbruket ellers er lavt, som for eksempel på natten. Tiltakene fører dermed til at eksisterende nett utnyttes bedre og behovet for utbygging minsker. Det oppstår også fleksibilitet hvis andre kilder enn elektrisitet benyttes som energikilde. Dette kan for eksempel være at fjernvarme brukes til oppvarming av vann, noe som medfører at belastningen på det elektriske kraftnettet blir mindre.[4, 12]

4 Dagens energimerkeordning

Bakgrunnen for utvikling av energimerkeordning, som er i bruk i Norge i dag, er å bidra til informasjonsdeling om boliger/bygninger og det tekniske anlegget sin energikapasitet og forbedringsmuligheter. Dette skal igjen bidra til å øke motivasjon for å gjennomføre tiltak for energieffektivisering og omlegging til fornybare energikilder. I tillegg skal ordningen bidra til at verdisetningen av boliger/bygninger blir mer riktig. Alle bygninger og boliger i Norge rangeres under like forutsetninger basert på klima og bruksmønstre. Energimerket er todelt og består av en oppvarmingskarakter og en energikarakter. Karakterene er uavhengige av hverandre, slik at et bygg med høyt energiforbruk (dårlig energikarakter) likevel kan få en god oppvarmingskarakter ved bruk av for eksempel biobasert oppvarmingssystem. Utformingen til dagens energimerke vises i figur 4. Her leses oppvarmingskarakteren av på horisontal akse og energikarakteren leses av på vertikal akse. [3, 4, 16]



Figur 4: Dagens energimerke [17]

4.1 Energikarakter

Energikarakteren beskriver bygningens energiforbruk sammenlignet med bygninger med like forutsetninger og består av en bokstavskala som går fra A til G, der A tilsvarer beste resultat. Bygninger som oppnår karakter A-B tilsvarer passivhus, lav-energibygninger og liknede. Karakter C er gitt til nye bygninger som tilfredsstiller de nyeste byggeforskriftene, eldre bygninger med effektivt varmesystem eller eldre bygninger som er oppgradert. Bygninger under karakterene D-G er bygget innenfor eldre forskriftskrav enn dagens. [18]

Energikarakteren fastsettes etter energiberegninger ved bruk av standarden NS3031. Det er derfor en standardisert beregning som avgjør karakteren og ikke det faktiske energiforbruket. Det brukes normaliserte verdier for klima i beregningene. Uteklima har også en standardisert verdi og tar utgangspunkt i klimaet til Oslo. Årsaken til dette er at byggene skal vurderes uavhengig av beliggenhet i Norge. Hadde uteklima ikke vært standardisert ville for eksempel en bolig i Finnmark fått dårligere energikarakter enn en tilsvarende bolig i Oslo. Hvordan skalaen for energikarakteren er definert, kan leses av fra tabell 2. Her vises det hva mengden av levert energi per m^2 oppvarmet BRA (kWh/m^2) maksimum kan være, for å oppnå de forskjellige karakterene for de ulike type klassifiserte byggene. Levert energi er den energimengden som må tilføres bygningen ved normal bruk. BRA står for Bruksareal, og oppvarmet bruksareal tilsvarer den delen av BRA som tilføres varme fra byggets varmesystem. [19, 20]

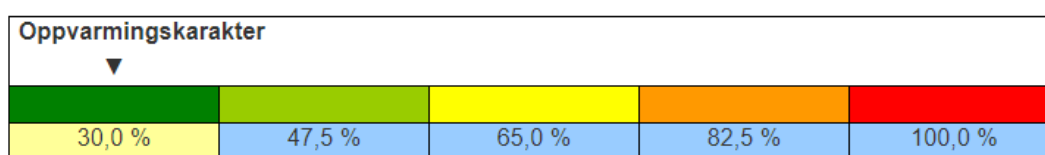
Tabell 2: Energikarakterskalaen, der øvre grense for karakter C er basert på nivå for TEK10[19]

Bygningskategori	Levert energi pr. m^2 oppvarmet BRA (kWh/m^2)						Ingen grense
	\leq	\leq	\leq	\leq	\leq	\leq	
Småhus	95	120	145	175	205	250	>F
Leilighet (Boligblokk)	85	95	110	135	160	200	>F
Idrettsbygning	125	165	205	275	345	440	>F
Kontorbygning	90	115	145	180	220	275	>F

Energimerket benytter seg av beregninger med levert energi. Byggeforskriftens (TEK17) krav er satt for byggets netto energibehov. I beregninger med levert energi inngår virkningsgraden til varmesystemet. Dette inngår ikke i beregninger med netto energi. Det betyr at to bygninger som kommer likt ut av vurderingen for byggeforskriftens (TEK17) krav, kan få ulik vurdering på energimerket på grunn av ulike oppvarmingssystemer. For eksempel vil forbrenning av olje, gass eller biobrensel ha virkningsgradstap, som innebærer at levert energi vil være høyere enn netto energibehov. Strøm i form av elektrisk oppvarming vil derimot ha et virkningsgradstap på nært null. Elektrisk oppvarming vil derfor lettere kunne oppnå en bedre energikarakter enn olje, gass og biobrensel. Resultatene for solenergi og varmepumper kommer positivt ut igjen, siden de utnytter omgivelsesvarme og solvarme. Et bygg med elektrisk oppvarming og et annet med biobrensel som oppvarmingskilde, som har lik netto energi, kan dermed komme likt ut fra byggeforskriftens (TEK17) vurdering, men med ulikt resultat på energimerket. [21]

4.2 Oppvarmingskarakter

Oppvarmingskarakteren baseres på i hvor stor grad en bygning varmes opp av energikildene fossilt brensel og/eller strøm. Den femdelte skalaen til oppvarmingskarakteren går fra rødt til grønt, der grønt tilsvarer beste resultat (lav andel strøm og fossilt). Den andelen som strøm og fossilt må utgjøre av oppvarmingskildene for å oppnå de ulike fargekarakterene, kan leses av på figur 5. Oppvarmingskarakteren baseres på beregningene av det samlede energibehovet til bygget og hva som er naturlig at de enkelte oppvarmingssystemene kan dekke. Energiforbruket inkluderer energibehov til oppvarming/kjøling, tappevann, belysning, teknisk utstyr, vifter og pumper. Formålet med oppvarmingskarakteren er å inspirere til økt bruk av oppvarmingssystemer basert på fornybare energikilder slik som solceller, varmepumpe, biobrensel. Elektrisitet kommer ikke positivt ut på oppvarmingskarakteren. Noe av grunnen til dette er at myndighetene ønsker å fase ut bruken av elektrisitet til oppvarming, selv om det i hovedsak blir produsert fra norske vannkraftverk. Dette er fordi elektrisitet er en høyverdig energiform, som heller bør benyttes til andre formål enn oppvarming. [22, 23]



Figur 5: Oppvarmingskarakterskala [22]

Standardiserte biblioteksverdier avgjør hvor stor andel av oppvarmingsbehovet de forskjellige oppvarmingssystemene kan dekke. Her avgjøres også hvor stor andel de forskjellige oppvarmingssystemene dekker av de ulike oppvarmingsbehovene, romoppvarming, ventilasjon og oppvarmingsbehovet til varmtvann. Disse verdiene er basert på NS3031. Kombinasjonen av ulike oppvarmingssystemer som er tatt i bruk varierer fra bygg til bygg. Andelen av oppvarmingsbehovet som de ulike oppvarmingskildene er antatt å kunne dekke er oppgitt i tabell 3. [24]

Tabell 3: Dekningsgrad for oppvarming og tappevann ved bruk av ulike oppvarmingssystem [24]

Energikilde	Oppvarming	Tappevann
Solfangere	15%	20%
Luft til luftvarmepumpe	40%	0%
Varmepumpe fra vann/jord/grunn/fjell	75%	75%
Biokjel	80%	80%
Fjernvarme	100%	100%
Oljekjel	80%	80%
Gasskjel	80%	80%
Elektrisitet	100%	100%

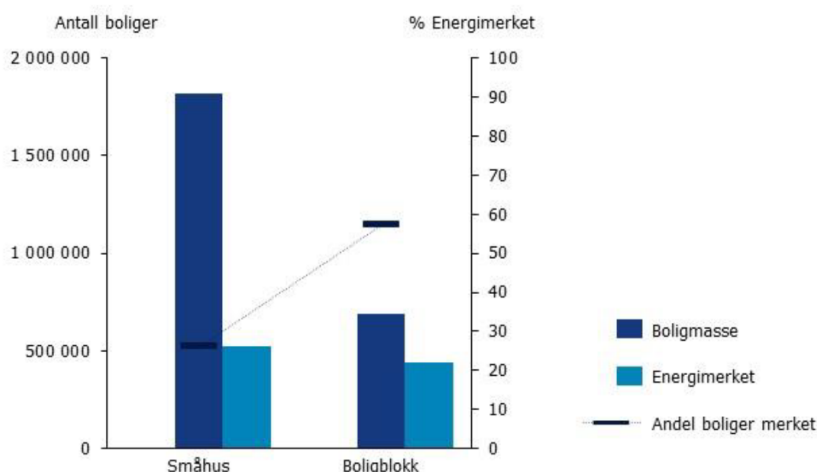
Eksempler på hvordan kombinasjoner av de forskjellige energikildene kommer ut på oppvarmingskalaen visen i figur 6.

Vannbåren oppvarming med biokjel og elektrisitet som spisslast
Fjernvarme
Vannbåren oppvarming med varmepumpe fra berg/grunn/vann, termiske solfangere og elektrisitet som spisslast
Vannbåren oppvarming med varmepumpe fra berg/grunn/vann, og elektrisitet som spisslast
Vannbåren oppvarming med pelletskamin og elektrisitet som spisslast
Luft til luft varmepumpe og lukket vedovn, kombinert med direkte elektrisk oppvarming
Termiske solfangere og luft til vann varmepumpe, kombinert med direkte elektrisk oppvarming
Direkte elektrisk oppvarming og lukket vedovn
Termiske solfangere kombinert med direkte elektrisk oppvarming
Luft til luft varmepumpe kombinert med direkte elektrisk oppvarming
Kun direkte elektrisk oppvarming
Vannbåren oppvarming med oljekjel og elektrisitet som spisslast

Figur 6: Kombinasjoner av energikilder framvist på oppvarmingskarakterskalaen [25]

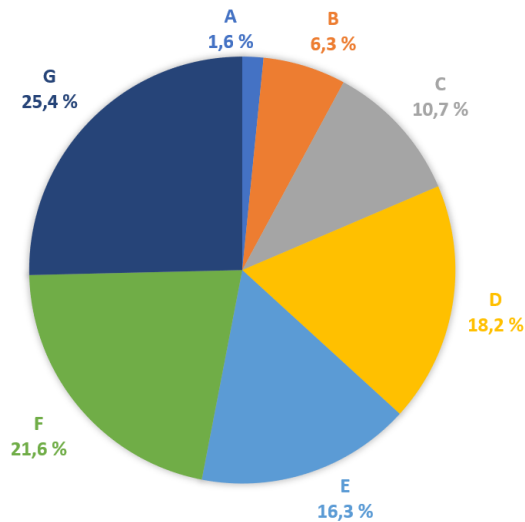
4.3 Utbredelse av dagens energimerkeordning

Den eksisterende energimerkeforskriften setter krav til at alle bygninger/boliger skal energimerkes ved salg og utleie. I tillegg er det krav om at alle yrkesbygg med mer enn 1000 m² bruksareal skal ha energiattest. Likevel er det langt fra alle bygninger som er energimerket. Figur 7 viser en oversikt over antall småhus og boligblokker i Norge per 02.11.18 og hvor mange av disse som er energimerket, samt en oversikt over prosentvis andel boliger som er merket. [4]



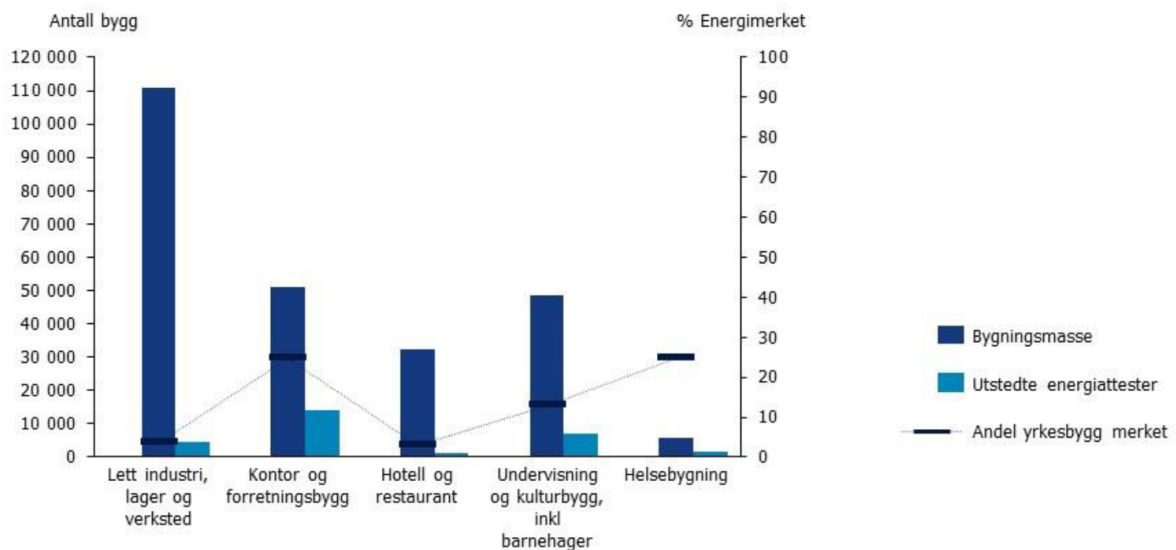
Figur 7: Utbredelse av dagens energimerkeordning for boliger [4]

Fra figur 7 fremgår det at rundt 20-30% av småhus og rundt 60% av boligblokker/leiligheter i Norge er energimerket. Grunnen til dette vesentlige avviket kan skyldes hyppigere salg og eierskifter for leiligheter enn småhus. Størsteparten av de energimerkede boligene oppnår relativt dårlige energikarakterer, kun 8% av boliger som oppnår karakter A eller B. Dette er grunnet den store andelen eldre boligmasse i Norge. Fordelingen av energikarakterer på merkede boliger vises i figur 8. [4]



Figur 8: Fordeling av energikarakterer for boliger med energimerking [4]

Figur 9 viser en oversikt over antall yrkesbygg i Norge i dag (02.11.18), samt antall registrerte energiattester for de forskjellige bygningstypene.



Figur 9: Utbredelse av dagens energimerkeordning for yrkesbygg [4]

Prosentvis andel energimerkede yrkesbygg er betydelig lavere enn andelen for boliger. Men det er ikke definert hvor stor andel av yrkesbyggene som er over 1000 m² i figur 9. Det kan derfor ikke sies bestemt hvor stor andelen av yrkesbygg som er pålagt og ha energimerke, som faktisk er merket. Det er også antatt at 10% av attestene for yrkesbygg er duplikater da det forekommer utsendelser av flere energiattester per yrkesbygg. De feilaktige doblingene av utsendelser kommer blant av av nye attester er produsert der den gamle ikke er blitt slettet og at energirådgivere har øvd på å produsere energimerker på reelle bygg og feilaktig registrert attesten. [4]

4.4 Utfordringer med eksisterende energimerkeordning

Energimerkeordninger er laget for at en skal kunne sammenligne energikapasiteten til forskjellige bygg. Den har fungert til sitt formål en rekke år, men er ifølge ENOVA nå blitt utdatert. En rekke faktorer gjør at energimerkeordningen som eksisterer i dag ikke fungerer optimalt.

Fra og med 01.01.2020 inntrådte forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. Hensikten med denne lovbestemmelsen er å redusere utslipp av klimagasser fra oppvarming av bygninger. Etter dette forbudet vil betydningen av oppvarmingskarakteren bli svekket. Grunnen til det er at hovedmålet til oppvarmingskarakteren, omlegging til fornybare energikilder, i stor grad er oppnådd etter forbudet. [4, 26]

ENOVA har, i samarbeid med TNS, gjennomført brukerundersøkelse angående eksisterende energimerkeordning der diverse funn er avdekket. Blant annet at energimerket oppfattes som komplisert og vanskelig å forstå. Den todimensjonale utformingen skaper forvirring der det er vanskelig å definere hva som er best resultat av, for eksempel, en rød A og en grønn E. Energikarakteren får også vesentlig mer oppmerksomhet enn oppvarmingskarakteren. Undersøkelsene avslører i tillegg at energimerkeordningen i liten grad skaper engasjement blant aktører i markedet. En konsekvens av dette er at ordningen ikke påvirker prissetting av bolig og eiendom i nevneverdig grad. [4]

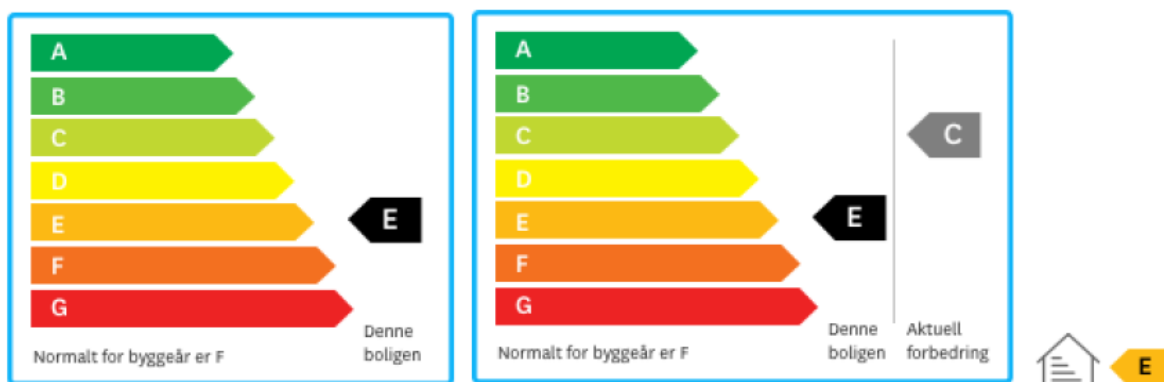
Det er vanskelig for fjernvarme å oppnå en god energikarakter med dagens ordning. Det har gjort at flere aktører har ønsket å installere varmepumper i områder der det allerede eksisterer fjernvarme for å øke energikarakteren. Siden aktører som oppfører bygg innenfor konsesjonsområdet til et fjernvarmeanlegg er pliktig til å knytte seg til anlegget, kan ikke aktørene endre energiinntaket fra fjernvarmeanlegget. I slike tilfeller blir det gjort overinvesteringer i varmforsyningen, som er unødvendige og kostbare. Energiordningen som eksisterer i dag fungerer derfor ikke optimalt for vurderingen av fjernvarme. [4, 27]

5 Ny energimerkeordning

Bruken av fossil fyringsolje har gått ned de siste årene, og ble forbudt fra januar 2020. Fjernvarme og varmepumper har erstattet fossil energibruk i stor grad [5]. Dette har gjort energimerkeordningen mindre relevant når det kommer til vektlegging av bruk av fornybare energikilder. Samtidig har effektbehovet i kraftnettet økt de siste årene på grunn av økt bruk av mer energiintensive teknologier som benytter seg av elektrisitet som energikilde.

På bakgrunn av dette forslås det i den nye ordningen at det legges mer vekt på effektbelastning i kraftnettet og mindre på fornybare ressurser. En innlemmelse av effekt i beregningsmodellen er også etterspurt i miljø- og sertifiseringsordninger. I dag stilles det ingen krav til effektbelastning i bygg og det er ingen sertifiseringsordninger som legger vekt på effektbehovet til bygg.[4]

Det forslås av Enova at det nye energimerket skal være en vektet sum av energipoeng og effektpoeng. Det vil si at dagens energikarakter og oppvarmingskarakter erstattes av en samlet skala bestående av energi- og effektpoeng. Det nye energimerket skal vise energitilstanden til bygget og dermed gi en indikasjon på byggets energikostnader. Videre forslås det å endre merket slik at det standardiseres til å være gjenkjennelig med andre energimerker. Figur 10 viser tre ulike variasjoner av energimerket. Den ene variasjonen viser «aktuelle forbedringer», noe som kan øke interessen for å gjennomføre energiltak. [4]



Figur 10: Forslag til tre ulike variasjoner til nytt energimerke [4]

5.1 Beregningsmodell

I den nye beregningsmodellen anbefaler Enova at energimerket beregnes ut ifra elektrisk effektbelastning til bygget og behov for levert energi til bygget. Dagens oppvarmingskarakter vil utgå fra beregningen. Videre anbefales det at energi og effekt beregnes hver for seg og gis en poengscore fra 0 til 100. Vektingsforholdet a mellom energi og effekt vil bli politisk bestemt. Denne beregningen vil føre frem til en poengsum mellom 0 – 100, som igjen vil inndeles i bokstavene A til G. [4]

$$\text{Energimerke} = a * E_{Score} + (1 - a) * P_{Score} \quad (1)$$

Formelen 1 viser hvordan energimerket skal beregnes. E_{Score} tilsvarer en poengsum fra 0 til 100 for behov for levert energi til bygget. P_{Score} tilsvarer en poengsum fra 0 til 100 for den elektriske effektbelastningen til bygget. a er vektingsforholdet mellom energi og effekt og skal ligge mellom 0% og 100%. [4]

Utregningen av energipoengscoren er basert på samme grunnlag som energiberegninger for eksisterende energimerkeordning. Det vil si ved bruk av normalisert levert energi. Derimot er de standardiserte verdiene for internlaster oppdatert etter SN/TS3031:2016, istedenfor NS3031:2014. Den leverte energien beregnes ved å benytte et beregningsprogram. Det er flere ulike programmer på markedet og det mest brukte programmet er SIMIEN. Bruken av SIMIEN er beskrevet i kapittel 8. Bygget vil oppnå en høyere energipoengsum desto lavere den beregnede energien er.[4]

Effektpoengscoren baserer seg på beregnet maksimalt elektrisk effektbehov ved dimensjonerende ute-temperatur. Maksimalt elektrisk effektbehov beregnes også ved bruk av SIMIEN, men her benyttes det en vintersimulering over 3 døgn beregnet for det kaldeste døgnet i året. [4]

5.1.1 Vektingsforhold mellom energi og effekt, a

Etter den foreslåtte modellen må det bestemmes en vektingsfaktor a mellom energi og effekt. Det foreslås at denne bestemmes av Olje – og energidepartementet og at denne er uavhengig av bygningskategori og byggeår. Hvordan denne faktoren skal vektlegges avhenger av politisk målsetning for energi- og effektbruk. [4]

5.1.2 Standarder

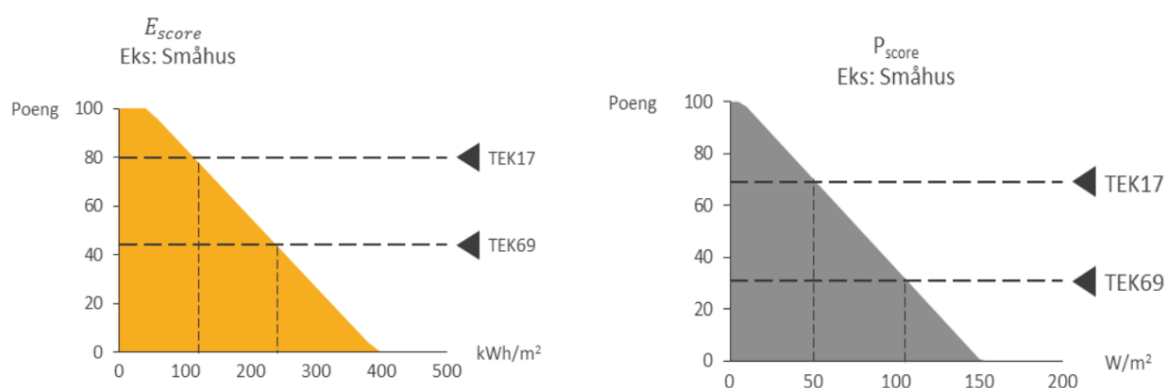
Beregningene i forprosjektet er basert på verdier fra NS3031:2014 og TS3031:2016. NS3031 er en standard som brukes til å beregne energibehov og –ytelse i bygninger. Standarden tar hensyn til alt som bruker energi, slik som oppvarming, varmtvann, kjøling, vifter, pumper og belysning. Samtidig gir den regler for å beregne energieffektiviteten til varme- og kjølesystemene, og beregne levert energi til bygget [28]. Det er denne standarden som legges til grunn for dagens energimerke. TS3031 er et supplement til NS3031 og brukes for å beregne tekniske anlegg og energiforsyning med samme nøyaktighet som bygningstekniske tiltak og løsninger [29]. Det er foreslått at SN/TS3031:2016 brukes til å beregne energi og effekt i energimerkeordningen heller enn NS3031:2014. [4]

I dag finnes det ingen standard for effektberegning. Det er derfor foretatt beregninger i henhold til TS3031 basert på dynamisk energiberegning over ett eller flere vinterdøgn, ved dimensjonerende ute-temperaturer (DUT_v). I tillegg er det foreslått at det benyttes standardiserte driftstider slik at beregningene ikke blir avhengig av bruk. Samtidig benyttes forbrukerverdier og internlaster for den timen med største effektbelastning på det nasjonale eller regionale strømmettet. For boligblokk og småhus er det foreslått å benytte maksverdier for timen 18-19. For kontorbygg er det timen 09-10 som er anbefalt å benytte.

5.1.3 Poengskala

Det er lagt opp til at poengskalaen skal variere med bygningskategori for eksempel om det er småhus, boligblokk eller idrettsbygg. Energipoeng beregnes på grunnlag av energiforbruket til bygget [kWh/m^2], samme beregning som dagens energikarakter. Effektpoeng beregnes på grunnlag av levert elektrisk effekt til bygget. Levert elektrisk effekt vil si effekten som bygget henter fra det elektriske kraftnettet. Energi fra for eksempel fjernvarme, solceller, varmepumper skal ikke medregnes.

Utgangspunktet for 0 poeng er en eldre bygning bygget før TEK49 med dårlig energistandard, og forutsatt fjernvarme for å definere 0 energipoeng, og helelektrisk oppvarming for å definere 0 effektpoeng. Ved 100 poeng er det tatt utgangspunkt i bygg tilsvarende passivhusstandard, og forutsatt vann til vann varmepumpe, samt stort solcelleanlegg for å definere 100 energipoeng, og fjernvarme for å definere 100 effektpoeng. Poengskalaene fordeles lineært etter dette. Enkelte effektreduserende tiltak som er vanskelig å inkludere i beregningene kan gis som ekstrapoeng.



Figur 11: Eksempel på skala for energi- og effektpoeng for småhus (Multiconsult) [4]

Multiconsult har foretatt beregninger som vist i figur 11. Figurene viser hvordan en typisk bygning vil komme ut dersom den er bygget etter henholdsvis TEK69 og TEK17 standard med helelektrisk oppvarming (panelovner). Størstedelen av bygningsmassen vil ligge mellom disse to nivåene.[4]

6 Energikilder

Det finnes en mengde alternativer for hvilke energikilder som kan benyttes til oppvarming av et bygg. Hvordan disse slår ut på dagens og forslag til ny energimerkeordning varierer. Dagens ordning vektlegger om kilden er fornybar eller ikke. Forslaget til ny ordning legger mer vekt på energikildens belastning på kraftnettet.

6.1 Elektrisitet

Elektrisitet til bruk som oppvarming har vært brukt mye til småhus og nye boliger. I dag er det mest vanlig for nye boliger å ha et kombinert varmesystem med elektrisitet som grunnlast og annen form for fyring til spisslast. Elektrisk oppvarming kan være bruk av for eksempel elektriske ovner, elektrisk gulvvarme eller varmpumper. Elektriske ovner innebærer panelovner, stråleovner og vifteovner. Elektriske ovner er populært fordi de er billige og har en høy virkningsgrad, i tillegg er det lette å anskaffe og montere. Elektrisk gulvvarme består enten varmekabler eller varmefolie. Varmekabler vil si elektriske kabler, som er tilkoblet nettspenning, som avgir ønsket varmeeffekt. Varmefolie er enkelt forklart karbon-baner innbakt i plast som kobles til spenning. Grunnet motstand i karbon-banene utvikles varme og gulvet blir varmt. Varmepumper trenger også tilførsel av elektrisk energi for å fungere. Prinsippet bak varmpumper er mer utfyllende forklart i kapittel 6.3 [30, 31, 32]

I Norge i dag går rundt 70 % av privat strømbruk med til oppvarming, omlag 98% av elektrisiteten som blir produsert i Norge kommer fra fornybare kilder. Likevel oppnår elektrisitet som oppvarmingskilde en dårlig oppvarmingskarakter. Grunnen til det er at strøm er en høyverdig energi, som da er enklere å bruke til andre formål enn oppvarming, som for eksempel lys, drive maskiner og andre elektriske apparater. Det blir derfor sett på som dyrt og uhensiktsmessig å bruke strøm primært til oppvarming. Det meste av elektrisiteten som brukes i Norge er levert elektrisk energi fra kraftnettet. Det er også mulig å produsere egen elektrisk energi ved for eksempel bruke solceller. Hvis det produseres mer energi enn det bygget selv forbruker kan dette sendes ut på kraftnettet. I 2018 var 2200 husstander såkalte plusskunder som leverte egenprodusert strøm ut på nettet. [33, 34]

6.2 Fjernvarme

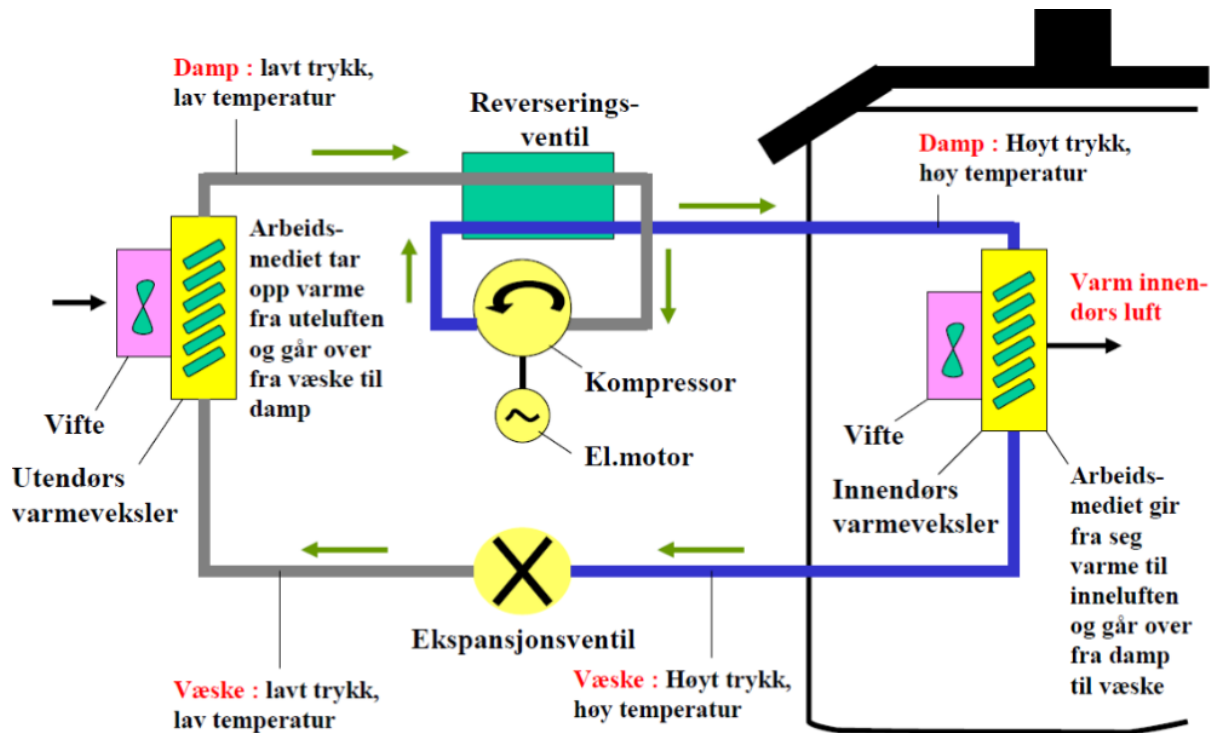
Den norske energipolitikken har over tid satset på økt bruk av fjernvarme. Både fordi det er en kollektiv løsning der spillvarme-ressurser i samfunnet kan utnyttes til å forsyne bygg i nærområdet og at det på kalde dager avlaster kraftnettet. [4]

Fjernvarme er kort oppsummert oppvarming av vann. Anlegget forsyner ett eller flere bygg med varmtvann gjennom nedgravede isolerte stålrør. Varmetapet ligger på rundt fem til ti prosent. Kilder til produksjonen av fjernvarmen varierer. Det kan for eksempel være, avfallsforbrenning, biobrensel eller varmpumper. Det er mulig å bruke hver enkelt kilde separat eller kombinasjoner av disse. I Trondheim er avfall den mest brukte energikilden til produksjon av fjernvarme. [35]

Som oppvarmingskilde kan fjernvarme, basert på fornybare kilder, bidra til å minske utslipp ved å erstatte ikke fornybare energiformer som fyringsolje. Det kreves lavere netto energibehov for å oppnå en god energikarakter med fjernvarme. Grunnen til dette er at systemvirkningsgraden er lavere enn for andre energibærere slik som panelovner og varmpumper. Landsgjennomsnittet for bygninger tilknyttet fjernvarme er en lysegrønn C. [36]

6.3 Varmepumpe

Teknologien bak en varmpumpe baserer seg på å transportere varme fra et lavere temperaturnivå til et med høyere temperaturnivå. Prosessen benytter seg som regel av høyverdig energi, som elektrisitet. Varmekilder som benyttes er blant annet friskluft, sjø, jord og spillvarme fra industri. Varmeproduksjonen fra en varmpumpe kan være mange ganger elektriske kraften som tilføres, på grunn av varmen som tas opp gratis fra varmekildene. Varmepumpe defineres derfor som teknologi der fornybar energi er utnyttet. [37]



Figur 12: Luft-luft varmpumpe som brukes om vinteren til å dekke et varmebehov.[38]

De tre mest brukte typene varmpumper er; luft-til-luft-varmpumpe, luft-til-vann-varmpumpe og væske-til-vann-varmpumpe. Luft-til-luft-varmpumpe baserer seg på å hente varme fra luften via en utedel, varmer opp luften inne og blåser den ut i boligen via en vifte som er montert inne i varmpumpens innedel. Denne varmpumpen er rimelig og lett å installere, men varmer ikke tilstrekkelig i de kaldeste periodene. Prinsippet bak en luft - luft varmpumpe vises i figur 12. Luft-til-vann-varmpumpe henter varme på lik måte som en luft-til-luft-varmpumpe, men varmen brukes til å varme opp radiatorer, vannbåren gulvvarme eller forvarme tappevann istedenfor å pumpe ut varm luft. Dette gir en høy virkningsgrad og er relativt lett og installere, men denne sliter også med å forsyne nok varme i den kaldeste perioden av vinteren. Væske-til-vann-varmpumpe henter varme fra fjell, jord, eller sjø til å varme opp radiatorer eller vannbåren gulvvarme. Denne typen varmpumpe har en mer stabil varmekilde gjennom hele året som gjør at den har en større kapasitet på den kaldeste tiden av året, enn de andre to typene varmpumpe. Det er likevel en mer krevende og dyrere prosess å installere en slik varmpumpe. [38, 39]

6.4 Olje

Olje kan utnyttes direkte til oppvarming gjennom oljefyring. Det er to typer oljebrennere; fordampingsbrennere og forstøvningsbrennere. Fordampningsbrennere brukes for små varmebehov som ovner og kaminer. Her fordampes oljen før den blandes med forbrenningsluften. Forstøvningsbrennere brukes på alt fra mindre sentralvarmeanlegg til store kraftkjeler. For denne type oljebrenner forstøves oljen til fine dråper med diameter på omlag 0,05-0,2 mm. Oljedoråpene blandes så med forbrenningsluften før det antennes i fyringsrommet. [40]

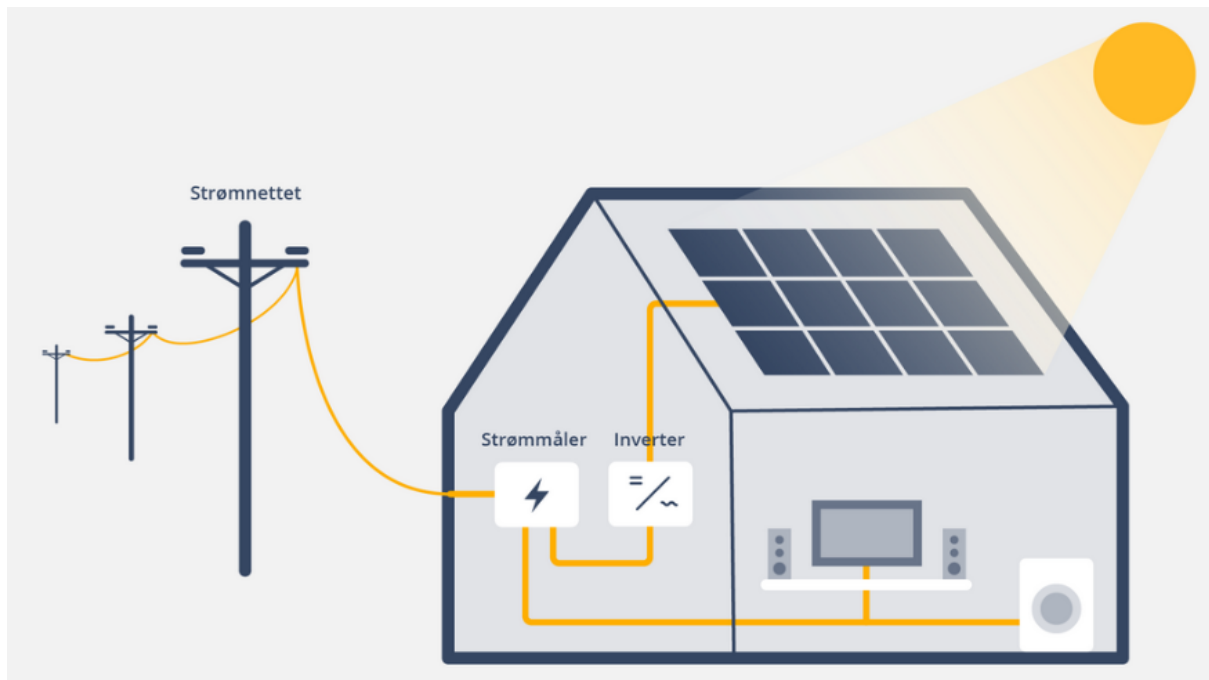
Fra og med 1. januar 2020 ble det innført forbud mot oljefyring i privatboliger, offentlige bygg og næringsbygg. Driftsbygninger i landbruket og sykehusbygninger med døgkontinuerlig pasientbehandling er fritatt fra dette forbudet frem til 1. januar 2025. Fritidsboliger, bygninger og fyrestasjoner dedikert til seterdrift som ikke er koblet til strømmettet, og bygninger med formål å levere energi til fremstilling/bearbeiding av materialer, stoffer eller produkter, er også fortsatt fritatt fra vedtaket. For disse byggene er det ikke bestemt en dato for når vedtaket eventuelt skal tre i kraft. Forbudet er innført på grunn av miljøbelastningen oljefyring medfører. Oljefyr gir som elektrisitet, en dårlig oppvarmingskarakter på grunn av de miljømessige ulempene det fører med seg. [26]

Bioolje er fortsatt lovlig å benytte som oppvarmingskilde. Denne oljen er basert på biologisk materiale, og er hovedsakelig en fornybar kilde. Nå som fyring med mineralolje er forbudt kan biooljen fungere som et alternativt produkt, da det kun trengs små justeringer på fyringsanlegget for å kunne benytte bioolje istedenfor. Dette gjør at fyringsanlegget beregnet for mineraloljen fortsatt kan tas i bruk selv om mineralolje er blitt forbudt. Likevel er bioolje en krevende energikilde å produsere. Det kreves mye energi for å omdanne planter og trær til olje, og hvis bioolje skal benyttes til både oppvarming og drivstoff for tunge kjøretøy tilknyttet industri, vil ikke bioavfall dekke behovet, og det blir nødvendig å bruke andre ressurser i tillegg for produksjon av bioolje. Siden bioolje dermed blir en begrenset ressurs vil det være lurt å benytte den til andre formål enn oppvarming, som har mulighet til å bruke biomassen direkte, uten å gå gjennom prosessen med å omdanne den til bioolje. [41, 42]

6.5 Sol

Til oppvarming kan passiv og/eller aktiv solvarme benyttes. Passiv solvarme vil si at solenergien utnyttes ved å utforme bygningskonstruksjonene og innretningene optimalt, slik at solenergien kan bidra til å varme opp bygget. For eksempel kan vinduene plasseres slik at solen stråler gjennom dem. Aktiv solenergi oppnås ved å bruke et anlegg som fanger varmen fra sol og transporterer den videre slik at det kan brukes til for eksempel oppvarming av vann eller bygningsmasse. Solfangere er lite brukt i Norge, men har blitt langt mer utbredt i land lenger sør. Solvarme regnes som å være en effektiv måte å utnytte solenergi på. Virkningsgraden ligger på omkring 80% av innstrålt solenergi. [43, 44]

Det som er mer brukt i Norge er solceller. Disse er lysfølsomme halvlederdiodeer som omdanner lys til elektrisk strøm. Silisium er det mest brukt materialet i solceller. Figur 13 viser hvordan solceller montert på tak fungerer. Panelene monteres på den takflaten med mest sol gjennom døgnet. Du kan velge å montere på flere av takflatene. Panelene knyttes sammen til én serie. Serien kobles til en inverter som gjør om spenningen på solstrømmen slik at den passer til strømanlegget i ditt hus. Inverteren kobles til en egen kurs i sikringsskapet, slik at en smart strømmåler kan registrere strøm både inn og ut av bygget. Virkningsgraden til solceller er derimot lavere virkningsgrad enn solfangere. Effektiviteten av silisiumsolceller er teoretisk 28 prosent, i praksis mellom 15 og 24 prosent. [45, 46]



Figur 13: Solceller på tak, enkelt forklart [45]

Solenergi bidrar til bedring av energikarakteren. Sol er også en fornybar energikilde, og bidrar derfor til en god oppvarmingskarakter. Solenergi kan normalt sett ikke selv dekke hele oppvarmingsbehovet. Det trengs derfor en kombinasjon med flere fornybare kilder for å oppnå en totalt god oppvarmingskarakter. Likevel kan egenproduksjon av elektrisk energi fra solen bidra til å minske belastningen på kraftnettet. [47]

6.6 Biobrensel

Biobrensel er ansett som en fornybar energikilde. Historisk sett har bioenergi vært den viktigste energiressursen før vannkraft og fossile brensler ble tatt i bruk. Bioenergi utgjorde i 2017 omlag 6% av det totale energiforbruket i Norge.[48] Rundt halvparten av bioenergien som blir produsert i Norge i dag går til bruk i private boliger. Biomassene som blir brukt her er blant annet hogstved, pellets, flis, bark, briketter og skogsavfall. GROT er et eksempel på skogsavfall. Det består av greiner, røtter og toppe fra trær, og er en av de lettest tilgjengelige biobrenslene. Tretoppene, greinene og røtterne hugges opp til flis før det blir brukt som brensel. Selv om GROT er en lett tilgjengelig og rimelig energikilde, er det problematisk å benytte, da forbrenning av GROT gir stor støvbelastning og det er vanskelig å kontrollere temperaturen. [49, 50, 51]

Biobrensel bidrar til en god oppvarmingskarakter i og med at det regnes som fornybart. Virkningsgraden varierer likevel. Variasjoner kommer blant annet av oppvarmingsmiddel som blir tatt i bruk. En åpen murpeis har for eksempel en langt lavere virkningsgrad enn en ny lukket ovn som oppfyller de nyeste kravene til faste ildsteder. Den varierende virkningsgraden gjør at energikarakteren også er vekslende for bruk av biobrensel. [52]

7 Videreutvikling av energiattest

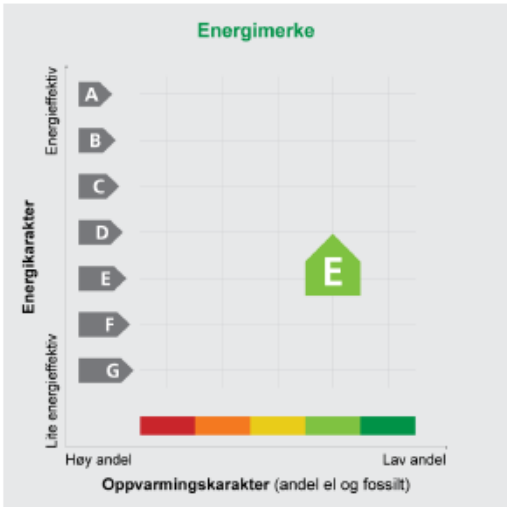
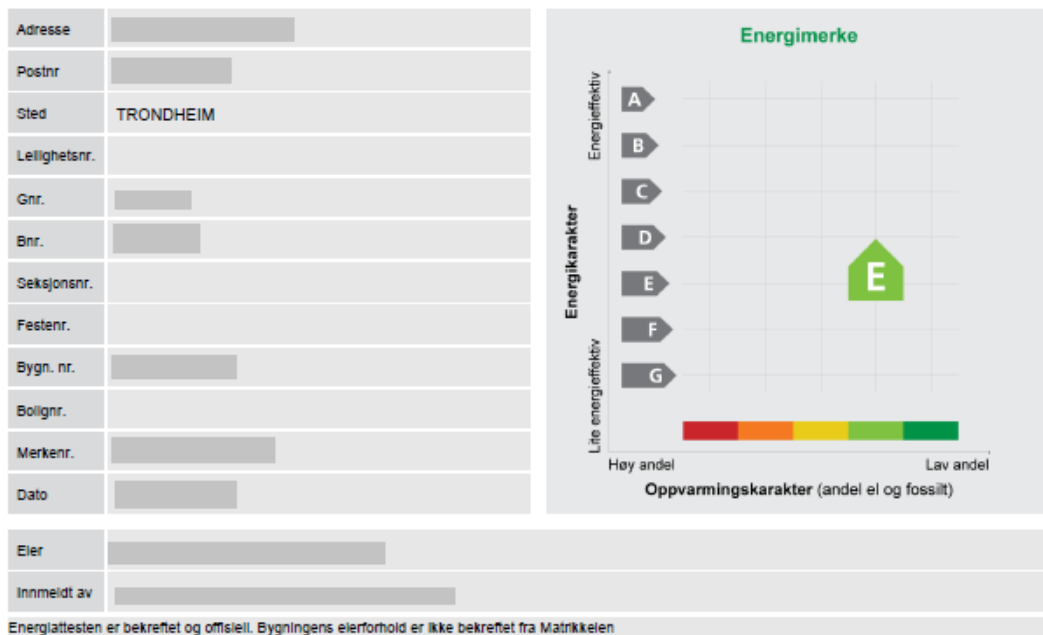
Etter gjennomført energimerking, produseres energiattesten basert på resultatene. Denne skal legges frem når boliger selges. I tillegg skal energiattest for yrkesbygg over 1000 m² være synlig på et egnet sted i bygget til enhver tid. Enova har lagt fram et forslag i sitt forprosjekt om energimerkeordningen hvordan energiattesten kan videreutvikles. [16]

7.1 Eksisterende energiattest

Dagens energiattest er gyldig i 10 år, den kan oppdateres når som helst, og da vil den nyeste versjonen av energiattesten være gyldig. Normalt består attesten av mellom 5 og 15 sider. Antall sider er avhengig av detaljnivået på innsamlet data. Attestens forside består av adresse på bolig/bygg, energimerket, målt energibruk, tiltaksliste, samt et sammendrag. [4, 16]

Målt energibruk er den faktiske energibruken som er registrert over et kalenderår. Yrkesbygninger har krav om å oppgi målt energibruk, mens for boliger er dette valgfritt og oppgis kun når eier har oppgitt det. Tiltakslisten inneholder forslag til tiltak som kan bidra til å gjøre boligen mer energieffektiv, og igjen føre til bedre økonomiske løsninger. Alternative tiltak kan være forbedringer på sanitæranlegg, elektrisk anlegg, bygningsmessige tiltak og lignende. Sammendraget er en oppsummering av de viktigste dataene som danner grunnlaget for energimerkingen. Eksempel på forsiden til en energiattest etter dagens standarder vises i figur 14 under. [16]

ENERGIATTEST



Energiatesten er bekreftet og offisiell. Bygningens eierforhold er ikke bekreftet fra Matrikkelen

Energimerket angir bygningens energistandard. Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter, se figuren. Energimerket symboliseres med et hus, hvor fargen viser oppvarmingskarakter, og bokstaven viser energikarakter.

Energikarakteren angir hvor energieffektiv bygningen er, inkludert oppvarmingsanlegget. Energikarakteren er beregnet ut fra den typiske energibruken for bygningstypen. Beregningene er gjort ut fra normal bruk ved et gjennomsnittlig klima. Det er bygningens energimessige standard og ikke bruken som bestemmer energikarakteren. A betyr at bygningen er energieffektiv, mens G betyr at bygningen er lite energieffektiv. En bygning bygget etter byggeforskriftene vedtatt i 2007 vil normalt få C.

Oppvarmingskarakteren forteller hvor stor andel av oppvarmingsbehovet (romoppvarming og varmtvann) som dekkes av elektrisitet, olje eller gass. Grønn farge betyr lav andel el, olje og gass, mens rød farge betyr høy andel el, olje og gass. Oppvarmingskarakteren skal stimulere til økt bruk av varmepumper, solenergi, biobrensel og fjernvarme.

Om bakgrunnen for beregningene, se www.energimerking.no

Målt energibruk: 1 914 254 kWh pr. år	
Målt energibruk er gjennomsnittet av hvor mye energi bygningen har brukt de siste tre årene.	883 524 kWh elektrisitet
Det er oppgitt at det i gjennomsnitt er brukt:	1 030 730 kWh fjernvarme
	0 liter olje/parafin
	0 Sm ³ gass
	0 kg bio (pellets/halm/flis)
	0 kWh annen energivare

Figur 14: Illustrert forside av dagen energiattest, hentet fra NTNU Eiendom [17]

7.2 Ny modell

Fra gjennomførte spørreundersøkelser er det kommet fram at dagens energiattest er omfattende. Dette gjør at få setter seg inn i informasjonen som er gitt i attesten. En av ideene for å videreutvikle energiattesten er derfor å forkorte modellen til en A4 side i papirformat, slik at det blir enklere å sette seg inn i den aller viktigste informasjonen. I tillegg vil det finnes en mer detaljert versjon av attesten på digital plattform. Denne vil inneholde informasjon som gir større nytte digitalt.[4]

Flytting av informasjon til en digital plattform muliggjør dynamiske beregninger og oppdateringer på data som endrer seg over tid. Energipriser er et eksempel på data som endres over tid. Det gjør at besparelsene på å gjennomføre tiltak også varierer. I tillegg oppdateres hva de gjeldende tilskuddsordningene til Enova er, som også påvirker besparelsene på gjennomførte tiltak. [4]

7.2.1 Elementer i ny energiattest

Forslaget til en ny energiattest som er lagt fram av Enova, inkluderer en rekke elementer som skal være med på papirutgaven. Elementene som er plukket ut, er utarbeidet på bakgrunn av erfaringer fra drift av ordningen, innsiktsintervjuer, tidligere evalueringer og møter med interessenter i bransjen.


Energimerket er det viktigste elementet som er inkludert i attesten. Dette elementet er derfor klart synliggjort med sterke farger som skiller seg ut fra resten av attesten. Ulike varianter av hvordan energimerket skal framstilles er lagt fram i forprosjekt rapporten til Enova. En variant er blant annet å inkludere mulig forbedringspotensialet til karakteren. Tiltakene som kan bidra til forbedring er også inkludert i attesten. De aktuelle tiltakene er presentert kort på papirutgaven, men har en mer detaljert utforming på den digitale plattformen.

Informasjon om bolig er også inkludert i attesten. Det er for å kunne identifisere boligen. Adresse og klassifisering av bygg er inkludert som informasjon. Det er også blitt vurdert å inkludere mer detaljerte identifikasjonsinformasjon, som flyfoto, kartutsnitt eller gårds- og bruksnummer. Disse alternativene er blitt sett bort fra etter at undersøkelser avdekket at attesten, med disse identifikasjonsdataene, ble oppfattet som mer uoversiktlig.

Som et tillegg til attesten kommer en forklaring på hva energimerket er, der det er inkludert en motivasjonstekst som skal inspirere til gjennomføring av tiltak. Enova har kommet fram til en utforming og formulering av denne teksten som de mener vil oppfordre til gjennomføring av tiltak uten at den oppfattes som moraliserende. Forslaget er presentert i forprosjektrapporten. Bygningens egenskaper blir så presentert i attesten. Det innebærer luft og temperatur, isolasjon, kjøling, smartstyring, ventilasjon, oppvarming, elproduksjon og el-lagring. Til slutt henvises det til digital plattform nederst på siden av attesten. Henvisningen er i form av en QR kode som direkte fører til siden for gjeldende bygg. Illustrasjon av ny modell vises i figur 15 på neste side. [4]

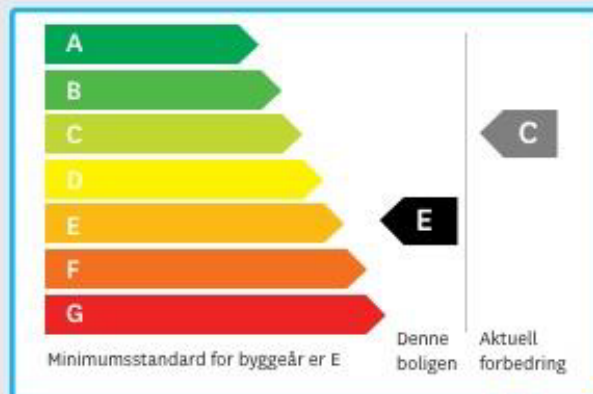
Energiattest

ENOVA

 Kronglebekken 13
7000 Trondheim

Enebolig fra 1980
Energiattest utstedt: 09.03.1980

Energimerket viser energitilstanden for bygningen, basert på hvor mye energi bygningen krever gjennom året og hvor mye strøm bygningen krever ved tidspunkt med høy strømbelastning på nettet. Energimerket indikerer hvor store energikostnadene blir ved normal bruk.



Boligens egenskaper



Vinduer

Byggeår [1980]: 3 stk
Oppgradert [2008]: 3 stk



Isolasjon

Tak: 10 cm
Vegger: 10 cm
Gulv: 10 cm
Kjellervegg: 10 cm



Oppvarming

- Elektrisitet
- Fjernvarme
- Vedfyring
- Varmepumpe



Ventilasjon

- Naturlig
- Mekanisk
- Balansert med varmegjenvinning



El-produksjon

- Sol
- Vind



El-lagring

- Batteri
- Annet



Smart styring

- Varmestyring
- Smart elbil-lader
- Annen effekstyring



Ladepunkt elbil

- Egen p-plass
- Fast plass felles parkering
- Delt plass felles parkering



Dette kan du gjøre for å få et bedre energimerke

I forbindelse med rehabilitering / oppussing

- Etterisolere yttervegger
- Isolere grunnmur / kjellervegg / tak
- Skifte (resterende vinduer)

Uavhengig av rehabilitering / oppussing

- Etablere smart styring av eks. elbil-lading, varmtvann og oppvarming
- Installere varmepumpe

Bedring av energimerket vil kunne føre til

- Lavere energikostnad og økt komfort
- Økt boligverdi
- Billigere boliglån
- Bidra til oppnåelse av klimamål



For detaljert informasjon og tiltak for denne boligen, gå til minside.enova.no

Figur 15: Illustrert forside av ny energiattest tilpasset yrkesbygg [4]

8 SIMIEN

Det finnes flere energiberegningsprogrammer på markedet. Blant annet har SINTEF Byggforsk utarbeidet et program som heter TEK-sjekk energi. Dette programmet kan brukes til å beregne energimerke for bygninger og kontrollberegninger mot kravene gitt i teknisk byggeforskrift. ROCKWOOL AS lanserte i 2016 sitt eget energiberegningsprogram, ROCKWOOL Energiprogram. Programmet benyttes til å gjøre energiberegninger på bygg og beregne U-verdier for enkeltstående konstruksjoner. [53, 54]

Ett annet program er SIMIEN. Dette er et veletablert program som energirådgivere hovedsakelig bruker til energiberegninger, og er et godt utgangspunkt for energimerking [55]. Programmet er utviklet og forhandles av ProgramByggerne ANS. Hovedformålet med programmet er å beregne energibruk og vurdere inneklimate i bygninger. Det er dette programmet som er benyttet for beregningene som er gjort i casestudiene i bacheloroppgaven. Grunnlaget for det er at dette programmet er godt etablert i energirådgivingsbransjen, i tillegg til at programmet er tilgjengelig for studenter gjennom NTNUs programfarm. [56]

SIMIEN bygger på en dynamisk beregningsmetode fra NS3031 hvor tilstanden til bygget beregnes med intervaller på 15 minutter. Påtrykk fra klima innebærer sol, vind, temperatur, luftfuktighet og CO₂-nivå. Internlaste består av belysning, teknisk utstyr, vannoppvarming og personer. Påtrykk og internlaste brukes for å beregne endring av tilstanden i bygningen fra et tidspunkt til neste. I beregningen tas hensyn til varmelagring og varmeavgivelse fra bygningskroppen. Som standard inndata bruker programmet standardiserte og veiledende verdier fra tilleggene i NS3031:2014. [57]

Programmet tilbyr følgende simuleringstyper:

- Simulering av dimensjonerende sommerforhold. Brukes vanligvis til å se på inneklimate i bygningen ved stor solbelastning og høye temperaturer samt finne dimensjonerende effekt for ventilasjonskjøling og lokal kjøling.
- Simulering av dimensjonerende vinterforhold. Dette brukes for å finne dimensjonerende effekt for oppvarmingsanlegget, inkludert oppvarming av ventilasjonsluft. Får også ut inneklimateparametere ved lav utetemperatur. Både sommer- og vintersimulering kan simuleres for 1 til 20 døgn.
- Simulering av hele året. Beregning av årlig energibudsjett og levert energi fra energikilder. Dette gir også varighetskurver og data summert månedvis.
- Evaluering mot byggeforskriftene. Bygningskropp (U-verdier og tetthet) og energibruk evalueres mot gjeldende byggeforskrifter (TEK07/10/16).
- Energimerking. Dette gir bygningen en energiattest.
- Passivhusevaluering. Evaluerer bygningen opp mot kriterier gitt i NS3700/NS3701.
- Lønnsomhetstiltak. Beregner energibesparelse og lønnsomhet for gjennomføring av tiltak.

[56]

8.1 Inndata

SIMIEN tar for seg ulike inndata. I denne delen vil det bare bli fokusert på de delene som er relevante for byggene i casestudien senere i oppgaven.

8.1.1 Klimasted

Det første som blir gjort ved oppstart av SIMIEN er å velge klimasted. Figur 16 viser hvordan dette ser ut. Som nevnt tidligere brukes alltid klimadata fra Oslo når energimerking skal fastsettes. Det samme gjelder for simulering opp mot byggeforskriftene. Ved andre simuleringer brukes valgt klimasted.

Data for valgt klimasted:	
Breddegrad [°]:	63° 30'
Lengdegrad [°]:	10° 22'
Midlere temp. dim. sommer [°C]:	19,8
Midlere temp. dim. vinter [°C]:	-18,5
Årsmiddeltemperatur [°C]:	5,1
Midlere horisontal solflux [W/m²]:	101,6
Årsmiddel relativ luftfuktighet [%]:	77,2
Årsmiddel vindhastighet [m/s]:	4,6

Figur 16: Valg av klimasted i SIMIEN [57]

8.1.2 Energiforsyning

En av de første parameterne som legges inn i SIMIEN er energiforsyning. Her velges energikilde og det legges inn systemvirkningsgrader, gjennomsnittlige kjølefactorer, CO_2 -faktor, energipris og dekningsgrad for hvor mye netto energibehov i bygningen som dekkes av de ulike energikildene.

Systemvirkningsgraden består av tre virkningsgrader, en for hvert delsystem. De tre delsystemene er produksjonssystemet, distribusjonssystemet og de termiske effektene i rommet(romvirkningsgrad). Disse kan fastsettes ved bruk av veiledende verdier fra NS3031. Formelen 2 viser hvordan systemvirkningsgraden regnes ut. η_{pr} er årlig produksjonsvirkningsgrad, η_{dis} er årlig distribusjonsvirkningsgrad og η_{em} er årlig romvirkningsgrad. [57]

$$\eta_{sys} = \eta_{pr} * \eta_{dis} * \eta_{em} \quad (2)$$

Kjølefactoren til et kjøleanlegg er definert som kjølelytelsen til kjøleanlegget delt på elektrisitetsforbruket til kjøleanlegget. El-behovet til kjøleanlegget innbefatter el-behovet til kompressor i kjølemaskin, sirkulasjonspumper og vifter. I SIMIEN benyttes gjerne veiledende gjennomsnittlig kjølefactor per år for kjølesystemer fra vedlegg B i NS3031. Dette vises i tabell 4. [58]

Tabell 4: Veiledende gjennomsnittlig kjølefaktor per år for kjølesystemer fra vedlegg B i NS3031 [58]

Kjølesystem		Gjennomsnittlig kjølefaktor per år
Luft - luft kjølemaskin	Mindre enhetsaggregat som leverer kjølt luft til rommet. Direkte kondensering mot luftkjølt enhet.	2,5
Luft-luft kjølemaskin	Større aggregat som leverer kjølt luft til rommet. Direkte kondensering mot luftkjølt enhet.	2,4
Luft-vann kjølemaskin	Maskin som leverer kjølt luft til rommet. Kondensering mot vannbasert avkjølingssystem.	2,7
Luft-vann kjølesystem	Maskin som leverer kjølt luft til rommet. Kondensering mot vannbasert system tilkoblet tørrkjøler.	2,4
Vann-luft kjølemaskin	Maskin som leverer kjøling til vannbasert system. Direkte kondensering mot luftkjølt enhet.	2,4
Vann-vann kjølemaskin	Maskin som leverer kjøling til vannbasert system. Kondensering mot vannbasert avkjølingssystem.	2,4
Vann-vann kjølemaskin	Maskin som leverer kjøling til vannbasert system. Kondensering mot vannbasert system tilkoblet tørrkjøler.	2,2
Merknad: Gjennomsnittlig kjølefaktor per år bestemmes fra kjøleytelsen dividert på elektrisitetsforbruket		

CO_2 -faktoren for hver enkelt energikilde var før hentet fra Prosjektrapport 42 som er en forløper til passivhusstandard. I nyere versjoner av programmet er disse verdiene endret basert på retningslinjer og beregningsmetoder for nullutslippsbygninger (ZEB). Dette har ført til noe lavere tall for elektrisitet. CO_2 -faktoren til elektrisitet er 130 g/kWh. For fjernvarme er statistikk for fjernvarmeproduksjon i Norge i 2017 brukt som grunnlag for å anslå en CO_2 -faktor på 75 g/kWh. [59]

8.1.3 Oppdeling i soner

I SIMIEN er det anledning for å dele opp bygget i soner. Det kan enten være ett rom, flere rom eller en hel bygning. Det er mulig å legge inn et ubegrenset antall soner. Oppdelingen avhenger av bygningskroppen, tekniske installasjoner, bruksmønster og simuleringstype. Figur 17 viser hvilke parametere som legges. [60]

<< Følgende side

Inndata for rom/soner

Neste side >>

Navn

Størrelse

Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]: 12,0

Oppvarmet luftvolum [m³]: 26,0

Alle soner må gis et navn før du kan simulere

Infiltrasjon Møbler/interiør Driftsdager Kuldebroer Kommentar

Luftskifte ved 50Pa

Lekkasjetall (N50) [1/h]: 2,50

Luftskifte ved normaltstand

Infiltrasjon [oms/h]: 0,17

Lekkasjetallet angir antall luftskifter med en trykkforskjell på 50 Pa over klimaskjermen.

Infiltrasjonen beregnes ut fra lekkasjetall, skjermingsklasse og fasadesituasjon. Avtrekksventilasjon og ubalanserte luftmengder vil også påvirke infiltrasjonen.

Skjermingsklasse

Ingen skjerming; bygninger i åpent landskap, høyblokker i bysentre

Moderat skjerming; bygninger på landet med trær eller andre bygninger rundt, forsteder

Høy skjerming; bygninger av middels høyde i bysentre, bygninger i skogsområder

Fasadesituasjon

En vindutsatt fasade

Mer enn en vindutsatt fasade

Hjelp

Figur 17: Soneinndeling i SIMIEN [57]

Som figuren 17 viser må oppvarmet bruksareal og oppvarmet luftrom legges inn. Bruksareal defineres her som areal som får tilført varme fra oppvarmingsanlegg. Det er summert gulvareal innenfor yttervegger som skal oppgis. Areal som dekkes av interne skillevegger skal tas med, men ikke areal til vegger som grenser mot uoppvarmede rom. Hvis takhøyden er under 1,9 meter skal ikke gulvarealet utenfor et punkt på 0,6 meter fra 1,9 meter takhøyde tas med. Oppvarmet luftvolum er definert som luftvolumet over bruksarealet. Volumet til etasjeskiller skal ikke regnes med. Volumet skal derimot tas med for nedsenket himling. [60]

Videre må lekkasjetallet fastsettes. Dette angir antall luftskifter i timen ved 50 Pa trykkforskjell over klimaskjermen. Klimaskjerm defineres som primære bygningsdeler etter NS3451 som beskytter oppvarmet del av bruksareal(BRA) mot utvendig klima [58]. Lekkasjetallet varierer fra 6 oms/t for de mest utsatte byggene ned til 0,2 oms/t for bygg der det er satt strenge krav til lufttetthet. Dette bestemmes fortrinnsvis ved en trykktest av boligen, men må anslås i en prosjekteringsfase. [61] Når lekkasjetallet er fastsatt velges skjermingsklasse og fasadesituasjon. Dette gir grunnlag for å beregne infiltrasjon som er definert som "utilsiktet luftveksling gjennom utettheter i klimaskjermen utenom ventilasjonssystemet" [58].

Under sone velges også møbler/interiør som sier noe om varmeledningsevnen til objekter i boligen, samt antall driftsdøgn. Det siste som fylles inn er kuldebroer. En kuldebro er en del av omsluttende konstruksjoner der den ellers ensartede varmemotstanden endres som følge av:

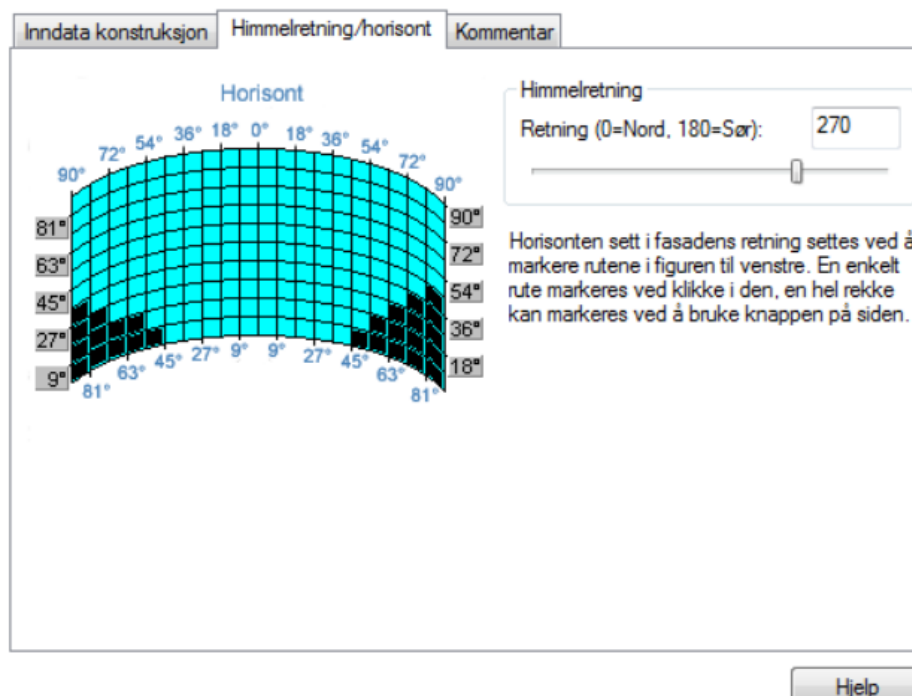
- En endring i konstruksjonens tykkelse
- En forskjell mellom innvendig og utvendig areal, for eksempel overgang mellom vegg, gulv eller tak
- hel eller delvis gjennomtrenging av den omsluttende konstruksjonen av materialer med høyere varmekonduktivitet.

I SIMIEN brukes normaliserte kuldebroverdier som er samlet stasjonær varmestrøm fra kuldebroer dividert med oppvarmet bruksareal (BRA). Disse er i SIMIEN hentet fra NS3031:2014. [58, 62]

8.1.4 Fasader: nord, øst, sør og vest

Fasade er en yttervegg over bakkenivå med enhetlig konstruksjon. Det vil si at en fasade med forskjellige typer konstruksjoner må deles opp i seksjoner. I de vanligste tilfeller vil fire slike elementer legges inn. En for fasade nord, sør, øst og vest.

Når fasadens areal skal beregnes er det i utgangspunktet innvendig areal som skal brukes. Arealet er inkludert eventuelle vinduer og dører. Etter at arealet er satt inn bestemmes data for konstruksjon. Tykkelse på bindingsverk og isolasjon fylles inn her, i tillegg til varmelagring i innvendig sjikt. Himmelretning og horisont legges deretter inn. Under himmelretning kan det velges mellom fasade nord, sør, vest og øst. Etter at himmelretning er spesifisert fylles data for horisont inn. Horisonten sett fra fasadens side settes ved å markere rutene i modellen i programmet som vises i figur 18. [60]




Figur 18: Himmelretning/horisont i SIMIEN [57]

Fasadene kan inneholde vinduer og dører; disse legges inn som egne inndatasider under fasaden. Ytterdører legges enkelt inn med bare totalt areal og dørtype. Under vinduselement er det derimot mer inndata. Først legges det inn antall vinduer og størrelse på disse etter kvalifikasjoner vist i figur 19.

Inndata for ett eller flere vinduer

<< Førige side Neste side >>

Navn: Antall (like) vinduer:

Vindustørrelse	Varmetapsegenskaper	Varmetilskuddsegenskaper	Bygningsutspring	Kommentar
	Brekke (inkludert karm og ramme) [m]: <input type="text" value="47,14"/> Høyde (inkludert karm og ramme) [m]: <input type="text" value="1,00"/> Arealandel karm og ramme: <input type="text" value="0,20"/> <input type="checkbox"/> Brekke/høyde karm+ramme [m]: <input type="text" value="0,08"/>			

Figur 19: Dimensjonering av vindu i SIMIEN [57]

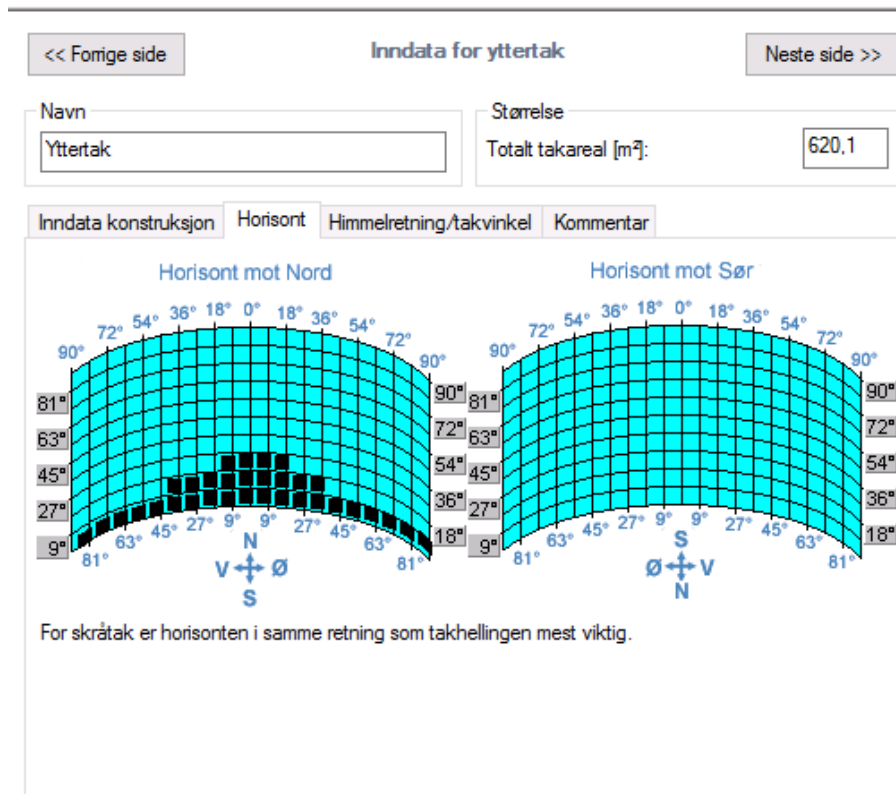
Videre settes egenskapene for varmetap og varmetilskudd. Under varmetap oppgis U-verdien til selve vindusruten, karm/ramme, samt kuldebroverdien for randsonen i overgangen mellom glass og karm. Hvis U-verdien er kjent for hele vinduskonstruksjonen kan dette legges inn direkte. For takvinduer blir det ikke gjort noen automatisk korreksjon av U-verdien for å kompensere for ekstra strålingstap. Det betyr at U-verdien som legges inn i SIMIEN må korrigeres. Størrelsen på korrigeringen vil avhenge av takvinkel, horisont og delvis vindustype. Normalt vil takvinduer ha 15 - 20 % dårligere U-verdi. For egenskapene til varmetilskudd oppgis verdier som bestemmer soltransmisjonen gjennom vinduskonstruksjonen. Det siste som oppgis er bygningsutspring. Det vil si alle fasadeelementer som er med på å kaste skygge over vinduene. [57]

8.1.5 Yttertak

Yttertak er taket som er utendørs. Vanligvis legges det inn som et element. Hvis det derimot finnes takvinduer eller at taket er dårlig isolert, må takene legges inn som retningsbestemte seksjoner etter helningsvinkel. Grunnen til dette er at himmelretning vil påvirke hvor mye soltilskudd vinduene får, samt påvirke varmetilskuddet til dårlig isolerte tak.

Konstruksjonen er delt opp i to avdelinger: selve konstruksjonen og det innvendige akkumulerende sjiktet. Med akkumulerende sjikt menes det innvendige laget av en konstruksjon, bestående vegg, himling og gulv, som tar opp og avgir varme til romluften. Hvis taket er dårlig isolert og/eller svært utsatt for solstråling kan det krysses av for "Solutt utsatt takflate". SIMIEN vil da beregne et varmetilskudd gjennom yttertaket basert på U-verdien og utvendig solflux.

Videre formes horisonten ved å krysse av rutenettet som vist i figur 20. Dette skal tilsvare hva en ser når en står på taket. Dette kan være både naturlig horisont og nabobygninger. Himmelretningen som taket vender mot settes i grader, hvor 0° er Nord og 180° er Sør. For flate tak er dette unødvendig. Takvinkelen legges også inn i grader hvor 0° er flatt. [60]



Figur 20: Inndata for yttertak: Rutenett for horisont [57]

8.1.6 Ventilasjon

Det kan velges mellom to forskjellige typer ventilasjon i SIMIEN; CAV OG VAV ventilasjon. CAV står for constant air volume og benyttes i rom der luftmengden er relativt konstant. I boliger benyttes det normalt CAV. VAV står for variable air volume og benyttes i rom med varierende luftmengde, eksempelvis møterom i kontorbygg. [63]

Etter at ventilasjonstype er valgt, plottes det inn verdier for luftmengde. For CAV ventilasjon i boligbygg vil luftmengde automatisk bli satt til $1,2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ som er kravet i byggeforskriftene. For VAV ventilasjon skal det føres inn en maks. og min. luftmengde i driftstiden. Neste steg er å bestemme tilluftens temperatur som automatisk er satt til 19°C . Deretter velges driftstid der standarden for boliger er 24 timer. For kontorbygg vil driftstiden være timene når det normalt sett vil være folk i bygget. Driftstiden kan for eksempel settes fra klokken 7 til 17. Ved evaluering mot byggeforskrifter vil SIMIEN benytte driftstiden gitt i NS3031. [60]

Valg av komponenter er neste steg. Her føres det inn opplysninger om varme-/kjølebatteri. For eksempel velges det om varme-/kjølebatteri er vannbårent eller ikke. I tillegg føres SFP-faktor inn. Typiske verdier for SFP-faktor, spesifikk vifteeffekt, finnes i NS3031. Til slutt velges avtrekksvarmepumpe der faktorene beregnes i henhold til NS 3031:2014. [60]

8.1.7 Internlaster

Internlaster innebærer belysning, teknisk utstyr, oppvarming av tappevann og varmetilskudd fra personer. Oversikt over normerte inndata for disse parameterne finnes i NS3031: 2014. Hvordan verdiene for internlaster føres inn i SIMIEN vises i figur 21. [60]

Navn: Internlaster

Belysning Tappevann
 Teknisk utstyr Personer

Belysning | Teknisk utstyr | Tappevann | Varmetilskudd personer | Kommentar

Separate verdier for hver enkelt måned

	Midlere effekt [W/m ²]	Varmetilskudd [%]	Varmetilsk. med gitt sonestørrelse:
I driftstiden:	1,95	100,00	343 W
Utenfor driftstiden:	0,00	100,00	0 W
Helg/fridager:	0,00	100,00	0 W

AM PM

Driftsmønster settes ved å klikke på ringen rundt klokken. Brun markering angir driftstiden. Den innerste ringen setter hele timer, den midterste ringen setter halvtimer, Den ytterste ringen setter kvarter.

Årlig energibruk for belysningen: 11,4 kWh/m²

Gjennomsnittlig varmetilskudd over året (alle interlaster): 4,0 W/m² Hjelp

Figur 21: Interlaster i SIMIEN [57]

For belysning markeres timene der det er forventet at rommet er i bruk og belysning er en nødvendighet. Ut i fra antall armaturer, hvilken effekt de har og hvor stort areal det er på rommet, beregnes midlere effekt [W/m²]. Årlig energibruk for belysning er oppgitt i SIMIEN og beregnes ved å multiplisere antall årlige brukstimer med midlere effekt. Ved evaluering mot byggeforskrifter og energimerking bruker SIMIEN faste verdier for driftstid og effekt fra NS3031.

For det tekniske utstyret fylles det inn samme type opplysninger som for belysning; brukstimer og midlere effekt. Neste punkt er tappevann. Her fylles det inn informasjon om midlere effekt, varmetilskudd [%] og vanndamp [g/h]. Parameterne fylles inn for både driftsdager og helger/fridager. Til slutt legges dataene om varmetilskudd fra personer inn. Her oppgis gjennomsnittlig varmetilskudd [W/m²]. Gjennomsnittlig varmetilskudd beregnes ved å multiplisere antall personer som bruker rommet, prosentandel av dagen de bruker det, effekten de avgir og dele summen på gulvarealet til rommet. [60]

8.1.8 Varmeanlegg

I SIMIEN er det mulig å legge inn oppvarmingsanlegg. For oppvarmingsanlegg fylles det inn kapasitet til oppvarmingssystemet, driftsstrategi og driftsstrategi sommer. Dette vises i figur 22.

The screenshot shows the 'Inndata for oppvarmingsanlegg' (Input for heating system) window. At the top, there are navigation buttons: '<< Forrige side' (Previous page), 'Inndata for oppvarmingsanlegg', and 'Neste side >>' (Next page). Below these is a 'Navn' (Name) text input field and a checkbox labeled 'Annen driftsstrategi i sommertid' (Other operating strategy in summer). The main content area has four tabs: 'Kapasitet oppvarmingssystem' (Heating system capacity), 'Driftsstrategi' (Operating strategy), 'Driftsstrategi sommer' (Operating strategy summer), and 'Kommentar' (Comment). The 'Kapasitet oppvarmingssystem' tab is active and contains the following fields: 'Maksimal avgitt effekt [W/m²]' (Maximum output power) with a value of 50,0; 'Maksimal effekt med gitt gulvareal' (Maximum power with given floor area) with a value of 600 W; 'Konvektiv andel avgitt effekt' (Convective share of output power) with a value of 0,5; a checkbox for 'Oppvarming med vannbårent distribusjonsanlegg' (Heating with water-based distribution system); 'Turtemperatur [°C]' (Supply temperature) with a value of 38,0; 'Returtemperatur [°C]' (Return temperature) with a value of 32,0; and 'Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(l/s)]' (Specific pump power) with a value of 0,50. A 'Hjelp' (Help) button is located at the bottom right of the window.

Figur 22: Oppvarmingsanlegg i SIMIEN [57]

Under kapasitet til oppvarmingsanlegget bestemmes maksimal avgitt effekt, konvektiv andel avgitt effekt og om det er oppvarming med vannbårent distribusjonsanlegg. Deretter er det driftsstrategi der standard verdier for temperatur og driftstimer blir brukt for yrkesbygg. Driftsstrategi sommer viser eventuelle avvik for temperatur og driftstimer ved sommerstid. [60]

8.1.9 Kjøleanlegg

Kjøleanlegg benyttes til kjøling av innretninger og installasjoner. Her fjernes enten varme fra systemet eller så utsettes systemet for miljø med lavere temperatur. For kjøleanlegg legges det inn inndata for kjølesystemet og driftstid. Hvordan dette kan implementeres i SIMIEN er vist i figur 23.

The screenshot shows the 'Inndata for lokal kjøling (i sonen)' form in SIMIEN. At the top, there are navigation buttons: '<< Forrige side', 'Inndata for lokal kjøling (i sonen)', and 'Neste side >>'. Below this is a 'Navn' field. The main form is titled 'Inndata kjølesystem' and has three tabs: 'Inndata kjølesystem', 'Driftstid', and 'Kommentar'. The 'Inndata kjølesystem' tab is active. It contains two radio buttons: 'Kjølingen reguleres etter lufttemperaturen i sonen' (selected) and 'Kjølingen reguleres etter operativ (følt) temperatur i sonen'. Below these are input fields for 'Settpunkttemperatur [°C]' (22,0), 'Maksimal levert effekt [W/m²]' (40,0), and 'Konvektiv andel kjøling' (0,5). To the right of the 'Maksimal levert effekt' field, the text 'Kjøleeffekt ved gitt gulvareal: 480 W' is displayed. A checked checkbox 'Kjøling via vannbårent distribusjonsanlegg' is present. Below it are input fields for 'Turtemperatur [°C]' (13,0), 'Returtemperatur [°C]' (17,0), and 'Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(l/s)]' (0,60).

Figur 23: Kjøleanlegg i SIMIEN [57]

For inndata kjølesystem fylles informasjon om settpunkttemperatur, maksimal levert effekt [W/m^2] og konvektiv andel kjøling inn. I tillegg velges det om kjølingen reguleres etter lufttemperaturen i sonen eller operativ temperatur i sonen. Hvis kjøleanlegget opererer med kjøling via vannbårent distribusjonsanlegg kan data for turtemperatur, returtemperatur og spesifikk pumpeeffekt [$\text{kW}/(\text{l}/\text{s})$] føres inn. Under driftstid fylles det inn ulike driftstimer anlegget opererer med. Det gjøres ved å fylle inn starttidspunkt og sluttidspunkt i SIMIEN. I tillegg settes startdato og stoppdato for anlegget, og om det bare er aktivt deler av året. Det kan også krysses av for om det ikke er kjøling på dager uten drift. [60]

8.1.10 Øvrige elementer

I SIMIEN kan inndata for skillevegg, himling eller gulv legges inn. Det blir gjort for å få med varmeledningsevnen disse har. Her velges om overflaten til disse grenser mot et rom med samme temperatur eller ikke, samt hvilken varmeledning innvendig sjikt har. Figur 24 og figur 25 viser hvordan dette implementeres. Det er mulig å legge inn egendefinert sjikt hvis dette kan dokumenteres.

<< Forrige side Inndata for skillevegg, himling eller gulv Neste side >>

Navn: Himling - tung Størrelse: Areal [m²]: 232.0

Skillekonstruksjonen vender mot: Inndata konstruksjon Kommentar

Rom/soner med samme temperatur

Rom/soner definert her:

Temperatur sommer [°C]: 25,0 Relativ luftfuktighet sommer [%]: 60,0

Temperatur vinter [°C]: 21,0 Relativ luftfuktighet vinter [%]: 40,0

Luftskifte m. soner [m³/h]: 0 CO2 konsentrasjon [PPM]: 600

Denne sonetypen skal primært brukes for rom/soner der temperaturen ikke svinger med utetemperaturen. I evalueringer blir ikke skillekonstruksjoner mot denne typen soner tatt med ved sammenligning mot U-verdier eller i varmetapsbudsjettet.

Uoppvartet rom/soner:

Uoppvartet loftsrom/ventilert kaldt loft

Egendefinert uoppvartet sone

Varmetapsfaktor: 0.93

Hjelp

Figur 24: Implementering av himling: Valg av temperaturforhold [57]

<< Forrige side Inndata for skillevegg, himling eller gulv Neste side >>

Navn: Himling - tung Størrelse: Areal [m²]: 232.0

Skillekonstruksjonen vender mot: Inndata konstruksjon Kommentar

Type: Vegg/dør Vindu Himling Gulv

Konstruksjon: Standard konstruksjon

Egendefinert konstruksjon:

Uverdi [W/m²K]: 0.25

Varmelagring innvendig sjikt: Tung himling

Egendefinert sjikt:

Effektiv varmekapasitet [Wh/m²K]: 63.0

Hjelp

Figur 25: Implementering av himling: Valg av konstruksjonsmateriale [57]

Et annet element som kan legges inn i SIMIEN er kjellerelement. Her legges det inn gulvareal, lengde på yttervegger, midlere høye vegger (gjennomsnittlig høyde fra kjellergulv til terrengnivå), tykkelse på vegger, gulvkonstruksjon og grunnforhold. [60]

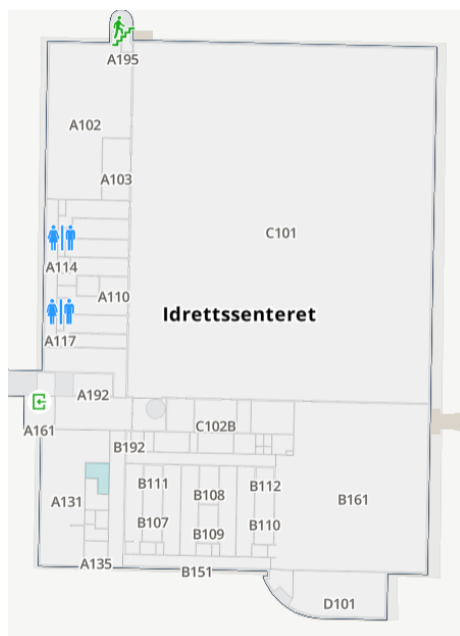
9 Casestudie av Geologibygget og Dragvoll Idrettssenter

Casen ble valgt som følge av at den gir et godt grunnlag for å se på ulike aspekter ved ny og eksisterende energimerkeordning. Utgangspunktet for valg av bygg var at de skulle være frittstående, det vil si ingen varmeoverføring mellom ulike bygg. Grunnen til dette er at det er utfordrende å beregne energibruk og dermed energimerke bygg som ikke er frittstående. Samtidig var det viktig å velge bygg der det forelå gode energi- og konstruksjonsdata. Det ble derfor besluttet å kontakte NTNU Eiendom heller enn et eksternt firma, da det kunne være enklere å få tilgang til data. Informasjonen som fremkommer i dette kapitlet er informasjon mottatt fra NTNU Eiendom i form av mailer, samtaler og SIMIEN-filer. [17, 64, 65]

Et viktig aspekt i det nye forslaget til energimerkeordningen er hvordan fjernvarme behandles sammenlignet med eksisterende ordning. Derfor var det også viktig å se på et bygg som hadde fjernvarme som energikilde. Med bakgrunn i dette ble Geologibygget på Gløshaugen og Dragvoll Idrettssenter valgt. Casestudien består av energimerking av begge byggene, der merking ved både eksisterende energimerkeordning og forslag til ny ordning er gjennomført. Dette kapitlet gir en innføring i konstruksjon, funksjon og energibruk i de ulike byggene.

9.1 Dragvoll Idrettssenter

Dragvoll Idrettssenter ble bygget i 1998, og har adresse Loholt alle 81, 7049 Trondheim. Eier av bygget er Studentsamskipnaden i Trondheim. Bygget er klassifisert som idrettsbygg, og består av en idrettshall og kontorlokaler. Idrettshallen befinner seg på vestsiden av bygget og går over én etasje. Kontorlokalene er inndelt i fire etasjer og ligger på øst- og nordsiden av bygget. De tre første etasjene utgjør høyden til idrettshallen, mens 4. etasje ligger over høyden til resten av bygget. Et oversiktsbilde av bygget fra 1. etasje vises i figur 26 og 4. etasje figur 27.



Figur 26: Dragvoll Idrettssenter oversiktsbildet 1. etasje [66]

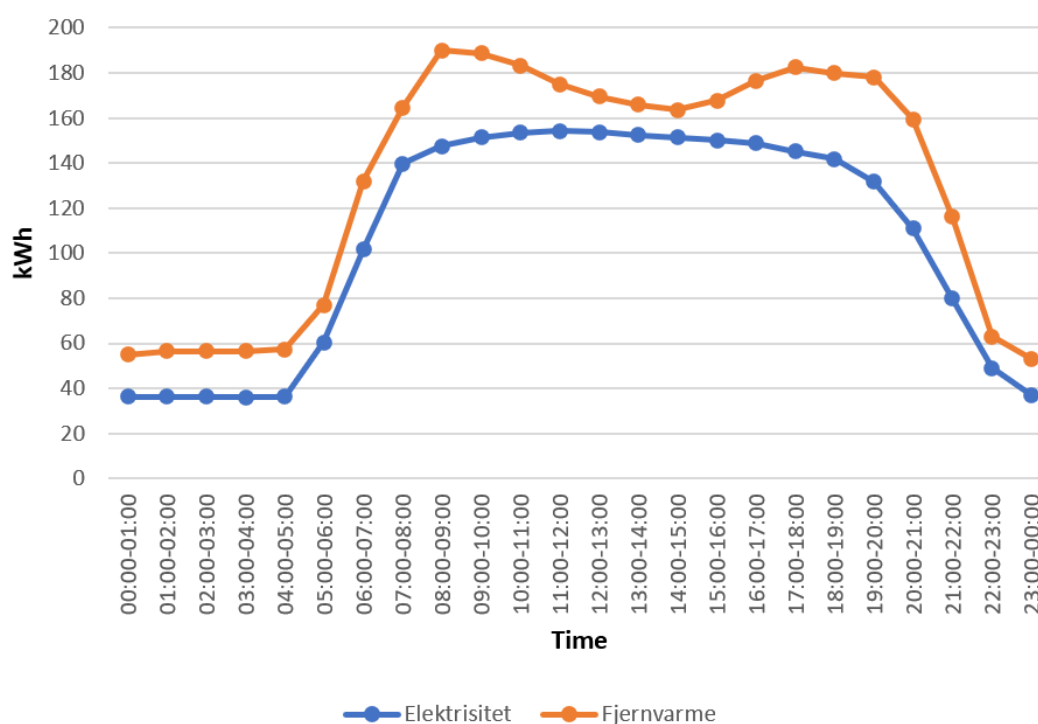


Figur 27: Dragvoll Idrettssenter oversiktsbildet 4. etasje [66]

Den delen av bygget som består av en idrettshall er som sagt klassifisert som idrettsbygg. Likevel blir bygget benyttet som eksamenslokale to måneder i året og vil dermed ha behov for en annen type bruk av ventilasjonsanlegget i disse månedene enn resten av året. Det er derfor usikkert om bygget egentlig burde bli klassifisert som et kombibygget i stedet for et idrettsbygg. I energimerkingen som er foretatt i denne oppgaven er det valgt å legge fokus på byggets formål og ikke bruk. Idrettshallen klassifiseres derfor som et rent idrettsbygg og ikke et kombibygget.

9.1.1 Energibruk

Dragvoll Idrettssenter benytter både fjernvarme og elektrisitet som energikilder. Graf 28 viser en gjennomsnittlig døgnprofil av energibruken til bygget. Gjennomsnittet er beregnet fra perioden 21.06.2019-12.02.2020. Dataene er hentet fra reelle måledata der det kan ha forekommet avvik fra målt verdi og reell verdi. Effekttopper kan tydelig leses av fra grafen. Det er merkbart høyere energibruk på dagtid enn om natten.



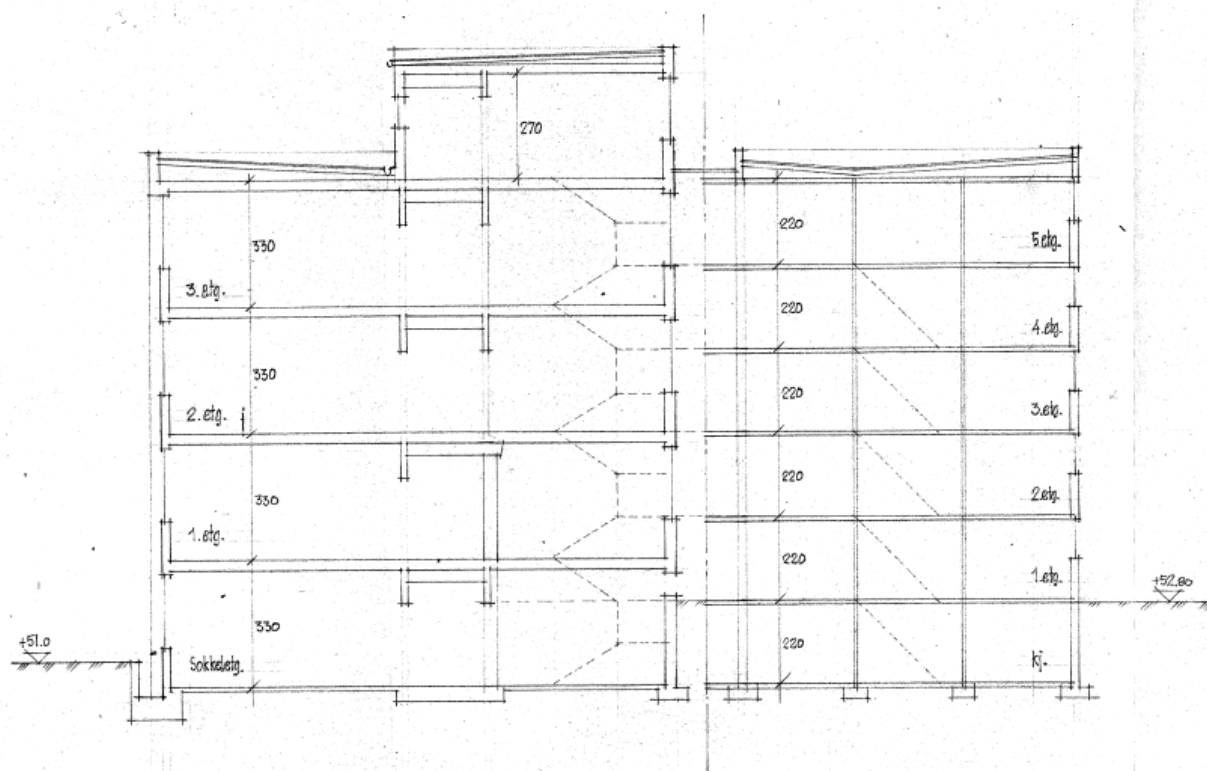
Figur 28: Gjennomsnittlig energibruk i løpet av en dag for Dragvoll Idrettssenter [67]

Målt levert energi viser at i løpet av ett år er det i gjennomsnitt brukt 883 524 kWh elektrisitet, og 1 030 730 kWh fjernvarme. Når energimerkingen blir gjennomført, tas det ikke utgangspunkt i disse reelle dataene, men standardiserte data.

Selv om Idrettssenteret fortsatt tar i bruk fjernvarme som energikilde er dette en energikilde som er tatt i bruk mindre og mindre de siste årene ved NTNU. Fra 2010 til 2014 gikk forbruket ned fra rundt 40 gigawattimer til 20 gigawattimer. Altså ble forbruket halvert i løpet av 4 år. Nedgangen skyldes at NTNU bygget en ny varmesentral og installasjon av ny kjølemaskin. Den nye teknologien kan kjøre året rundt og eliminerer dermed behovet for fjernvarme i månedene mai til september. [68]

9.2 Geologibygget

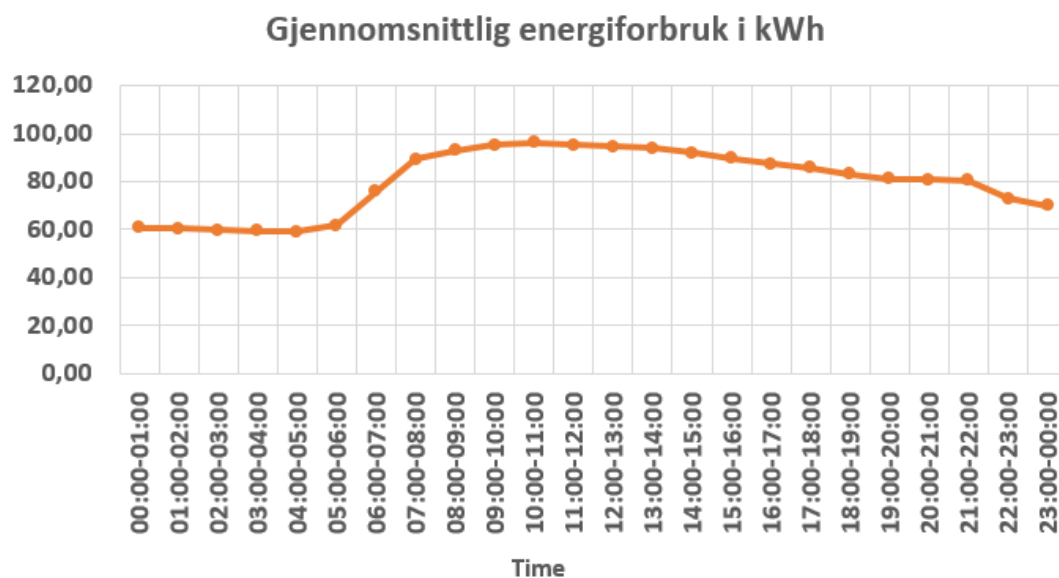
Geologibygget på Gløshaugen ble bygget i 1960, og har adresse Gløshaugen, NTNU, Høgskoleringen 6, 7034 Trondheim. Bygget er klassifisert som universitets- og høyskolebygg. Det brukes i dag som kontorer, lesesaler og undervisningsrom. Som en del av Geologibygget finnes også «Steintårnet» som består vesentlig av magasinplass for steinprøver i standardskap. Av hensyn til volumutnyttelsen er etasjehøyden 2/3 i forhold til etasjene i Institutt for Geologi. Etasjefordeling og takhøyde er vist i snittegning i figur 29. Ved energimerking av Geologibygget er det blitt delt mellom «steintårnet» og de øvrige delene Geologibygget. I 2002 ble fasader etterisolert og rehabilitert, samt at vinduene ble skiftet ut. Etter dette er det kun foretatt små innvendige ombygginger slik som flytting av vegger.



Figur 29: Snittegning av Geologibygget. Steintårnet til høyre. Tegning fra NTNU Eiendom.[69]

9.2.1 Energibruk

Energikilden til bygget er elektrisitet. Forventet levert energi viser at det i løpet av et år er 526976 kWh, dette er estimert fra beregninger i SIMIEN. Det er foretatt en gjennomsnittlig døgnprofil av energibruken i bygget i perioden 21.06.19 - 12.02.2020 som viser når på døgnet det brukes mest energi. Grafen 30 viser at det er lavest energibruk fra 23.00 - 07.00 og at det er et høyere forbruk midt på dagen. Dataene er hentet fra reelle måledata, det kan derfor ha forekommet nøyaktighetsfeil, men grafen gir likevel et estimert bilde av effekttoppene.



Figur 30: Gjennomsnittlig energibruk i løpet av en dag for Geologibygget på Gløshaugen [70]

10 Casestudie: Gjennomføring av energimerking

Dette kapitlet er fremstilt som et metodekapittel der energimerking ved eksisterende og ny ordning er gjennomført. Resultatene fra energimerkingen er fremstilt i påfølgende kapittel.

10.1 Energimerking med eksisterende metode

Ved energimerking med eksisterende metode er det lagt til grunn SIMIEN filer mottatt fra NTNU Eiendom [65, 64]. Enkelte verdier er oppdatert etter NS3031:2014 da filene inneholdt eldre standardverdier. Bruk av SIMIEN er forklart mer helhetlig i kapittel 8.

10.1.1 Dragvoll Idrettssenter

Dataene som er grunnlaget for energimerkingen ved bruk av eksisterende modell for Dragvoll Idrettssenter er hentet fra en SIMIEN fil fra NTNU eiendom.[65] Det har ikke vært mulig å undersøke dataene i etterkant, da dokumentasjon fra NTNU eiendom ikke har vært tilgjengelig. Verdiene er derfor antatt å være korrekte. Flere verdier fra SIMIEN filen er standardiserte verdier fra NS3031: 2007, men et utvalg av verdier er utdaterte da det er kommet ut ny versjon av standarden siden filen ble opprettet. Derfor har enkelte verdier blitt oppdatert etter NS3031:2014. De sentrale inndataene for Idrettssenteret, som er brukt under beregningene i SIMIEN, er vist i figurene 5, 6 og 7

Tabell 5: Inndata for konstruksjonen, Dragvoll Idrettssenter [65]

Beskrivelse	verdi
Areal yttervegger[m ²]	2573
Areal tak[m ²]	4450
Areal gulv [m ²]	4450
Areal vinduer og ytterdører [m ²]	812
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]	10120
Oppvarmet luftvolum [m ³]	48847
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,24
U-verdi tak [W/m ² K]	0,18
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,05
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,63
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	8,0
Normalisert kuledebroverdi [W/m ² K]	0,09
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	66
Lekkasjetall (n50) [h ⁻¹]	2,02
Temperaturvirkningsgr.varmegjenvinner [%]	40

Tabell 6: Inndata for oppvarming, kjøling og ventilasjon, Dragvoll Idrettssenter [65]

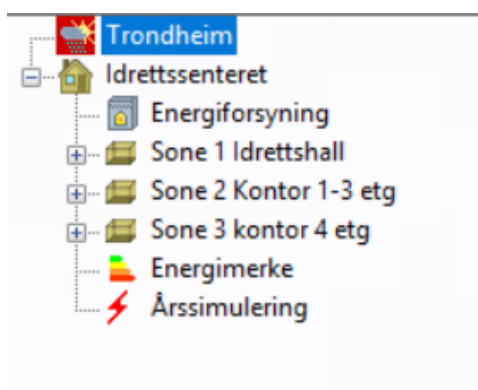
Beskrivelse	verdi
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]	40
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [KW/m ³ /s]	3,30
Luftmengden i driftstiden [(m ³ /h)/m ²]	17,99
Luftmengden utenfor driftstiden [(m ³ /h)/m ²]	2,19
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg	0,88
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]	110
Settpunkttemperatur for romoppvarming [C]	18,0
Systemeffektfaktor for kjøling	2,50
Settpunkttemperatur for romkjøling [C]	22,0
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]	0
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/s-1]	0,50
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/s-1]	0
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/s-1]	0,5
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/s-1]	0
Driftstid oppvarming (timer)	12,0

Tabell 7: Inndata for driftstid for ulike anlegg og internlast, Dragvoll Idrettssenter [65]

Beskrivelse	verdi
Driftstid kjøling [timer]	24,0
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 ²]	8,0
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	8,0
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,0
Varmetilskudd utstyr i driftstiden	1,0
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	9,50
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden	0,00
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	10,0
Total solfaktor for vindu og solskjerming	0,14
Gjennomsnittlig karmafaktor vinduer	0,20
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V)	0,92/0,96/0,97/0,94

Energikildene som er tatt i bruk for Dragvoll Idrettssenter er fjernvarme og elektrisitet. Disse kildene føres inn i energiforsyninger i SIMIEN som forklart i kapittel 8.1.2, der virkningsgrader beregnes ut ifra opplysningene som føres inn. Kjølefaktor og CO₂-faktor legges inn til slutt her. CO₂-faktor er oppdatert etter NS3031: 2014 og har verdien 130 g/kWh for elektrisitet og 75 g/kWh for fjernvarme. [58]

Bygget er klassifisert som idrettsbygg og kontorbygg. Det er derfor nødvendig å dele inn bygget i forskjellige soner, siden standardiserte verdier varierer for ulike klassifiseringer av bygg. I SIMIEN filen er det valgt å dele bygget inn i tre soner. Første sone inkluderer idrettshallen, andre sone inkluderer kontorarealene for 1.-3. etasje og tredje sone består av kontorarealene i 4. etasje. Grunnlaget for at kontordelen er delt i to er at 1.-3. etasje av kontorlokalene deler en vegg med idrettshallen, mens 4. etasje ikke gjør det. Det er derfor lagt inn soneskille mellom Idrettshallen og kontorbygg fra 1.-3. etasje i SIMIEN. I tillegg er det et soneskille mellom 4. etasje kontorbygg og 1.-3. etasje kontorbygg da disse sonene deler gulv/tak. Hvordan soneinndelingene er gjort i SIMIEN vises i figur 31. De tre forskjellige sonene har fått navnene Sone 1 Idrettshall, Sone 2 Kontor 1-3 etg og Sone 3 Kontor 4 etg.



Figur 31: Soneinndelinger for Dragvoll Idrettssenter [57]

Alle sonene er igjen delt inn i fasader, nord, sør, øst og vest. For sonene som er koblet sammen med skillevegger vil fasadene hvor det er sammenkobling utgå. Idrettshallen har for eksempel kun fasadene nord og øst, siden sør og vest fasaden til sonen er koblet sammen med fasader for sonen til 1.-3. etasje kontor. Hvordan soner og soneskiller legges inn i SIMIEN framkommer i kapittel 8.1.3. Fasader og deres innhold legges inn slik som beskrevet i kapittel 8.1.4.

Videre legges det inn innhold i fasadene. Her er elementene vindu og ytterdør inkludert. Idrettssenteret har vinduer på alle side sider av bygget, det er derfor ført opp vinduer på samtlige fasader. I stedet for å legge inn hvert enkelt vindu separat i SIMIEN, er de lagt inn som et vindu der totalarealet for vinduene på den utvalgte fasaden er ført inn. Ytterdøren befinner seg på østsiden til idrettshallen og er derfor plassert i fasade øst for sonen idrettshall i SIMIEN.

Gulv og tak legges så inn i sonene, metoden for dette er forklart i kapittel 8.1.10. Neste steg er å inkludere ventilasjonsanlegg i sonene. Både kontordelen og idrettshallen har behov for jevn ventilasjon. Det er derfor tatt i bruk CAV (Constant air volume) for alle sonene. For ventilasjonsanleggene fylles de relaterte dataene for luftmengde, tilluftstemperatur og driftstid inn. Hvordan verdiene er fylt inn for idrettshallen vises i figur 32. Anleggene for idrettshall og kontor 1-3 etg er satt til å ha driftstid fra kl. 07:00-21:00, mens for kontor 4 etg er driftstiden satt fra kl. 06:00-18:00.

Inndata for ventilasjon (avtrekk eller balansert)

Navn

Type

Balansert ventilasjon

Avtrekksventilasjon

Naturlig ventilasjon

Luftmengde	Tilluftstemp.	Driftstid	Komponenter	Avtrekksvp.	Nattkjøling	Kommentar
Tilluft i driftstiden [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="9,77"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		25011 m ³ /h
Tilluft utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		5120 m ³ /h
Tilluft helg/ferie [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		5120 m ³ /h
Avtrekk i driftstiden [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="9,77"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		25011 m ³ /h
Avtrekk utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		5120 m ³ /h
Avtrekk helg/ferie [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		5120 m ³ /h
<input type="checkbox"/> Redusert luftmengde når utetemperaturen er under [°C]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="-10,0"/>				
Redusert tilluftsmengde [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="5,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		12800 m ³ /h
Redusert avtrekksmengde [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="5,00"/>		Luftmengde ved gitt gulvareal:		12800 m ³ /h
<input type="checkbox"/> Separate luftmengder og SFP-faktor for bruk under evaluering og energimerking						
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="7,00"/>		Driftstiden for ventilasjonsanlegg er normert ved evaluering. Luftmengdene skal være antatte gjennomsnittsverdier i og utenfor driftstiden.. Dersom antatt luftmengde er lavere enn min. luftmengde (gitt i tabell A6 i NS3031) skal min. Min. luftmengde for valgt bygningskategori er 8 m ³ /hm ² i driftstiden og 2 m ³ /hm ² utenfor.		
Luftmengde utenfor driftstiden		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,00"/>				
SFP-faktor i driftstiden [kW/m ² /s]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="2,50"/>				
SFP utenfor driftstiden [kW/m ² /s]:		<input style="width: 50px;" type="text" value="1,50"/>				

Figur 32: Ventilasjonsanlegg for Idrettshallen implementert i SIMIEN

Internlaster legges også inn internt for sonene. Normerte inndata for internlaster for kontorbygg og idrettsbygg finnes i tillegg A i NS3031: 2014. Belysning, teknisk utstyr og varmtvann er oppført i tabell A.1 og varmetilskudd fra personer kan leses av i tabell A.2. Det er forklart hvordan internlaster legges inn i SIMIEN i kapittel 8.1.7.

Det er lagt inn tre forskjellige varmeanlegg i SIMIEN for Dragvoll Idrettssenter . Ett anlegg for hver sone i bygget. Varmeplanet for idrettshallen har driftstid fra 07:00-19:00, for kontor 1-3 etg og kontor 4 etg fra 06:00-22:00. Maksimal avgitt effekt for alle varmeanleggene er 75,0 W/m² og konvektiv andel avgitt effekt er 0,5.

Når alle data er blitt implementert i SIMIEN kan selve energimerket produseres. En XML-fil produseres på grunnlag av implementerte data og lastes opp til energimerking.no.

10.1.2 Geologibygget

Energimerking av Geologibygget er foretatt ut ifra data i SIMIEN fra NTNU Eiendom.[64] Det har ikke vært mulig å ettergå dataene i særskilt grad ettersom dette hadde krevd mye dokumentasjon fra NTNU Eiendom. Det anslås derfor at dataene fra NTNU Eiendom er korrekte. Enkelte standardverdier fra NS3031 har blitt oppdatert som følge av at det har kommet en ny versjon av standarden siden bygget ble energimerket. Tabell 8, 9 og 10 viser sentrale inndata som er brukt til beregning i SIMIEN.

Tabell 8: Inndata for konstruksjonen, Geologibygget [64]

Beskrivelse	verdi
Areal yttervegger[m ²]	1495
Areal tak[m ²]	620
Areal gulv [m ²]	620
Areal viduer og ytterdører [m ²]	578
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]	2944
Oppvarmet luftvolum [m ³]	8350
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,49
U-verdi tak [W/m ² K]	0,40
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,20
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,39
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	19,6
Normalisert kuledebroverdi [W/m ² K]	0,09
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	169
Lekkasjetall (n50) [h ⁻¹]	1,50
Temperaturvirkningsgr.varmegjenvinner [%]	76

Tabell 9: Inndata for oppvarming, kjøling og ventilasjon, Geologibygget [64]

Beskrivelse	verdi
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]	76
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [KW/m ³ /s]	3,13
Luftmengden i driftstiden [(m ³ /h)/m ²]	10,19
Luftmengden utenfor driftstiden [(m ³ /h)/m ²]	2,00
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg	0,89
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]	95
Settpunkttemperatur for romoppvarming [C]	20,0
Systemeffektfaktor for kjøling	2,50
Settpunkttemperatur for romkjøling [C]	22,0
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]	5
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/s-1]	0
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/s-1]	0,6
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/s-1]	0
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/s-1]	0
Driftstid oppvarming (timer)	12,0

Tabell 10: *Inndata for driftstid for ulike anlegg og internlast, Geologibygget [64]*

Beskrivelse	verdi
Driftstid kjøling [timer]	24,0
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^2]	7,1
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m^2]	7,1
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m^2]	11,0
Varmetilskudd utstyr i driftstiden	11,0
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m^2]	0,80
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden	0,00
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m^2]	6
Total solfaktor for vindu og solskjerming	0,33
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer	0,20
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V)	0,80/0,84/0,78/0,88

Energikildene til Geologibygget er elektrisitet og en luft-luft varmepumpe på taket på Steintårnet. Virkningsgradene til disse energikildene er lagt inn som forklart i kapittelet om energiforsyning i SIMIEN 8.1.2.

Geologibygget er som nevnt delt inn i to soner: Geologibygget og Steintårnet. Dette fordi de har ulik konstruksjon og har forskjellig driftsfunksjon som påvirker energiforbruket. Begge sonene er klassifisert som universitets- og høyskolebygg. Hver del er delt inn etter fasader: sør, nord, øst og vest. Som et underleimenet av fasadene er ytterdører og vinduer lagt inn, for mer detaljert beskrivelse se kapittel om oppdeling i fasader 8.1.4. Steintårnet og Geologibygget har en fasade som er delvis sammenfallende, derfor er det lagt inn en skillevegg under fasade nord til Geologibygget. Hvordan denne er lagt inn fremkommer av figur 33.

Inndata for skillevegg, himling eller gulv

<< Forrige side Neste side >>

Navn <input type="text" value="Geologi - Fasade N - mot tekn. rom"/>	Størrelse Areal [m ²]: <input type="text" value="23,5"/>
---	---

Skillekonstruksjonen vender mot Inndata konstruksjon Kommentar

Rom/soner med samme temperatur
 Rom/soner definert her:

Temperatur sommer [°C]:	<input type="text" value="15,0"/>	Relativ luftfuktighet sommer [%]:	<input type="text" value="60,0"/>
Temperatur vinter [°C]:	<input type="text" value="5,0"/>	Relativ luftfuktighet vinter [%]:	<input type="text" value="40,0"/>
Luftskifte m. soner [m ³ /h]:	<input type="text" value="0"/>	CO2 konsentrasjon [PPM]:	<input type="text" value="600"/>

Denne sonetypen skal primært brukes for rom/soner der temperaturen ikke svinger med utetemperaturen. I evalueringer blir ikke skillekonstruksjoner mot denne typen soner tatt med ved sammenligning mot U-verdikrav eller i varmetapsbudsjettet.

Uoppvarmet rom/soner:

Uoppvarmet loftsrom/ventilert kaldt loft
 Egendefinert uoppvarmet sone

Varmetapsfaktor:

Figur 33: Vegg fra Geologibygget mot Steintårnet. Lagt inn som skillevegg i SIMIEN [57]

Videre er det lagt inn yttertak, kjellerelement, himling og skillevegger. Hvordan dette utføres i praksis fremkommer av kapittelet om SIMIEN 8. Det fremkommer av inndataene, tabell 8, at U-verdiene for vinduer og tak er noe dårligere sammenlignet med nyere byggetekniske forskrifter. Kuldebroverdien er basert på utregnet U-verdi for vegger. Geologibygget ble etterisolert utvendig i 2002. Etter det regnes kuldebroene her som mindre, men de er fortsatt veldig store for Steintårnet. Lekasjetallet er vurdert til 1,5 grunnet kompakt bygning med vegger i betong, samt mindre utettheter i forbindelse med vinduer og eldre dører.

I Geologibygget har de to ventilasjonssystemer. Ett for grunnventilasjon og ett for auditorium. Grunnventilasjon dekker de fleste etasjer med unntak av Steintårnet, lager, dusjer og garderober i sokkel. Ventilasjonen i auditorium dekker i sokkeletasjen. Begge anleggene er av typen CAV: Constant air volume. Begge anleggene driftes fra kl.06.00-18.00. Utenom dette er de ikke i bruk. Det er derfor lagt inn verdier for minste tillatte luftmengder utenfor driftstid iht. NS3031, tabell A.6.

Romoppvarming i Geologibygget er basert på elektriske panelovner og elektrisk gulvvarme, samt varmepumpe/luftvarmeanlegg. Det er lagt inn et varmeanlegg med effekt på 50w/m² med en konvektiv andel avgitt effekt på 0,5 som er en standardverdi brukt i SIMIEN. Varmeanlegget er satt til å ha 12 timers drift, fra 06.00-18.00. Det er varmepumpe med lufteanlegg kombinert med luftkjøling installert på taket som bidrar til aircondition i Steintårnet fra sokkel til 5.etasje. Dette er lagt inn som kjøling i SIMIEN med en maks avgitt spesifikk effekt på 4,9 kW. Det antas at denne er i kontinuerlig drift.

Det er lagt inn standardverdier hentet fra NS3031:2014 for internlastene. Hvordan internlasten legges inn fremkommer i kapittel 8.1.7. Fordi det er automatisk styring av lys i store deler av Geologibygget kan dette bidra til at standardisert belysningseffekt reduseres med 20 %. Etter at alle data er lagt inn i SIMIEN kan simulering av energimerket foretas.

10.2 Energimerking ved bruk av ny ordning

I denne delen av oppgaven er Dragvoll Idrettssenter og Geologibygget på Gløshaugen energimerket etter det nye forslaget. Det er først beskrevet en generell metode som gjelder for begge byggene, deretter er energimerkingen av hvert bygg beskrevet. Resultater fra beregningene følger i påfølgende kapittel.

Det er ikke utarbeidet en veileder for energimerking av bygg etter den nye ordningen. Derfor er det utført enkelte beregninger i SIMIEN og enkelte beregninger manuelt basert på verdier fra SN/TS3031. Samtidig er det faktorer i forslaget til den nye energimerkeordningen som ikke er konkretisert, som for eksempel vektingsforholdet mellom energi og effekt. Det er derfor prøvd ut ulike vektingsfaktorer.

10.2.1 Generell metode

Den nye modellen består av, som fortalt i kapittel 5, en vektet sum basert på energipoeng og effektpoeng. Energipoengene beregnes på lik måte som ved eksisterende modell, men med verdier oppdatert etter SN/TS3031:2016 for internlastene. Effekt har tidligere ikke vært en del av energimerkeordningen, så for disse beregningene eksisterer det enda ikke en veileder. Det er tenkt at veileder for effekt skal utvikles når ordninger trer i kraft.

Det første som blir gjort er å implementere standardverdier for internlast basert på SN/TS3031 i den samme SIMIEN filen som for eksisterende ordning. Verdiene som er brukt er oppgitt i vedlegg A, tabell 13. Som vist i vedlegget varierer disse verdiene for ulike bygningskategorier. Deretter simuleres ett nytt energimerke. Fra dette energimerket er det kun informasjonen om energiforbruk for normalisert klima som er relevant. Energiforbruket sammenlignes med grafen for poengskala energiforbruk. De ulike bygningskategoriene er vist i vedlegg A, figur 42 og 43.

For effektpoeng er det ikke utarbeidet en veileder enda, men Multiconsult har utarbeidet en metode i samarbeid med Enova for å beregne effektpoengene. Det er denne metoden som benyttes i denne oppgaven. Det er først gjennomført en vintersimulering i SIMIEN, i samme fil som for beregning av energipoeng. Simuleringen er satt til standardverdiene for vintersimuleringen som er 3 driftsdøgn med dimensjonerende vinterforhold fra 16. januar.

Vintersimuleringen gir verdier for romoppvarming, romkjøling, ventilasjonskjøling og ventilasjonsvarme/varmebatteri. Disse verdiene adderes med verdier for internlastene tappevann, belysning, teknisk utstyr for den spesifikke bygningskategorien i tidsrommet 09.00 -10.00. Dette er timen i døgnet der belastningen på kraftnettet er stor, samme tidsrom er også brukt i forprosjektet. Videre blir det lagt til verdier for vifter og pumper. Verdiene for vifter og pumper er omtrentlige verdier fra Multiconsult som ikke er beregnet spesifikt for en bygningskategori. Det gir lite utslag totalt på beregningen i forhold til internlast og varme/kjøling. Både internlastene og verdier for pumper og vifter er multiplisert med oppvarmet BRA.

Denne utregningen gir et netto energiforbruk. For å få lest av antall effektpoeng må dette regnes om til levert effekt. Dette gjøres etter formel 3.

$$P_{Levert} = \frac{P_{Netto} * Dekningsgrad}{Virkningsgrad} \quad (3)$$

P_{Netto} er nettoeffekt. Dekningsgrad er hvor mange prosent energikilden dekker av energibehovet til romoppvarming, romkjøling, varmtvann, ventilasjonsvarme og ventilasjonskjøling. Virkningsgraden er basert på systemvirkningsgraden for energikilden, hvordan denne beregnes er vist i formel 2. Dette gir levert effekt, som igjen kan leses av på poengskalaen for effekt for gitt bygningskategori. Poengskalaene som er brukt er oppgitt i figur 44 og 45 i vedlegg A.

Til slutt beregnes den totale poengsummen til byggene ut ifra de oppnådde poengsummene for energi og effekt. Dette gjøres ved å benytte formel 1 oppgitt i kapittel 5.1. Vektingsfaktoren er ikke fastsatt enda. Derfor er det gjort beregninger ved bruk av utvalgte vektingsfaktorer. I denne oppgaven er 50/50, 70/30 og 30/70 valgt som vektingsfaktorer for energi og effekt.

Den totale poengsummen brukes deretter til å fastsette et energimerke. Skalaen for energimerket er ikke fastsatt enda. Det er derfor gjort noen forutsetninger for å komme frem til en energiskala. Dette er vist i vedlegg A.5.

10.2.2 Dragvoll Idrettssenter

For energimerkingen av Dragvoll Idrettssenter ved bruk av nytt forslag, er det lagt til grunn en eksisterende SIMIEN-fil og implementert verdier for internlaster for idrettsbygg med driftstid kl.08.00 -18.00 fra NS/TS3031:2016. Videre følges metoden beskrevet i 10.2.1. Beregningene fremkommer av vedlegg A. Dragvoll Idrettssenter er et kombibygget, der en del er kontor og en del er idrettshall. Dette medfører at det ved beregning av effektpoeng må verdier for internlastene og verdier for vifter og pumper beregnes hver for seg. Dette er vist i vedlegg A. Siden Dragvoll Idrettssenter er klassifisert som et idrettsbygg benyttes poengskalaen for idrettsbygg her.

10.2.3 Geologibygget

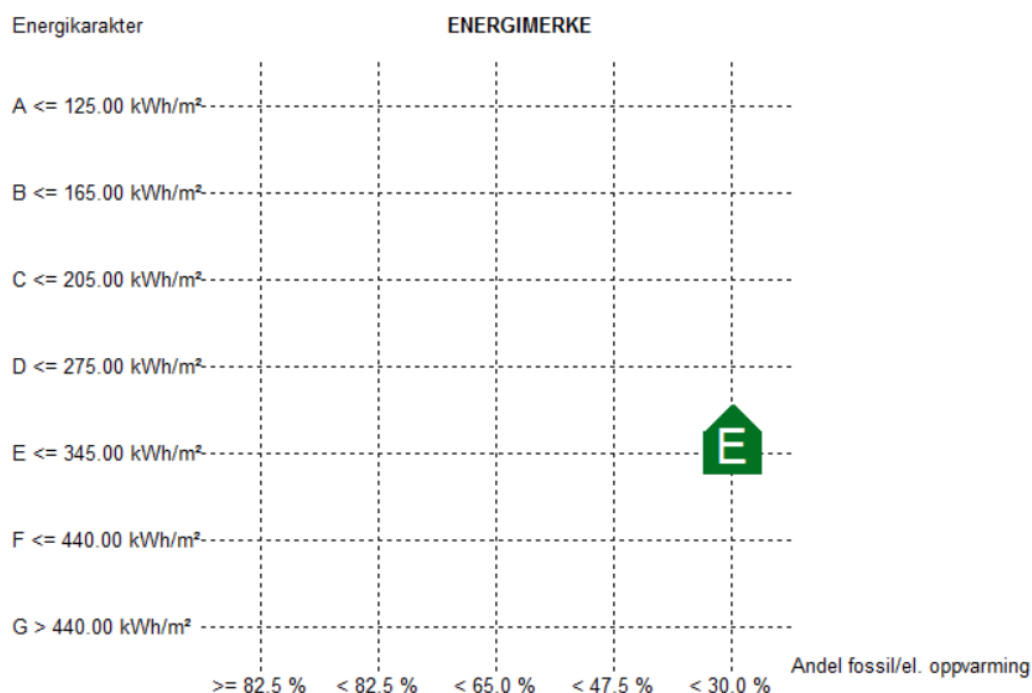
Geologibygget er definert som et universitetsbygg. Det er derfor implementert standardverdier for universitetsbygg fra NS/TS3031:2016 for internlastene i eksisterende SIMIEN fil. Videre følges metoden beskrevet i 10.2.1. Beregningene fremkommer av vedlegg A. Det er brukt poengskalaen for kontorbygg både for energi- og effektpoeng. Grunnen til dette er at det ikke er utarbeidet en poengskala for universitetsbygg. Ved sammenligning av internlaster for universitetsbygg og kontorbygg viser det seg at disse ikke avviker så mye, se tabell 13 vist i vedlegg A. Samtidig er skalaene for kontorbygg og universitetsbygg relativt like i eksisterende ordning.

11 Casestudie: Resultater

Kapittelet viser resultatene fra energimerkingen av byggene ved bruk av eksisterende og ny ordning.

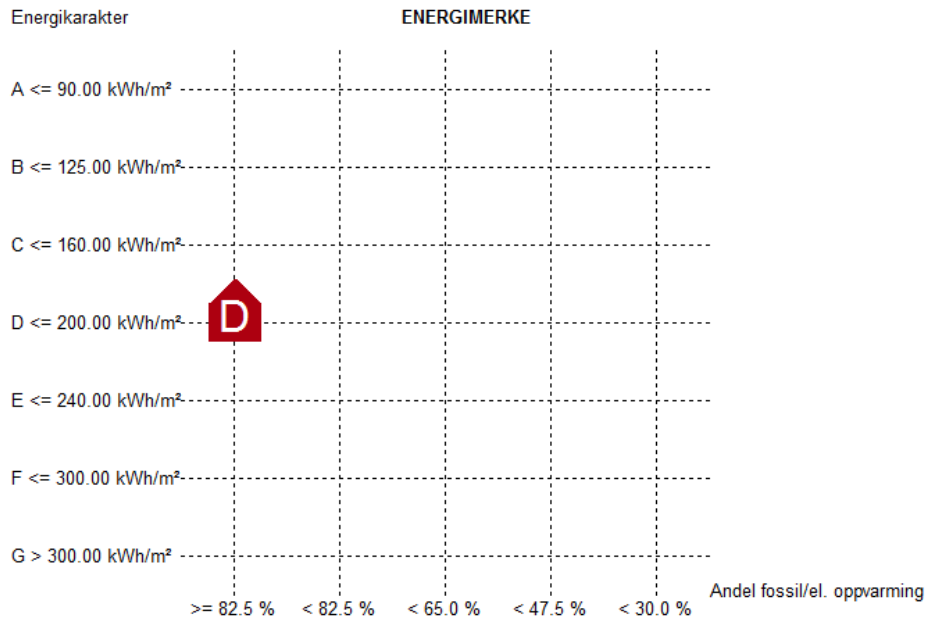
11.1 Resultater: Eksisterende ordning

Dragvoll Idrettssenter oppnår en grønn E ved simulering i SIMIEN. Energimerket kan leses av fra figur 34. Grunnen til at bygget har fått en grønn oppvarmingskarakter er at det i stor grad benytter fjernvarme som oppvarmingskilde. Energikarakteren E er et resultat av at bygget er bygd etter eldre forskrifter med et energiforbruk på 302 kWh/m².



Figur 34: Energimerke for Dragvoll Idrettssenter

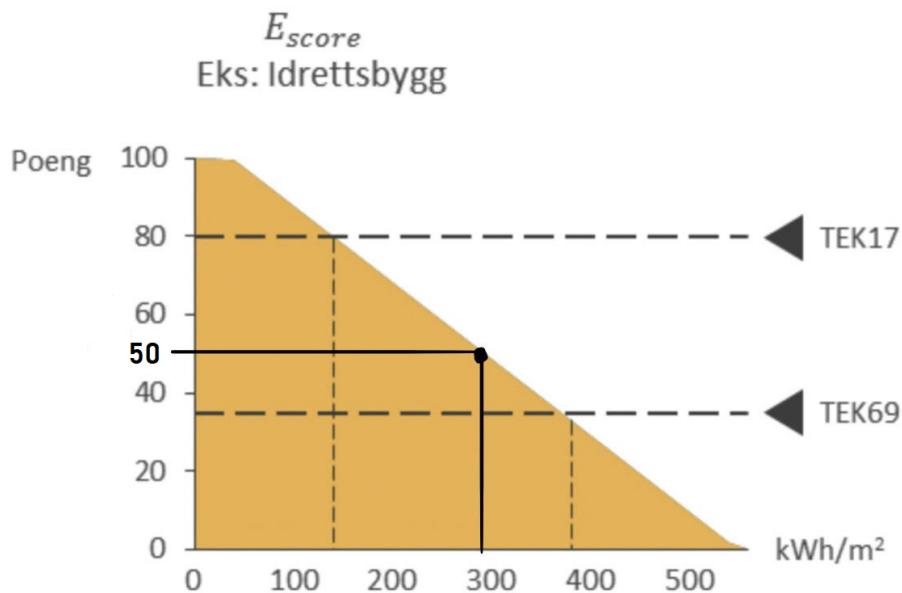
Geologibygget oppnår ved simulering i SIMIEN en mørkerød D. Dette er vist i figur 35. Grunnen til at energimerket blir mørkerødt, er at bygget bruker 90% elektrisitet til oppvarmingen. Elektrisitet blir regnet som ikke-fornybart i energimerkeordningen. Energikarakteren D oppnås ettersom bygget er bygd etter eldre forskrifter og har et energiforbruk på 179 kWh/m².



Figur 35: Energimerket for Geologibygget

11.2 Resultater Dragvoll Idrettssenter etter ny ordning

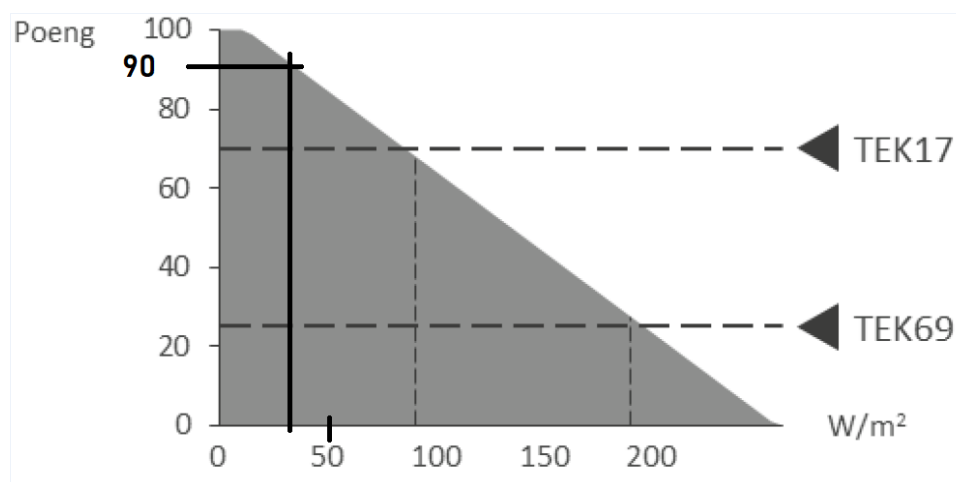
Simulering i SIMIEN gir et energiforbruk på 297kWh/m² under normalisert klima. Deretter kan det leses av fra grafen for poengskala energibruk, hvor mange energipoeng energiforbruket tilsvarer i poeng. Resultatet er vist i figur 36. Idrettssenteret oppnår 50 poeng.



Figur 36: Poengskala energibruk for idrettsbygg, der poengsum for Dragvoll Idrettssenter er markert

Vintersimuleringen gir at romoppvarming for Idrettssenteret har en belastning på 230kW og ventilasjonsvarme på 59kW. Siden Idrettssenteret ikke har rom- og ventilasjonskjøling, er disse verdiene lik null.

Resultatet fra beregningene viser at netto effekt er 208,5kW og levert effekt er 30,46 W/m². Beregningene fremkommer av vedlegg A.4. Levert effekt regnes så om til effektpoeng ved bruk av effektpoengskalaen for idrettsbygg. Resultatet kan leses av på grafen i figur 37. Effektpoengscoren til Dragvoll Idrettssenter blir dermed 90 poeng.

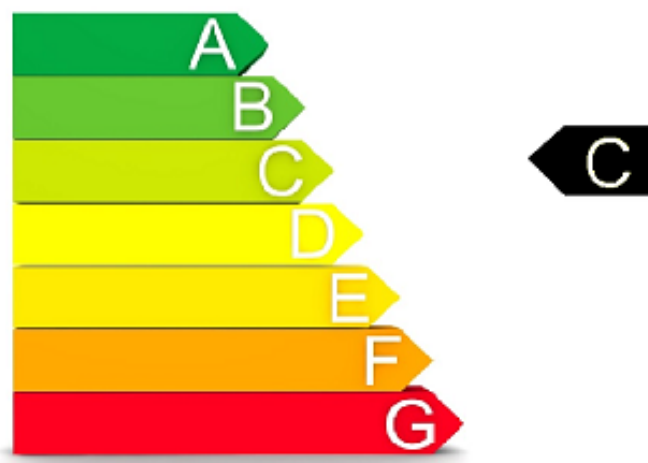


Figur 37: Effektpoeng for idrettsbygg, der poengsum for Dragvoll Idrettssenter er markert

Til slutt beregnes den totale poengsummen til Idrettssenteret ut ifra de oppnådde poengsummene for energi og effekt. Hvor mange poeng og hvilken karakter Idrettssenteret oppnår vises i tabell 11. Figur 38 viser hvordan dette ville sett ut grafisk etter forslaget til ny energimerkeordning. Karakterskalaen vises til venstre og oppnådd karakter er framstilt som en svart pil med bokstavkarakter til høyre i figuren.

Tabell 11: Poengsum oppnådd etter ny energimerkeordning for Dragvoll Idrettssenter med tilhørende bokstavkarakter

Vektingsforhold	Sum poeng	Karakter
30/70	78	C
50/50	70	C
70/30	62	D

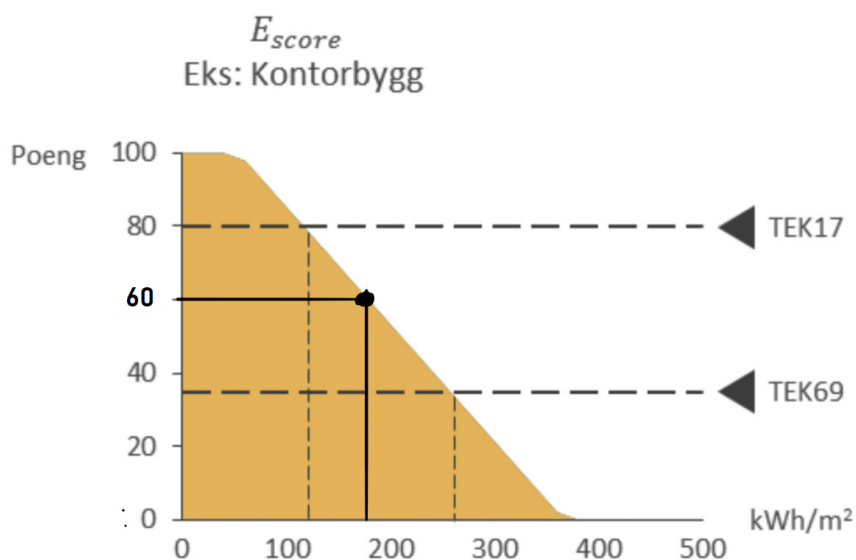


Figur 38: Oppnådd energimerke for Dragvoll Idrettssenter etter ny energimerkeordning gitt vektlegging 50/50

Som tabell 11 viser kommer Idrettssenteret bedre ut som følge av ny beregningsmodell. Som vist i kapittel 10.1.1 oppnådde Idrettssenteret en grønn E med eksisterende ordning. Med ny ordning oppnås det derimot karakter C med vektning 50/50 og 30/70. Med vektning 70/30 oppnås karakter D. Forbedringen av energikarakter kommer som følge av at fjernvarme ikke er med i beregningen av effektpoengene ettersom fjernvarme ikke belaster det elektriske kraftnettet. Energimerket for Dragvoll Idrettssenter som er oppnådd etter ny ordning er vist i figur 38.

11.3 Resultater energimerking av Geologibygget etter ny ordning

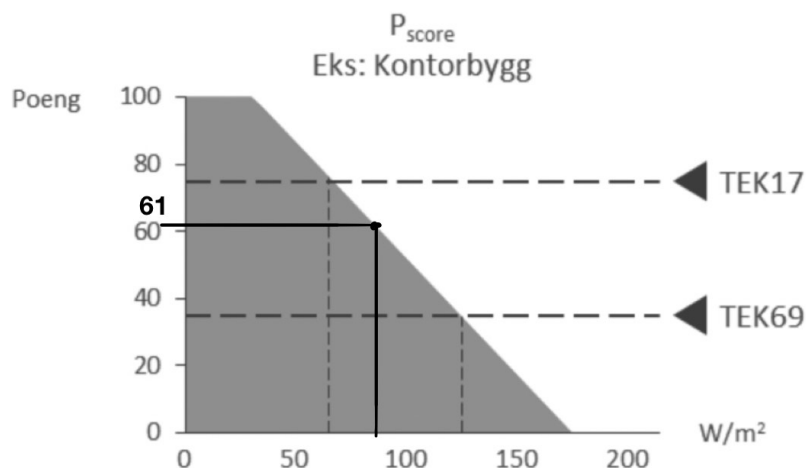
Simulering i SIMIEN gir et energiforbruk på 179 kWh/m² under normalisert klima. Hvor mange energi-poeng dette gir kan leses av fra poengskalaen vist i figur 39. Avlesning gir Geologibygget 60 poeng.



Figur 39: Poengskala for kontorbygg, der poengsum for Geologibygget er markert

Vintersimuleringen gir at romoppvarming har en belastning på 44,25kW og ventilasjonsvarme en belastning på 90,5 kW. Siden Geologibygget ikke har rom- og ventilasjonskjøling er disse verdiene lik null.

Resultatet fra beregningene gitt i tabell 14 i vedlegg A viser at netto effekt er 232,21 kW og levert effekt er 83,59 kW/m². Beregninger av levert effekt framkommer i vedlegg A.3. Hva dette tilsvarer i effektpoeng kan leses av på grafen i figur 40. Effektpoengscoren til Geologibygget blir dermed 61 poeng.



Figur 40: Effektpoeng for kontorbygg, der poengsum for Geologibygget på Gløshaugen er markert

Til slutt beregnes den totale poengsummen til Geologibygget ut ifra de oppnådde poengsummene for energi og effekt. Hvor mange poeng samt tilhørende bokstavkarakter Geologibygget har oppnådd vises i tabell 12.

Tabell 12: Poengsum oppnådd etter ny energimerkeordning for Geologibygget med tilhørende bokstavkarakter

Vektingsforhold	Sum poeng	Karakter
30/70	63,7	D
50/50	60,5	D
70/30	60,3	D

Tabell 12 viser at Geologibygget kommer likt ut med den nye beregningsmodellen sammenlignet med eksisterende ordning. Geologibygget oppnådde en rød D med eksisterende energimerkeordning. I ny ordning oppnås karakteren D med vektning 50/50, 70/30 og 30/70. Grunnen til at bygget kommer dårligere ut enn Idrettssenteret med ny ordning kommer av at bygget nesten bare benytter seg av elektrisitet som energikilde, og dermed belaster elektrisitetskraftnettet med omtrent all effekt som benyttes av bygget. Grafisk framstilling av energimerket for Geologibygget etter ny beregningsmodell er vist i figur 41. Karakterskalaen vises til venstre og oppnådd karakter er framstilt som en svart pil med bokstavkarakter til høyre i figuren.



Figur 41: Oppnådd energimerke for Geologibygget på Gløshaugen etter ny energimerkeordning

12 Diskusjon

I dette kapittelet diskuteres informasjonen som er kommet fram fra teorien og gjennomføringen av casestudiene for eksisterende og ny energimerkeordning. Det blir først tatt opp hvilke usikkerheter som kan ha påvirket resultatene, videre er resultat for eksisterende og ny energimerkeordning for byggene i casestudiet diskutert. Det er også foretatt en vurdering av energimerkeordningen som er lagt frem og hvilken påvirkning dette vil ha på husholdninger og yrkesbygg. Deretter er det foretatt en vurdering av hvilke hensyn som bør vektlegges når vektingsforholdet skal fastsettes av Olje- og Energidepartementet. Til slutt er det diskutert forholdet mellom faktisk bruk og estimert bruk.

12.1 Usikkerheter i resultater

Under beregningene for den nye energimerkeordningen ble det foretatt en rekke antagelser. Grunnen til det er at det er mange faktorer som ikke er fastsatt enda. Enova har levert inn et forslag på endringer i energimerkeordningen til Olje- og Energidepartementet, og det er opp til departementet å bestemme detaljene rundt endringene.

12.1.1 Vektningfaktor

Enova har blant annet foreslått at effekt skal tas med i beregningen av energimerket. Det er likevel ikke fastsatt et forslag om hvor mye innvirkning effekt skal ha på resultatet. I denne oppgaven er derfor resultatene presentert med tre forskjellige vektningfaktorer (30/70, 50/50, 70/30), slik at det er mulig å få et inntrykk av hvordan ulik vektlegging av effekt påvirker energimerkekarakteren til et bygg. Den endelige vektningfaktoren som blir vedtatt av Olje- og Energidepartementet kan avvike fra de som er framstilt i denne oppgaven, og utfallet for resultatene kan derfor bli annerledes når bestemt vektningfaktor benyttes i beregningene.

12.1.2 Karakterskala

Karakterskala er heller ikke bestemt. Enova har ikke kommet med et forslag for hvordan denne skal utformes. Det som er nevnt i forprosjektrapporten er at byggverk som er bygd etter dagens TEK, altså TEK17, skal tilsvare en B på karakterskalaen, og at omlag 15% av alle byggene i hver byggekasse skal oppnå en A eller B. De åpne forutsetningene gir mye spillrom for antagelser. Siden mange byggekasser har lav andel energimerkede bygg, spesielt kategoriene for yrkesbygg, er det utfordrende å lage et estimat for hvilke bygg som er i topp 15% sjiktet. Om flere bygg blir merket vil det bli lettere å lage en karakterskala som oppfyller dette punktet. Av dagens energimerkede bygg er det rundt 8% av byggene som oppnår en A eller B. Dette forslaget fra Enova vil derfor gi bygg mulighet til å oppnå en bedre karakter enn før, skalaen blir "snillere" om dette forslaget går gjennom.

I oppgaven er det tatt utgangspunkt i at byggverk konstruert etter byggeforskriften TEK17 skal tilsvare en B, slik Enova foreslår. Dette gir også en "snillere" skala enn dagens, da den sier at byggverk bygget etter dagens byggeforskrift skal tilsvare en C. Om TEK17 tilsvarer en B, vil karakteren B ligge på 80 poeng på poengskalaen. For å bestemme effekt- og energipoengsum for resterende karakterer for ny modell er energikarakterskala fra eksisterende ordning benyttet. Disse antakelsene gir forslaget til karakterskalaen som er presentert i denne oppgaven. Multiconsult, som også har produsert et forslag til karakterskala, kan ha lagt vekt på andre faktorer som grunnlag for sitt forslag. Deres forslag kan derfor avvike fra forslaget i denne oppgaven. Med utgangspunkt i dette kan skalaen brukt i denne oppgaven avvike fra det endelige forslaget til skala, noe som kan gi utslag i energimerket.

12.1.3 Effekt

Effekt har ikke vært inkludert i dagens energimerkeordning, og er derfor en ny faktor som tas med i den nye ordningen. Siden ny ordning ikke er vedtatt og prosjektet fortsatt er under utvikling har det ikke forekommet en norsk standard for beregning av effekt og effektpoeng. Det er heller ikke utarbeidet en ny versjon av SIMIEN som tar for seg beregninger med ny energimerkeordning. En ny versjon er ikke planlagt utgitt før endringene i energimerkeordningen er vedtatt. Med bakgrunn i dette er det foretatt enkelte antagelser for å få gjennomført effektberegninger.

I forprosjektrapporten til Enova fremkommer det at SN/TS3031 skal benyttes, basert på dynamisk energiberegning over ett eller flere vinterdøgn og beregnes for Oslo-klima (standard referanseklima). Det fremkommer også at standardverdier for beregninger av internlaster skal hentes fra den timen med størst effektbelastning. I tillegg skal det benyttes standardiserte driftstider slik at beregningene ikke blir avhengig av bruk. Ut ifra disse opplysningene/avgrensningene er det en del antagelser som er foretatt for å gjennomføre beregningene.

Antagelsene er gjort ut ifra anbefalinger og bistand fra Multiconsult. Vintersimuleringen er foretatt over 3 døgn over datoen 16. januar. Datoen er hentet fra automatiske data fra SIMIEN. Andre måter å bestemme dato på og tidsperiode for simuleringen ble vurdert. Bruk av en annen vurdering ville antageligvis gitt litt annerledes utfall på resultatverdiene fra simuleringen. Timen 09-10 for standardverdier fra SN/TS3031:2016 for internlaster er tatt i bruk for begge byggene i casestudien. I Enovas forprosjektrapport er det anbefalt å benytte timen 09-10 for kontorbygg, men det er ikke oppgitt en spesifikk anbefaling for idrettsbygg eller universitetsbygg. Det er derfor usikkert om det er riktig å benytte denne timen for disse bygningskategoriene også. Bruk av en annen time ville gitt et annet resultat enn det som fremkommer i denne rapporten.

12.1.4 Inndata fra NTNU Eiendom

Alle verdier som er implementert i SIMIEN, som ikke er standardverdier, er mottatt fra NTNU Eiendom. Det har i liten grad vært mulig å ettergå disse dataene. Det er derfor antatt at alle verdiene som er mottatt stemmer. NTNU Eiendom måtte i 2011 energimerke en rekke bygg som følge av innføring av energimerkeforskriften der det ble satt krav for energimerking av bygg. I og med at såpass mange bygg måtte energimerkes over relativt kort tid kan det foreligge feil i beregningene som er gjort av NTNU Eiendom. Om noen av dataene avviker fra virkelige verdier fører det til at resultat i oppgaven avviker fra virkelig resultat.

12.1.5 Ekstrapoeng

For ny energimerkeordning er det egentlig lagt opp til utdeling av ekstrapoeng. Disse gis til enkelte effektreduserende tiltak som er vanskelig å inkludere i beregningene. I casestudiene som er utført i denne oppgaven er det ikke inkludert noen ekstrapoeng. Det er en mulighet for enten Dragvoll Idrettssenter eller Geologibygget på Gløshaugen ville kunne oppnådd ekstrapoeng om det hadde blitt tatt med i vurderingen. Det ville i så fall endret totalpoengsummen til bygget, og på den måten påvirket endelig karakter for energimerket.

12.2 Energimerket Dragvoll Idrettssenter

Denne diskusjonsdelen tar for seg en sammenligning av energimerkene oppnådd på Dragvoll Idrettssenter med eksisterende og ny energimerkeordning. Samtidig er det også sett på hvilke forbedringer som kan gjøres for å oppnå et energimerket.

12.2.1 Sammenligning av energimerkene

Ut ifra beregningene gjort for eksisterende energimerkeordning oppnår Dragvoll Idrettssenter energikarakter E og oppvarmingskarakter mørkegrønn. Grunnlaget for oppnådd energimerke ligger i energikildene som er benyttet, samt effektivitet og de tekniske egenskapene til bygget. Siden bygget for det meste benytter fjernvarme, som regnes som grønn energi, oppnår det en god oppvarmingskarakter. Vurdering av fjernvarme på oppvarmingskalaen vises i figur 6 i kapittel 4.2. Resultatet av energikarakteren kan komme av at bygget ikke er bygd etter de nyeste byggeforskriftene, siden det ble bygd i 1998. Ifølge opplysningene fra NTNU Eiendom om bygget, har det heller ikke hatt nevneverdige oppgraderinger siden det ble bygd. Bygget faller derfor innenfor kategorien for bygg som er bygd innenfor eldre forskriftskrav enn dagens, som vanligvis gir en karakter mellom D og G.

Ved beregninger for ny energimerkeordning oppnår bygget en energipoengscore på 50 og en effekt-poengscore på 90 poeng. Samlet gir dette energimerket en samlet poengscore på 70 og karakteren C for bygget ved vektingsforholdet 50/50. Karakteren varierer ved bruk av ulike vektingsfaktorer. Selv om bygget er fra 1998 oppnår det en relativt god karakter med ny ordning ved vekting 50/50, mye på grunn av en høy effektpoengscore. Den høye effektpoengscoren kommer av at bygget benytter mye fjernvarme som energikilde. Fjernvarmen belaster ikke kraftnettet og effekt fra fjernvarme blir derfor ikke tatt med i beregninger av levert effekt. Den oppnådde energiscoren skyldes samme grunnlag som for dagens energimerkeordning.

Dagens energimerkeordning og ny energimerkeordning legger ikke de samme faktorene til grunn i vurderingen. Oppvarmingskarakter er for eksempel ikke en del av den nye ordningen. Det kan derfor ikke trekkes en sammenligning på dette punktet mellom de to ordningene. Effektberegningene er kun med i ny ordning og kan derfor også ikke brukes til sammenligningen mellom ordningene.

Det er likevel tydelig at Dragvoll Idrettssenter oppnår et bedre energimerke med ny ordning. Det skyldes flere faktorer. Fjernvarme er en viktig faktor. Ny energimerkeordning er lagt opp til å belønne energikilder som ikke belaster kraftnettet, for eksempel fjernvarme, slik at det blir mer attraktivt å ta i bruk. Det belønnes ved at effektbehovet til disse energikildene ikke blir tatt med i beregningene av levert effekt. Bygg som bruker disse energikildene vil dermed få en høyere effektpoengscore enn tilsvarende bygg som ikke benytter dem. Fjernvarmen som Idrettssenteret benytter seg av fører dermed til at bygget oppnår en høy effektscore og dermed høy karakter for energimerket. Dagens ordning som ikke tar hensyn til dette på annet hvis enn at energimerket oppnår en god oppvarmingskarakter, gjør at fjernvarmen ikke får like stor innvirkning her da oppvarmingskarakteren ikke får like stort fokus som det energikarakteren gjør.

En annen faktor er karakterskalaen. Som nevnt under usikkerheter i resultater legger forslaget til ny energimerkeordning opp til en karakterskala som enklere vil gi bygg bedre energikarakter ved å si at karakter B legger til grunn dagens byggeforskrift (TEK17). I tillegg foreslås det at 15% av alle bygg i hver byggeklasse skal oppnå karakter A eller B. Dette gjør at det blir lettere å oppnå en god karakter med ny ordning, og derfor er en av grunnene til at Dragvoll Idrettssenter har oppnådd en bedre karakter med ny ordning enn dagens energimerkeordning.

12.2.2 Eventuelle forbedringer av energimerket

Selv om Dragvoll Idrettssenter oppnår et godt energimerke med ny ordning, er det fortsatt rom for forbedringer. For effektpoengscoren på 90 poeng er det ikke så mye forbedringspotensiale, men for energipoengscoren på 50 poeng er det mange tiltak som kan gjennomføres for å gi bygget en høyere score. Blant annet kan vinduer og dører med lave U-verdier erstattes med mer energieffektive alternativer. Kuldebroer kan reduseres og bygget kan etterisoleres. Isolering vil bidra til bedre energipoeng. Grunnen til det er at isoleringen senker energibehovet fordi det ikke trengs like mye energi for å holde varmen i bygget stabilt. Siden bygget for det meste er forsynt av fjernvarme, som ikke belaster kraftnettet og derfor ikke er en del av levert effekt, vil isolasjon ha svært liten innvirkning på effektpoengene til bygget. Det er ikke gjennomført beregninger på hvor mye spesifikke tiltak kan forbedre karakteren i oppgaven, men tiltakene vil føre til en forbedring i resultat både med eksisterende og ny energimerkeordning.

12.3 Energimerket Geologibygget på Gløshaugen

Denne diskusjonsdelen tar for seg en sammenligning av energimerket oppnådd ved bruk av eksisterende og ny energimerkeordning. Det er også her sett på hvilke forbedringer som kan gjøres for å oppnå et bedre energimerke.

12.3.1 Sammenligning av energimerkene

Med eksisterende ordning oppnår Geologibygget en energikarakter D og en oppvarmingskarakter med fargen mørkerød. Grunnlaget for oppnådd energimerke ligger i energikildene som er benyttet, samt effektivitet og de tekniske egenskapene til bygget. Siden Geologibygget kun benytter elektrisitet som energikilde oppnår den fargen mørkerød. Resultatet av energikarakteren kan komme av at bygget ikke er bygd etter de nyeste byggeforskriftene, siden det ble bygd i 1960. Ifølge opplysningene fra NTNU Eiendom om bygget, har bygget kun hatt en større rehabilitering i 2002 som har ført til litt bedre U-verdier for vegger og vinduer. Likevel faller bygget innenfor kategorien for bygg som er bygget innenfor eldre forskriftskrav enn dagens, noe som vanligvis gir en karakter mellom D og G.

Beregninger gjort med nytt forslag til energimerkeordning oppnår Geologibygget en D ved alle vektingsforholdene som er satt i oppgaven. Grunnen til dette er at bygget oppnår relativt lik poengsum for energi- og effektpoeng. Beregning av energibehov er utført på samme måte som i eksisterende ordning. Bygget oppnår en mye lavere poengsum enn Idrettsseneret når det kommer til effekt. Dette kan forklares med at Geologibygget nesten bare bruker elektrisitet som oppvarming, noe som belaster kraftnettet betydelig på kalde dager og i tidsrom de fleste andre bruker strøm.

12.3.2 Eventuelle forbedringer av energimerket

Ettersom Geologibygget ikke endrer energimerke er det mer interessant å se på hva som kunne ha forbedret energimerket. Geologibygget slår dårlig ut på effektpoeng fordi store deler av energibehovet er hentet fra elektrisitet. Det er installert en luft-til-luft varmepumpe i Steintårnet som står for 10% av oppvarmingsbehovet. Denne er med på å redusere energibehovet fordi en varmepumpe tilfører mer energi enn den forbruker. Likevel er dekningsgraden så lav at det ikke gjør stort utslag. Ved å erstatte denne varmepumpen med en som har større dekningsgrad kunne energibehovet ha blitt redusert.

Varmepumpen gir derimot ikke et stort utslag på effektbehovet ettersom en luft-til-luft varmepumpe ikke gir tilstrekkelig varme på kalde dager, ettersom virkningsgraden varierer med temperatur. En varmepumpe basert på luft slår derfor ikke betydelig ut på beregning av effektpoeng, da den ikke yter høy effekt når belastningen på nettet er størst på kalde dager. I denne oppgaven er det brukt en COP-faktor på 2,45 for oppvarming. COP-faktoren vil derimot være lavere ved lave temperaturer. Dette har det ikke vært mulig å beregne ut ifra de data som er mottatt fra NTNU Eiendom. Nyere varmepumper kan ha noe høyere COP enn dette, likevel er effekten på svært kalde dager relativt lav.

En annen måte å oppnå høyere effektpoengscore er å bytte til en annen energikilde som ikke belaster kraftnettet. Dette kan for eksempel være fjernvarme eller biobrensel. Solceller belaster heller ikke kraftnettet, men siden de er væravhengige bidrar de ikke like mye de dagene det er overskyet. I dette bygget hadde bruk av fjernvarme og installasjon av solceller på taket vært det mest hensiktsmessige. Det er allerede flere bygg på Gløshaugen som benytter seg av fjernvarme, og det er derfor tilkoblingsmuligheter i nærheten. Det er ikke installert et vannbårent anlegg i bygget, noe som måtte ha blitt installert før fjernvarme kunne blitt tatt i bruk. Dette fører til høyere investeringskostnader ved bruk av fjernvarme. Et vannbårent anlegg med fjernvarme som energikilde har derimot flere fordeler mot elektrisk i forhold til brannfare, komfort, sentral styring/regulering og mye fleksibilitet med tanke på varmegjenvinning. Installasjon av andre energikilder er derimot ikke sett nærmere på i denne oppgaven.

Andre tiltak som kan forbedre energimerket er ulike energieffektiviseringstiltak, slik som å erstatte gamle vinduer med nye med lavere U-verdi, redusere kuldebroer og mer effektiv energistyring. Dette vil gi en besparelse på både effekt og energibruk. Tiltakene er ikke vurdert i denne oppgaven, men er tiltak som kan bedre energimerket både med eksisterende og ny ordning.

12.4 Vurdering av ny energimerkeordning

Eksisterende energimerkeordning har en rekke utfordringer som gjør at den ikke fungerer optimalt, og oppleves som utdatert. Mange av disse utfordringene har blitt besvart i forslaget til ny energimerkeordning, likevel er det også utfordringer med den nye ordningen. Dette kapittelet vil diskutere hvilke konsekvenser det nye forslaget fører med seg både generelt og for ulike bygningskategorier.

12.4.1 Karakterskalaen

For å få befolkningen til å benytte energimerkeordningen må ordningen fremstå som relevant. En spørreundersøkelse Enova har gjennomført i samarbeid med TNS viser at mange ser på dagens ordning som komplisert og vanskelig å forstå. Den todimensjonale utformingen av energimerket skaper forvirring, da mange ikke forstår hva som er best av en rød A og en grønn E. Energimerket får også vesentlig mer oppmerksomhet enn oppvarmingskarakteren. Begge disse utfordringene blir besvart i forslaget til ny energimerkeordning. Oppvarmingskarakteren har utgått blant annet som følge av at den er mindre relevant etter at forbudet mot oljefyring trådte i kraft i januar 2020.

Den nye ordningen består som vist i denne oppgaven av en samlet sum av energi- og effektpoeng. Denne samlede poengsummen bidrar til at energimerket kan fastsettes i en samlet energimerkeskala. Selv om skalaen er samlet kan det likevel være enklere for å få folk til å forstå hvordan energipoengene påvirkes enn effektpoengene, da energipoengene følger samme utregning som før. Det er derfor viktig at energiattesten viser tydelig hvordan effektbehovet i bygget kan reduseres. Samtidig kan en innføring av effekttariffer føre til at folk får et tettere forhold til effektbruk.

12.4.2 Poengskalaene

For den nye energimerkeordningen, slik Enova har foreslått den, er det inkludert en rekke poengskalaer. Det er skalaer for både energi- og effektpoeng, der hver av bygningskategoriene må ha hver sin skreddersydde poengskala for både energi- og effektbruk. Hver enkelt poengskala må finjusteres, og her er det mange feilmarginer som kan spille inn. Blant annet at flere bygningskategorier ikke har data for store deler av byggemassen som eksisterer i Norge. Det er derfor vanskelig å sette et nøyaktig estimat på hvilke bygg som for eksempel er innenfor topp 15% sjiktet, som Enova foreslår at skal oppnå en A eller B med ny energimerkeordning.

12.4.3 Energiattesten

Eksisterende energiattest består normalt sett av mellom 5 til 15 sider. Dette gjør at attesten oppfattes som omfattende og tunglest. For ny energimerkeordning er det lagt fram forslag om at energiattesten skal forkortes til en A4-side i papirformat der resterende informasjon finnes i en mer detaljert digital versjon. På papirformatet skal kun den mest sentrale informasjonen presenteres. Denne forandringen bidrar til at attesten blir mer lettlest og at flere folk forhåpentligvis setter seg inn i informasjonen som attesten formidler. I tillegg muliggjør den digitale versjonen av ny attest, dynamiske beregninger og oppdateringer av data som endrer seg over tid. Det kan være fordelaktig for folk å for eksempel kunne holde seg oppdatert på hva besparelsene med å gjennomføre tiltak er til enhver tid.

12.4.4 Påvirkning av husholdninger

Norge har et høyt boligareal per innbygger, og nordmenn har både råd og interesse for å ha en god standard på sine boliger. Gitt at aktivitetene i forhold til nybygg og renovering og oppussing er høy, er det i prinsippet gode muligheter til å gjøre energibruket mer bærekraftig. Det er derfor et stort potensiale å bruke energimerkeordningen som et virkemiddel til å få ned energibruken og øke den tekniske standarden på boliger.

Energibruken i private husholdninger har vært stabil de siste årene og forventes å være stabil i årene som kommer også, som vist i kapittel 2. Det som derimot vises er at de fleste husholdninger baserer sitt forbruk på elektrisitet. Noe som ved innføring av mer effektkrevende teknologier slik som el-biler og induksjonstopper vil kunne kreve større kapasitet av kraftnettet. Ved å legge vekt på effekt i den nye ordningen kan det stimulere til å legge om til energikilder som ikke belaster kraftnettet betydelig. Samtidig vil det gi boliger som allerede benytter seg av alternative energikilder, slik som fjernvarme, bioenergi eller solceller, uttelling for dette.

Energibruk har mye med komfort å gjøre som vist i kapittel 2.4.1 om energikultur. Det er derfor ikke sikkert at omleggingen av energimerkeordningen vil gi synlige resultater når det kommer til personers forhold til effekt- og energibruk. Mestring av hverdagens slit og tankegangen om at en har gjort seg fortjent til å unne seg litt ekstra, kan overstyre tanken om å være miljøbevisst. Hvis ikke individer selv greier å omsette egen miljømessige holdninger til praksis, kan det derimot være et alternativ å innføre mer energieffektive teknologier som bidrar til miljømessige valg. En energiattest bør derfor innbefatte tiltak til teknologiske lønninger som ikke nødvendigvis går på bekostning av komforten. I forslaget til ny energiattest er det for eksempel nevnt smart styring av elbil-ladning, varmtvann og oppvarming. Ut ifra teorien om energikultur er dette tiltak som kan bidra til å redusere effektuttaket.

Det er derimot ikke slik at effektbruken nødvendigvis vil gå ned som følge av smart styring av energibruket. Hvis alle skrur ned temperaturen i boligen når de drar på jobb, og skrur opp varmen rett før de kommer hjem, vil det bli store effekttopper som belaster kapasiteten til kraftnettet ettersom mange kommer hjem fra jobb samtidig. Dette vil også komme til å være dyrt når de nye effekttariffene innføres. Det er derfor viktig at energiattesten også peker på hva som skal til for å redusere effektbruken. For eksempel installere fjernvarme, benytte seg av bioenergi, eller andre effektreduserende tiltak.

Selv om privatpersoner kanskje forstår det nye energimerket bedre som følge av at det har blitt en skala, er det likevel en utfordring at et fåtall av boliger er energimerket. Det fremkommer av kapittel 3.3 at bare 30% av småhusene i Norge er energimerket, sammenlignet med 60% av boligblokker/leiligheter. Avviket skyldes at det er hyppigere salg og eierskifte av leiligheter/boligblokker enn småhus. Ettersom energimerking ikke er obligatorisk for boliger som ikke skal leies ut eller selges, vil derfor eldre bygningsmasse, gjerne småhus, ikke være energimerket. Det er derfor viktig at energimerkeordningen gjør det attraktivt å energimerke boligen frivillig.

Den nye energiattesten som er utformet kan bidra til dette. Ved at energiattesten er enkel å forstå, samt kommer med tiltak som kan øke verdien av boligen og også energibruken, kan dette bidra til at flere folk energimerker boligen sin. Det er også positivt at nytt forslag til energiattest legger opp til en digital plattform, noe som gjør det enklere å alltid ha en oppdatert attest, samt at det gir mulighet for dynamiske beregninger. Selv om energiattesten kan motivere flere til å energimerke og gjøre forbedringer på boligen sin, er det viktig at det gis informasjon om hvordan privatpersoner kan gjennomføre en energimerking når den nye ordningen tres i kraft.

Hvordan selve energimerket vil slå ut på småhus og boligblokker er ikke testet ut i bacheloroppgaven. Det er derfor ikke mulig å konstatere hvordan utfallet av energimerket blir for private husholdninger. Likevel vises det fra casestudiene, som er gjennomført, at bygg med energikilder som ikke belaster kraftnettet blir belønnet. Det antas derfor at dette også vil gjelde for småbygg og boligblokker. I tillegg er det kommet frem at ny karakterskala gjør det lettere å oppnå en god karakter. Det er derfor berettiget å påstå at gjennomsnittet for karakterene på småhus/boligblokker vil være høyere ved bruk av ny energimerkeordning enn ved dagens energimerkeordning.

12.4.5 Påvirkning av yrkesbygg

Alle yrkesbygg over 1000 m² må energimerkes, men det finnes i dag ikke noen oversikt over hvor mange yrkesbygg som er over denne størrelsen. Det er derfor vanskelig å anslå hvor stor andel yrkesbygg som er energimerket. I 2021 må de fleste yrkesbygg energimerkes på nytt grunnet at energiattesten kun har en varighet på 10 år og de fleste yrkesbygg fikk utstedt en energiattest i 2011. Dette er positivt i og med at det kommer til å synliggjøre endringene i det nye forslaget.

Som vist i kapittel 2 har yrkesbygg et større forbruk av fjernvarme enn det boliger har. Det nye forslaget til energimerkeordning vil i den sammenheng medføre at enkelte bygg med høyt forbruk av fjernvarme får et bedre energimerke. Dette ble også vist i denne oppgaven der Dragvoll Idrettssenter fikk bedre energimerke etter beregninger med det nye forslaget. Samtidig vil også bygg som bruker bioenergi få et positivt utslag i effektbruk, da energikilden ikke belaster kraftnettet, slik som bruk av direkte elektrisitet gjør gjennom for eksempel panelovner. Omlegging til å fokusere mer på effektbelastning i kraftnettet kan derfor medføre at det vurderes andre former for energikilder i flere bygg da dette fører til et bedre energimerke.

Det har i en lang tid vært fokus på energieffektivisering i yrkesbygg. Likevel har energibruken i yrkesbygg økt de siste årene, noe som delvis skyldes økte krav til innemiljø og teknisk infrastruktur. Med bakgrunn i dette er det derfor vanskelig å se om energibruken i yrkesbygg kommer til å minke betraktelig ved innføring av ny energimerkeordning. Formålet med energimerkeordningen er ikke direkte å minke energibruket til bygg. Det er heller «å sikre informasjon til markedet om boliger, bygningers og tekniske anleggs energitilstand og mulighetene for forbedring, for derigjennom å skape større interesse for konkrete energieffektiviseringstiltak (...)». [3] Ved at det blir gjort endringer i utformingen av energiattesten kan det stimulere til å gjennomføre ulike energieffektiviserings tiltak. Samtidig er det positivt at energiattesten blir gjort digital da yrkesbygg gjerne har flere forskjellige driftsoperatører gjennom sin levetid. En digitalisering kan derfor bidra til en større kommunikasjonsflyt.

12.5 Vektingsforhold

En sentral endring i energimerkeordningen i det nye forslaget som Enova har lagt fram i sin rapport er at effekt er tatt med i beregningen. Endringen medfører at det må utvikles et vektingsforhold mellom energi og effektbehov som bestemmer hvor mye vekt som legges på effektbehovet og hvor mye vekt som legges på energibehovet. For å utarbeide hva vektingsforholdet skal være må det tenkes ut hvilke hensyn som bør være en del av grunnlaget for hva det endelige vektingsforholdet for ordningen skal bli. Det er ikke kommet fram til et konkret forslag til vekting i denne oppgaven, men det er her fremstilt de hensynene som det i denne oppgaven menes at bør tas med i vurderingen av hva vektingsforholdet skal være. Det er Olje- og Energidepartementet som skal stå for den endelige avgjørelsen om vektingsforholdet.

Formelen for beregning av energimerket der vektingsfaktoren er inkludert, er oppgitt i kapittel 5 i formel 1. Forskjellige vektingsfaktorer gir ulike totalpoengverdier for byggene og kan igjen gi utslag på hvilket energimerke som oppnås. Dette vises i resultatene fra casestudiene. Fra tabell 11 og 12 er vektingstallene 50/50, 70/30 og 30/70 benyttet, som vil si at energipoeng og effekt teller 50% på første kolonne, energipoeng teller 70 % og effektpoeng 30% i andre kolonne og energipoeng 30% og effektpoeng 70% i siste kolonne. Fra tabellene vises det at vektingstallet endrer karakteren. For vektingstallet 70/30 oppnår Idrettssenteret, som har en stor andel fjernvarme, en D, mens for vektingstall 30/70 oppnår bygget karakteren C. Vektingstallet er derfor relativt avgjørende for utfallet til byggets energimerke. Det er dermed viktig at alle hensyn som påvirker hva vektingstallet ender opp på blir tenkt nøye gjennom.

Ut ifra beregninger i casestudiet er det derimot lite utslag på bygg der kun elektrisitet er brukt som energikilde. Geologibygget har kun en liten varmepumpe i tillegg til elektrisitet og oppnår karakter D for alle vektingsforholdene som er brukt i oppgaven. Vektingsforholdet har dermed liten innvirkning på dette bygget.

Lenge har det ikke vært fokusert på effektbruk i norsk energipolitikk. Det er først i de senere årene dette har kommet inn som en faktor. Mye av grunnen til dette er at det lenge har vært en konsensus at norsk fornybar vannkraft har kunnet dekke opp befolkningens energibehov. I de senere år med innlemmelse av nye teknologier slik som el-biler, induksjonstopper og flere elektriske maskiner har det derimot reist seg spørsmål om Norge har nok kraft til å dekke opp behovet.

Tall fra NVE viser at energibruken vil stabilisere seg med årene, likevel vil det være et økt behov for kraft på morgenen, ettermiddagen og særlig de kaldeste dagene. Hvis effektfokuset ikke blir vektlagt i norsk energipolitikk vil dette kunne føre til et større behov for utbygging av kraftnettet. En utbygging av kraftnettet vil føre med seg investeringskostnader i milliardklassen, det er derfor store fordeler med å minske effekttoppene. Samtidig kan en utbygging føre til et økt energiforbruk, noe som må demmes opp av andre energikilder enn vannkraft ettersom Stortinget har vedtatt en tilnærmet stans i utbygging av vannkraft. Andre energikilder kan være vindkraft og import av kraft via kraftkabler til utlandet. Dette har derimot vist seg å skape debatt de siste årene, som følge av de store naturinngrepene det fører med seg.

Det nye forslaget til energimerking legger opp at bruk av fjernvarme, biobrensel og egenprodusert strøm fra for eksempel solceller gir et bedre energimerke enn før. Dersom det er et politisk mål å stimulere til bruk av disse energikildene, så bør effekt få vektet sterkere enn energi da disse energikildene ikke belaster kraftnettet og dermed gir en god effektscore. I tillegg finnes det allerede flere lover og forskrifter, blant annet byggeforskrifter (TEK) som regulerer energibruken. Det er derfor kanskje en god ide at energimerkeordningen dekker flere områder og tar med effektbehov.

Likevel kan det diskuteres om bruk av fjernvarme er positivt i et klimaperspektiv. De fleste fjernvarmeanlegg baserer seg på forbrenning av avfall, noe som fører til store utslipp. Samtidig vil det på de kaldeste dagene ofte kjøres med spisslast som har høyere utslipp enn grunnlast. Det jobbes med å få på plass karbonfangst og lagring (CCS) flere steder. Dette vil redusere utslippene og bidra til at fjernvarme blir mer klimavennlig. Biobrensel har ikke stor utbredelse i Norge i dag, bare 6% av den totale energibruken kommer fra dette. Utnyttelse av solenergi har blitt mer attraktivt med årene, men solceller benyttes ofte som et supplement heller enn en primærkilde til energi. Det er uvisst om denne ordningen vil stimulere til økt bruk av disse energikildene, men i et utbyggingsperspektiv er det iallfall et håp om at dette kan bidra til å flytte effektbruket.

Målet er at vektingsforholdet skal være uavhengig av bygningskategori og byggeår. Dette vil gjøre ordningen mindre kompleks enn om det skulle vært utarbeidet et eget vektingsforhold for hver bygningskategori og hvert byggeår. Spørsmålet er da om et samlet vektingsforhold vil føre til for store avvik ettersom bygg har ulike krav og behov for energi. Dette er ikke blitt testet ut på reelle bygg enda, så det er usikkert å si hvordan utfallet blir.

12.6 Forskjell på faktisk bruk og estimert bruk

Både dagens og forslag til ny energimerkeordning legger til grunn standardiserte verdier for beregning av energimerket. Det vil si at energimerket er uavhengig av bruken av bygget, og ser dermed kun på hva hovedhensikten med bygget er og hvilken bruk det er bygd for. Derfor vil det estimerte energibruket kunne avvike fra det faktiske forbruket. De standardiserte verdiene er tilpasset etter bygningskategori, og på den måten er det mulig å sammenligne ulike bygg innenfor samme kategori opp mot hverandre.

I forprosjektrapporten for den nye energimerkeordningen er det foreslått at bygninger innenfor kategorien kontorbygg skal benytte timen 09-10 for maksimalverdier og timen 18-19 for boliger. Disse verdiene blir plukket ut fra standarden SN/TS3031: 2016. Det er ikke oppgitt et forslag for andre bygningskategorier, så disse må også fastsettes før ordningen er fullverdig. Det som er kommet frem fra casestudiet er at denne standardtimen som benyttes ikke trenger å være det tidspunktet som bygget reelt sett har størst effektbehov.

Som de fleste andre bygg har Geologibygget en effekttopp på morgenen fra kl.07.00 - 08.00. Dette fremkommer blant annet av figur 30. Dette er fordi bygget da gjerne oppvarmes til folk kommer på universitetet om morgenen. I forprosjektet er timen 09.00 - 10.00 brukt som grunnlag til å beregne energi- og effektpoeng. Dette viser dermed at det er en forskjell på estimert bruk og faktisk bruk i bygget. Det er ikke gitt forslag for time for universitetsbygg og derfor er timen for kontorbygg benyttet da dette er den mest sammenfallende bygningskategorien. Her kunne utfallet vært et annet for effektscoren om timen med reelt høyest effektbehov hadde blitt benyttet. Det er en mulighet for at effektpoengscoren kunne blitt riktigere om timen med reell høyest effekttopp for bygg hadde blitt benyttet istedenfor at det blir benyttet en standard time.

Om det er riktig at ny energimerkeordning skal være uavhengig av bruk er noe som kan diskuteres ved energimerking av flerbruksbygg. Dragvoll Idrettssenter er for eksempel hovedsakelig et idrettsbygg, men er også bygd for å kunne benyttes som eksamenslokale i eksamensperioden. Det gjør at bygget har andre krav for oppvarmingen i to måneder av året. Slik som ordningen er framlagt, tas dette ikke hensyn til. Dragvoll Idrettssenter vurderes dermed helt likt som et tilsvarende bygg som benyttes som idrettsbygg hele året. Det kan derfor diskuteres om den nye energimerkeordningen fungerer for flerfunksjonelle bygg som Dragvoll Idrettssenter. Det må likevel presiseres at eksisterende energimerkeordning også er uavhengig av bruk, og blir derfor stilt overfor samme problemstilling.

Selv om å ha tatt utgangspunkt i reelt bruk av energi kunne gitt et riktigere bilde i flere tilfeller, er det likevel problematisk ettersom energibruk har mye med vaner og livsstil å gjøre, som nevnt i kapittel 2.4.1. I privathusholdninger blir dette svært tydelig da ulike sammensetninger av folk innvirker på bruken av energi. Det er for eksempel forskjell på om en storfamilie eller bare en person bor i samme bolig. En storfamilie vil nødvendigvis bruke mer energi ettersom det er flere personer i huset enn det en person vil gjøre. Bruken av energi har også med kultur å gjøre. Enkelte har en kultur der det å «unne seg litt ekstra» er noe som spiller inn på energibruken. Det kan være å ta en litt lengre dusj eller ha det litt varmere. Andre legger større fokus på å spare energi, ved å for eksempel installere nye teknologier som regulerer forbruket.

I yrkesbygg innvirker også hvem som er bruker av bygget og hvordan det driftes. Som nevnt vil et idrettsbygg få større energibruk ved at det benyttes til eksamenslokale enkelte måneder i året eller om det brukes til å holde konserter. Et annet eksempel er universitetsbygg som gjerne har perioder med lavere energiforbruk på grunn av ferier. Enkelte yrkesbygg har ulike brukere for ulike deler av bygget. Noen har kanskje drift også om kvelden, mens andre i bygget jobber bare 08.00 – 16.00. Ulik bruk vises på det reelle forbruket, noe som fører til at det kan avvike fra forbruket som er estimert.

Energibruken kan også variere med byggestandard. I nye bygninger legges det ofte vekt på at de skal være energibesparende, likevel kan energibruken i disse være høyere enn i eldre bygninger. Det er lettere å opprettholde 21 grader i et nybygg da det gjerne er utformet slik at ulike deler av bygget har samme teknisk standard. Eldre bygninger kan derimot komme til å ha et faktisk lavere reelt forbruk enn beregnet da det er vanskeligere å opprettholde samme temperatur i hele bygget, noe som medfører at energibruket går ned hvis det velges å holde enkelte rom ved lavere temperatur.

Med bakgrunn i dette kan det være vanskelig å legge opp til en energimerking som tar i betraktning reelt forbruk ettersom det er flere ulike faktorer som spiller inn. Samtidig ville et energimerke som tok i betraktning reelt forbruk og bruk gitt utfordringer ved sammenligning av bygg innenfor lik bygningskategori. For å få en energimerking som samsvarer mer med reelt forbruk bør det være en diskusjon om hvilken time som brukes for å beregne effekt, da dette kan være ulikt for ulike bygningskategorier.

13 Konklusjon

Energimerkeordningen har som formål å sikre informasjon om bygningers tekniske standard og stimulere til økt interesse for energieffektiviserende tiltak. Som følge av at forbud mot oljefyring ble innført i 2020 har dagens ordning blitt mindre relevant. Forslaget til ny ordning kommer derfor med flere endringer for å gjøre ordningen mer relevant og aktuell.

Resultatene fra casestudiene viser at Dragvoll Idrettssenter oppnår karakteren grønn E ved eksisterende energimerkeordning og karakteren C ved ny energimerkeordning. Geologibygget på Gløshaugen oppnår karakter D for begge ordningene. Dragvoll Idrettssenter oppnår en bedre karakter ved ny ordning, siden den belønner bygg som benytter energikilder der kraftnettet ikke blir belastet. I tillegg gjør karakterskalaen for ny ordning det lettere å oppnå en bedre karakter. Geologibygget benytter hovedsaklig elektrisitet som oppvarmingskilde. Det belaster kraftnettet, og energimerket blir dermed uforandret ved ny ordning.

Dagens energimerkeordning har en rekke utfordringer, og mange av disse blir besvart i forslag til ny ordning. At karakterskalaen blir en samlet skala kan bidra til at den blir lettere å forstå, noe som har vært et problem med dagens skala. Dette kombinert med en energiattest som er forenklet og inneholder ulike forslag til hvordan forbedre energimerket gjør at ordningen virker mer appellerende for brukerne. Dette kan igjen medføre at flere ser en nytte av å ta i bruk ordningen frivillig.

At den nye ordningen tar den elektriske effektbruken i betraktning er positivt, da dette fører til at energikilder som ikke belaster kraftnettet blir belønnet. Noe som på sikt kan bidra til at kraftnettets kapasitet ikke må bygges ut fordi flere kan se det som lønsomt å benytte andre energikilder. Denne omleggingen er svært positivt for yrkesbygg da en rekke bygg benytter seg av fjernvarme. Samtidig kan bygg som benytter seg av egenprodusert strøm få uttelling for dette i energimerket.

Den nye energimerkeordningen som er foreslått byr også på noen utfordringer. Blant annet at ordningen baserer seg på standardiserte verdier og er uavhengig av bruk. Flerbruksbygg som Dragvoll Idrettssenter vil for eksempel ha varierende krav for oppvarming ved ulik bruk. Dette blir ikke tatt hensyn til slik ordningen er lagt fram. I tillegg er det standardiserte verdier for hvilken time som skal benyttes for maksimalverdier for forskjellige bygningskategorier. For Geologibygget avviker timen med faktisk effekttopp fra den standardiserte timen. Utfallet av beregnet forbruk kunne derfor blitt riktignere om timen med reelt høyest effekttopp hadde blitt benyttet.

Hvordan vektingsforholdet skal være kommer til å bli politisk bestemt. Denne oppgaven viser til ulike hensyn som bør vektlegges ved bestemmelse av vektingsforholdet. Det har i de siste årene vært et økt fokus på effekt knyttet til elektrisitetsbruk i norsk energipolitikk, som følge av at det med ny teknologi har kommet store effekttopper i energibruket. For å minske disse er det viktig at effektbruken knyttet til elektrisitet vektlegges som faktor. Flere lover og forskrifter vektlegger allerede energibruk, slik som byggteknisk forskrift (TEK). Det er derfor bra at energimerkeordningen tar med effektbruk. Samtidig kan en vektlegging av effekt føre til at fornybare energikilder og fjernvarme blir mer ettertraktet, da disse ikke belaster kraftnettet på lik linje med elektrisitet.

Til slutt som en helhetlig vurdering kan denne oppgaven konkludere med at forslaget til ny energimerkeordning fremstår som relevant og brukervennlig.

Referanser

- [1] Enegifaktanorge.no. Bærekraftige bygg. <https://energifaktanorge.no/et-baerekraftig-og-sikkert-energisystem/baerekraftige-bygg/>, 2019. Hentet: 23.01.20.
- [2] Utenriksdepartementet Regjeringen Bondevik II. St.prp nr.79 (2003-2004): Om samtykke til godkjenning av avgjerd i eØs-komiteen nr.37/2004 av 23. april 2004 om innlemming i eØs-avtala av direktiv 2002/91/efom energieffektivitet i bygninger.
- [3] LOVDATA. Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften for bygninger). https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1665/KAPITTEL_1, 2009. Hentet: 21.02.20.
- [4] Trondheim ENOVA SF. Forprosjekt ny energimerkeordning, 2019.
- [5] NVE. Effektiv og fossilfri energibruk i norske bygninger. <https://www.nve.no/energibruk-effektivisering-og-teknologier/energibruk/energibruk-i-bygg/?ref=mainmenu>, 17.09.2019. Hentet: 28.01.20.
- [6] Margrethe Aune og Knut H.Sørensen(red.). *Mellom klima og komfort - utfordringer for en bærekraftig energiutvikling*. Fagbokforlaget, Norge,Bergen, 2007.
- [7] Kommunal og moderniseringsdepartementet. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840?q=Byggteknisk%20forskrift>, 19.06.2019. Hentet: 20.04.20.
- [8] Trondheim ENOVA SF. Enovas byggstatistikk 2017, 2019.
- [9] M.Aune. *Nøktern eller nytende.energiforbruk og hverdagsliv i norske husholdninger. Dr.avhandling,NTNU*, 1998.
- [10] Energi Norge. Nettstruktur og organisering. <https://www.energinorge.no/fagomrader/stromnett/kraftsystemet/nettstruktur-og-organisering/>. Hentet: 16.03.20.
- [11] energifaktanorge.no. Strømnettet. <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftnett/>, 10.04.2019. Hentet: 16.04.20.
- [12] Eirik Eggum og Dag Splide Christer Heen Skotland. Hva betyr elbiler for strømnettet?, 2016.
- [13] Energi Norge. Betaling for bruk av kraftnettet. <https://www.energinorge.no/fagomrader/stromnett/nettregulering/betaling-for-bruk-av-nettet/>. Hentet: 18.03.20.
- [14] Hornindal Bjørn Solum. Vippa i gamle dager. <https://www.tu.no/artikler/vippa-i-gamle-dager/266093>, 11.03.2004. Hentet: 05.04.20.
- [15] Det kongelige olje-og energidepartement. Meldt.st.25 (2015 -2016) kraft til endring – energipolitikken mot 2030.
- [16] ENOVA SF. Om energiattesten. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/energimerking-av-bolig/om-energiattesten>, 08.10.2009. Hentet: 28.01.20.
- [17] Chrstian Solli Miljørådgiver NTNU Eiendom. Informasjon om byggene. Personlig kommunikasjon:03.02.20.

- [18] ENOVA SF. Energikarakteren. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/energimerking-av-bolig/om-energiattesten/karakterene-i-energiattesten/>, 08.10.2009.
- [19] ENOVA SF. Karakterskalaen. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/karakterskalaen/>, 13.10.2009.
- [20] Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK10). <https://dibk.no/byggeregler/tek/definisjoner/innledning/>, 01.01.2016. Hentet: 05.02.20.
- [21] ENOVA SF. Beregning av energikarakteren. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/beregning-av-karakter/>, 08.10.2009.
- [22] ENOVA SF. Beregninger av oppvarmingskarakteren. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/beregning-av-oppvarmingskarakteren/>, 30.06.2010.
- [23] ENOVA SF. Hva betyr energimerket for meg. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/kjopeleie-bolig1/hva-betyr-energimerket-for-meg/>, note =, 01.03.2011.
- [24] ENOVA SF. Beregning av oppvarmingskarakter. 08.07.2011. Versjon 3, tilpasset EMSV5.
- [25] ENOVA SF. Oppvarmingskarakteren. <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/energimerking-av-bolig/om-energiattesten/oppvarmingsmerket/>, 08.10.2009. Hentet: 24.03.20.
- [26] LOVDATA. Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-06-28-1060>, 29.06.2018. Hentet: 29.02.20.
- [27] NVE. konsesjonsbehandling av fjernvarme. <https://www.nve.no/konsesjonssaker/konsesjonsbehandling-av-fjernvarme/?ref=mainmenu>, 23.04.2019. Hentet: 30.03.20.
- [28] Standard Norge. Oppfyll energikravene med NS 3031. https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2014/ny-utgave-av-energiberegningsstandarden-ns-3031/?gclid=CjwKCAiA98TxBRBtEiwAVRLqux6D6CfgmPy0v8D6LJZUjthp_bq7GpSVPpzSSDTc6RlghAVq1aWpZxoCS90QAvD_BwE, 06.03.2019. Hentet: 29.01.20.
- [29] Standard Norge. SN/TS 3031:2016 for beregning av energibehov og energiforsyning. <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2016/snts-30312016-for-beregning-av-energiebehov-og-energiforsyning/>, 13.01.2017. Hentet: 29.01.20.
- [30] Knut A Rosvold og Audkjell Aksdal. Elektrisk oppvarming. https://snl.no/elektrisk_oppvarming, 03.07.2018. Hentet: 07.02.20.
- [31] Store Norske Leksikon. Oppvarming av hus. https://snl.no/oppvarming_av_hus, 02.07.2018. Hentet: 24.03.20.
- [32] Arne Golberg. Varmefolie – Dette trenger du å vite om varmemefolie som gulv-varme. <https://boligogfritid.no/bolig/pusse-opp/varmemefolie-dette-trenger-du-a-vite-om-varmemefolie-som-gulv-varme/>, 2019. Hentet: 12.05.20.
- [33] Energiverket. Hvorfor er elektrisitet et dårlig alternativ til boligoppvarming? <https://www.energiverket.no/tag/elektrisk-energi/>, 2016. Hentet: 07.02.20.
- [34] Eilin Lindvoll. Hva er en plusskunde? Nå skal det bli enklere å bli eget «strømselskap». <https://www.dinside.no/okonomi/na-skal-det-bli-enklere-a-bli-eget-stromselskap/70850821>, 2019. Hentet: 20.04.20.

- [35] Statkraft. Fjernvarme kort forklart.
<https://www.statkraft.no/Energikilder/Fjernvarme/fjernvarme-kort-forklart/>. Hentet: 07.02.20.
- [36] Magnus Brekke. Energimerking vs.fjernvarme, Magnus Brekke.
<https://slideplayer.no/slide/2108461/>, 2010. Hentet: 10.02.20.
- [37] Arne M. Bredesen og Gustav Lorentzen. Varmepumpe. <https://www.snl.no/varmepumpe>,
28.02.2020. Hentet: 23.03.20.
- [38] Håvard Karoliussen. Varmepumper, fornybar energi grunnkurs, 2018.
- [39] ENOVA SF. Alt du trenger å vite om de ulike varmepumpene.
<https://www.enova.no/privat/kampanjer/alt-du-trenger-a-vite-om-de-ulike-varmepumpene/>.
Hentet: 24.03.20.
- [40] Dag G. Johnson. Oljefyreing. <https://snl.no/oljefyring>, 14.03.2019. Hentet: 07.02.20.
- [41] VVSForum. Bli oljefri med eksisterende oljefyr.
<https://www.vvsforum.no/2017/oljefri-eksisterende-oljefyr/>, 24.01.2017. Hentet: 25.02.20.
- [42] Energiverket. Er bioolje et godt alternativ til fossil fyringsolje?
<https://www.energiverket.no/er-bioolje-losningen/>, 2016. Hentet: 06.03.20.
- [43] Knut Hofstad. Solenergi. <https://snl.no/solenergi>, 13.08.2019. Hentet: 10.02.20.
- [44] Knut A Rosvold. Aktiv solvarme. https://snl.no/aktiv_solvarme, 07.06.2018. Hentet: 10.02.20.
- [45] Energipluss. Solceller på taket – enkelt forklart.
<https://www.energipluss.com/nyheter/solceller-pa-taket-enkelt-forklart/>, 2020. Hentet: 20.04.20.
- [46] Lars Mæhlum. Solceller. <https://snl.no/solceller>, 2019. Hentet: 20.04.20.
- [47] Veidekke. Energimerking av bolig: Hvordan fungerer det egentlig?
<https://veidekkebolig.no/energimerking-av-bolig-hvordan-fungerer-det-egentlig/>. Hentet:
10.02.20.
- [48] Eirik Nordhagen. Virke til bioenergi. <http://www.skogbruk.nibio.no/virke-til-bioenergi>, 2017.
Hentet: 20.04.20.
- [49] Knut Hofstad og Tore J. Brænd. Bioenergi. <https://snl.no/bioenergi>, 29.09.2019. Hentet: 10.02.20.
- [50] Kine Martinussen. Biobrensel som oppstartbrensel i avfallsenergianlegg. <https://www.avfallnorge.no/bransjen/nyheter/biobrensel-som-oppstartbrensel-i-avfallsenergianlegg>,
26.06.2017. Hentet: 06.03.20.
- [51] Knut A Rosvold. GROT-hogstavfall. https://snl.no/GROT_-_hogstavfall, 27.11.2019. Hentet:
06.03.20.
- [52] enok.no. Utnyttelse av bioenergi til oppvarming.
<https://www.enok.no/energihuset/bioenergi/bio04.htm>. Hentet: 11.02.20.
- [53] sintef.no. Nytt og forbedret energiberegningsprogram.
<https://www.sintef.no/siste-nytt/nytt-og-forbedret-energiberegningsprogram-na-med-k/>,
03.03.2015. Hentet: 17.04.20.
- [54] mynewdesk. Vårt populære og nyttige Energiberegningsprogram er nå oppgradert i henhold til
TEK 16. [http://www.mynewsdesk.com/no/rockwool-2/news/
vaart-populaere-og-nyttige-energiberegningsprogram-er-naa-oppgradert-i-henhold-til-tek-16-156346](http://www.mynewsdesk.com/no/rockwool-2/news/vaart-populaere-og-nyttige-energiberegningsprogram-er-naa-oppgradert-i-henhold-til-tek-16-156346),
18.03.2016. Hentet: 17.04.20.

- [55] Tore Wigenstad inger Andresen Ingeborg Simonsen Torer F. Berg Tor Helge Dokka, Anna svensson. Energibruk i bygninger, 2011.
- [56] Programbyggerne. SIMIEN. <http://www.programbyggerne.no/>. Hentet: 17.04.20.
- [57] ProgramByggerne ANS (2019). SIMIEN (Versjon 6.013)[Programvare]. Hentet fra <http://farm.ntnu.no>.
- [58] Standard Norge. Standard ns3031:2014.beregning av bygningers energiytelse, metode og data, 2014.
- [59] SIMIEN. Standardverdier for CO2-faktor. https://www.programbyggerne.no/SIMIEN/co2_faktor, 01.11.2018. Hentet: 07.02.20.
- [60] Programbyggerne.no. Eksempel enebolig. https://www.programbyggerne.no/SIMIEN/eksempel_enebolig, 27.01.2016. Hentet: 07.02.20.
- [61] Tor Helge Dokka og Cathrine Grini. Etterprøving av bygningers energibruk, 2013.
- [62] Gustavsen m.fl. Kuldebroer - beregning, kuldebroverdier og innvirkning på energibruk, 2008.
- [63] Tekna. Behovstyrt ventilasjon. <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/behovsstyrt-ventilasjon/>, 08.02.2019. Hentet: 07.02.20.
- [64] NTNU Eiendom. Simien fil geologibyget på gløshaugen datert:05.09.2012. Gitt tilgang:23.01.20.
- [65] NTNU Eiendom. Simien fil idrettsenteret dragvoll datert: 29.09.2011. Gitt tilgang:23.01.20.
- [66] Mazemap Dragvoll idrettsenter. <https://use.mazemap.com/#v=1&zlevel=1¢er=10.475805,63.406763&zoom=17.3&campusid=18>, 2020. Hentet: 05.02.20.
- [67] Chrstian Solli Miljørådgiver NTNU Eiendom. Data over energiforbruk dragvoll idrettsenter. Gitt tilgang:13.02.20.
- [68] Albert H. Collett. NTNU har halvert bruk av fjernvarme. <https://www.universitetsavisa.no/campus/2014/05/07/NTNU-har-halvert-bruk-av-fjernvarme-18370000.ece>, 07.05.2014. Hentet: 06.03.20.
- [69] Arne Rønning Senioringeniør NTNU Eiendom. Planskisse geologibyget. Gitt tilgang:06.03.20.
- [70] Øystein Engang Driftsingeniør Automasjon og Enøk. Data over energiforbruk geologi. Gitt tilgang:13.02.20.

A Vedlegg

A.1 Verdier for internlaster [W/m^2] hentet fra SN/TS3031:2016

Verdiene for internlastene som er benyttet for beregning av energi- og effektpoeng er oppgitt i tabell 13. Internlastverdiene er hentet fra SN/TS3031:2016, med unntak av lastverdiene for pumper og vifter der er verdier motatt fra Multiconsult. Internlastene har benevning [W/m^2]

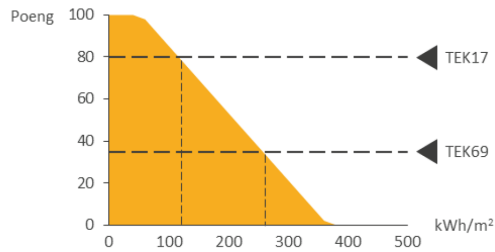
Tabell 13: Internlaster hentet fra SN/TS3031: 2016 og Multiconsult

Beskrivelse	Kontorbygg	Idrettsbygg	Universitetsbygg
Varmtvann(tappevann):09-10	0,96	22,73	0,96
Varmtvann:gjennomsnitt drift	1,922	22,73	1,922
Varmtvann: gjennomsnitt utenfor drift	0,0	0,0	0,0
Vifter	2	2	2
Pumper	0,5	0,5	0,5
Belysning: 09-10	9,62	9,55	9,62
Belysning: gjennomsnitt drift	9,62	9,55	9,62
Belysning: gjennomsnitt utenfor drift	0,0	0,0	0,0
Teknisk utstyr: 09-10	20,92	1,36	20,02
Teknisk utstyr: gjennomsnitt drift	13,078	1,36	20,02
Teknisk utstyr: gjennomsnitt utenfor drift	0,0	0,0	0,0
Varmetilskudd personer: 09-10	8,0	11,86	11,69
Varmetilskudd personer: gjennomsnitt drift	5,0	11,82	7,304
Varmetilskudd personer: gjennomsnitt utenfor drift	0,0	0,0	0,0

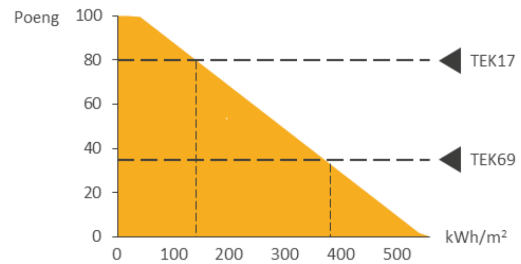
Verdiene for kontorbygg og idrettsbygg er benyttet i beregningene for Dragvoll Idrettssenter. Verdiene for universitetsbygg er benyttet i beregningene for Geologibygget på Gløshaugen. Standardverdiene for internlastene er oppgitt på timebasis i SN/TS3031. Timen mellom kl. 09-10 er benyttet i denne oppgaven. Verdiene er oppgitt i tabell 13. I beregningene er også gjennomsnittlig effekt for driftstid og utenfor driftstid benyttet. Disse verdiene er derfor også oppgitt i tabell 13.

A.2 Poengskala

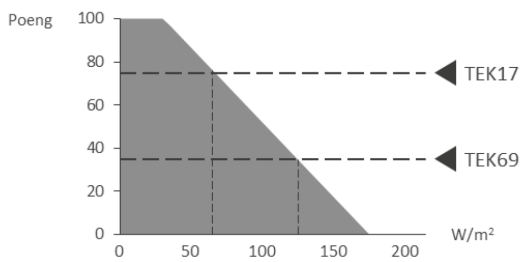
For den nye energimerkeordningen benyttes energi- og effektpoengskalaer for å fastsette et energimerke. Energipoengskala for kontorbygg vises i figur 42 og for idrettsbygg i figur 43. Skalaen for kontorbygg benyttes for poengberegning av Geologibygget, og skalaen for idrettsbygg benyttes for Dragvoll Idrettsenter. Figur 44 viser effektpoengskala for kontorbygg og figur 45 viser effektpoengskala for idrettsbygg.



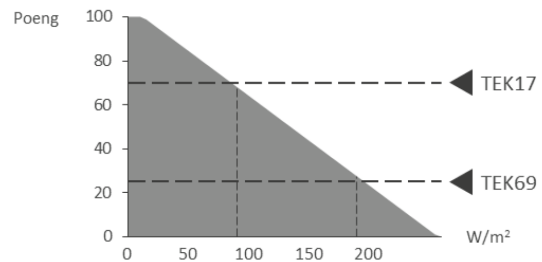
Figur 42: Energipoengskala for kontorbygg [4]



Figur 43: Energipoengskala for idrettsbygg [4]



Figur 44: Effektpoengskala for kontorbygg [4]



Figur 45: Effektpoengskala for idrettsbygg [4]

A.3 Effektberegninger: Geologibygget

Grunnlaget for effektpoengene til Geologibygget er beregnet ut fra tabellene vist i dette kapitlet i vedlegget. Tabell 14 viser netto effekt [kW] for bygget. Romoppvarming, romkjøling, ventilasjonsvarme og -kjøling er beregnet ved bruk av vintersimulering i SIMIEN. Internlaster er bergent fra tabell 13. Arealet som er lagt til grunn er oppvarmet BRA på 2944,4 m².

Tabell 14: Beregninger: Netto effekt for Geologibygget

Effektkilde	Effekt
Romoppvarming	44250
Romkjøling	0
Ventilasjonsvarme	90500
Ventilasjonskjøling	0
Varmtvann	2826,624
Vifter	5888,8
Pumper	1472,2
Belysning	28325,128
Teknisk utstyr	58946,888
Netto effekt [W]	232209,640
Netto effekt [kW]	232,210

Tabell 15: Virkningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [64]

Virkningsgrader	Varmepumpe	Elektrisitet
Romoppvarming	2,45	0,83
Tappevann	2,6	0,98
Ventilasjonsvarme	2,67	0,89

Tabell 16: Dekningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder[64]

Dekningsgrader	Varmepumpe	Elektrisitet
Romoppvarming	0,10	0,9
Tappevann	0	1
Ventilasjonsvarme	0	1

Tabell 15 viser virkningsgrader for romoppvarming, varmtvann og ventilasjonsvarme som er lagt inn i SIMIEN for å utføre simulering. Tabell 16 viser dekningsgrader etter energikilde som er benyttet i SIMIEN. Disse tabellene danner grunnlaget for å beregne levert effekt, som er vist i tabell 17. Formel 3 viser hvordan dette er beregnet. Levert effekt er det effektpoengene beregnes ut i fra.

Tabell 17: Beregninger: Levert effekt for Geologibygget

Effektkilde	Varmepumpe	Elektrisitet
Romoppvarming	1806,122	47981,928
Tappevann	0	2884,310
Ventilasjonsvarme	0	101685,393
Vifter	0	5888,8
Pumper	0	1472,2
Belysning	0	28325,128
Teknisk utstyr	0	58946,888
Levert effekt [kW]	1,806	247,185
Netto effekt [W]/ BRA [m²]		84,564

A.4 Effektberegninger for Dragvoll Idrettssenter

Grunnlaget for effektpoengene til Dragvoll Idrettssenter er beregnet ut fra tabellene vist i dette kapitlet i vedlegget. Tabell 18 viser netto effekt [kW] for bygget. Internlaster er bergent fra tabell 13, mens romoppvarming, ventilasjonsvarme, romkjøling og -kjøling kommer fra vintersimulering i SIMIEN. Det er beregnet separate internlaster for kontordelen og idrettshallen, mens det for romoppvarming og ventilasjonsvarme er beregnet for alle soner da dette er anlegg som dekker hele bygget. Arealet som er lagt til grunn er for beregningene er oppvarmet BRA, for kontordelen 7560 m² og for hallen 2560 m².

Tabell 18: Beregninger: Netto effekt for Idrettssenterett

Effektkilde	Effekt
Romoppvarming	200000
Romkjøling	0
Ventilasjonsvarme	59000
Ventilasjonskjøling	0
Kontordel	
Varmtvann	7257,6
Vifter	15120
Pumper	3780
Belysning	72727,2
Teknisk utstyr	158155,2
Idrettshall	
Varmtvann	58188,8
Vifter	5120
Pumper	1280
Belysning	24448
Teknisk utstyr	3481,6
Netto effekt [W]	608558,4
Netto effekt [kW]	608,558

Tabell 19: Virkningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [65]

Virkningsgrader	Fjernvarme	Elektrisitet
Romoppvarming	0,84	0,83
Tappevann	0,98	0,98
Ventilasjonsvarme	0,90	0,89

Tabell 20: Dekningsgrader lagt inn i SIMIEN for effektkilder [65]

Dekningsgrader	Fjernvarme	Elektrisitet
Romoppvarming	0,90	0,10
Tappevann	1	0
Ventilasjonsvarme	1	0

Tabell 19 viser virkningsgrader for romoppvarming, varmtvann og ventilasjonsvarme som er lagt inn i SIMIEN for å gjennomføre vintersimulering. Tabell 20 viser dekningsgrader etter energikilde som er benyttet i SIMIEN. Disse tabellene danner grunnlaget for å beregne levert effekt, som er vist i tabell 21. Formel 3 viser hvordan dette er beregnet. Her er internlastene for kontordelen og hallen summert. Levert effekt er det effektpoengene beregnes ut ifra.

Tabell 21: Beregninger: Levert effekt for Idrettssenteret

Effektkilde	Fjernvarme	Elektrisitet
Romoppvarming	214285,7	24096,4
Tappevann	66782,041	0
Ventilasjonsvarme	65555,556	0
Vifter	0	20240
Pumper	0	5060
Belysning	0	97175,2
Teknisk utstyr	0	161636,8
Levert effekt [kW]		308,2
Netto effekt [W]/ BRA [m^2]		30,46

A.5 Skala for ny ordning

Det er enda ikke utarbeidet en skala for energimerking etter ny ordning. Det er i denne oppgaven lagt til grunn skalaen vist i tabell 22 og 23. Skalaene er utarbeidet ved å sammenligne gjeldene energiskala med poengskalaene Multiconsult har utarbeidet for energipoeng for kontorbygg og idrettsbygg. Samtidig er det lagt til grunn at det i forslaget til ny energimerkeordning er lettere å få en bedre karakter. Derfor er poengene for A og B justert litt ned.

Tabell 22: Skala for kontorbygg

Energimerke	Poeng
A	90
B	80
C	65
D	60
E	50
F	35
G	>F

Tabell 23: Skala for idrettsbygg

Energimerke	Poeng
A	85
B	80
C	65
D	50
E	40
F	20
G	>F

