

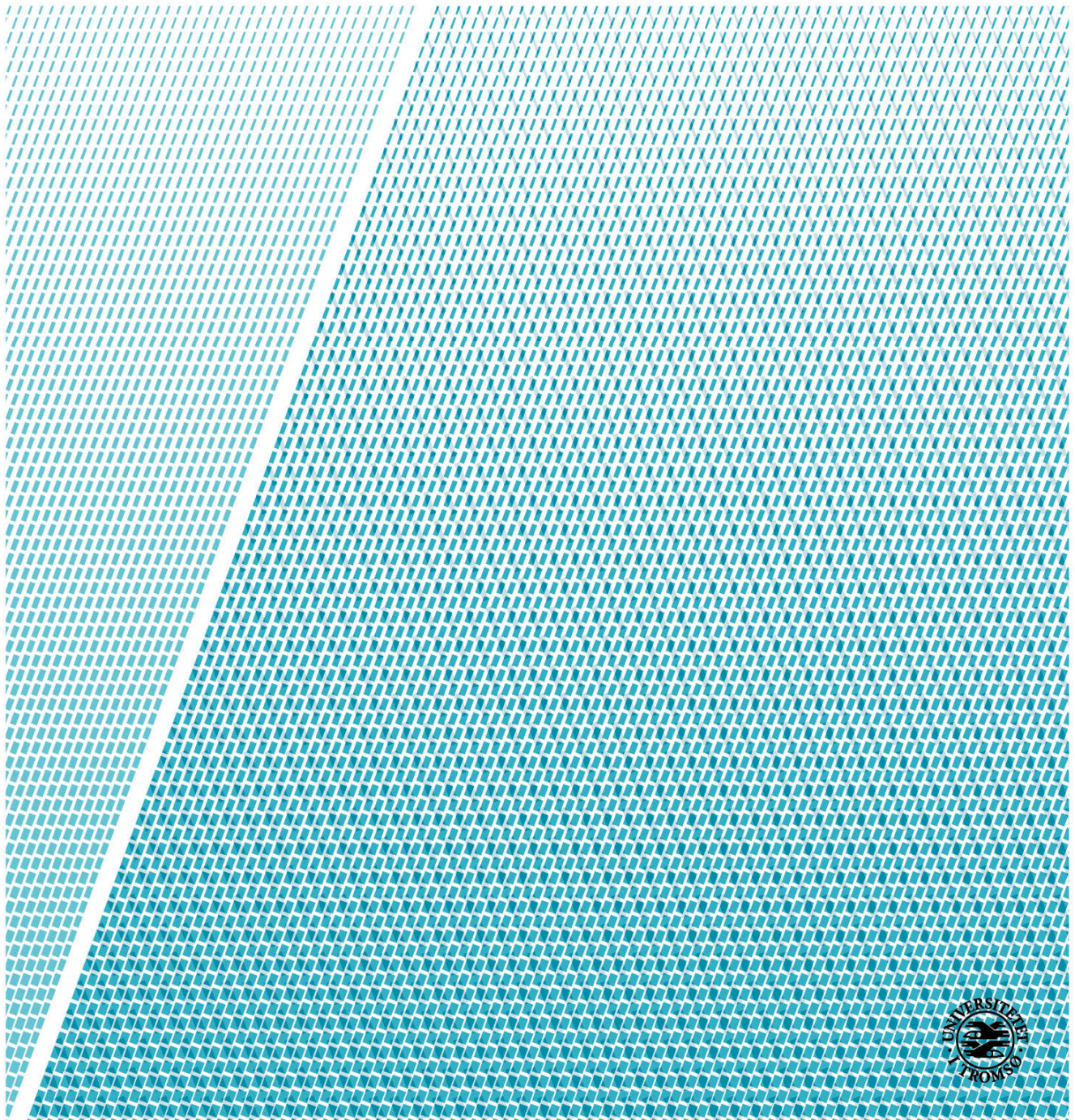
# Spesifikke energiforsyningskonsepter i Smart Arctic Building

*Energy supply concepts for Smart Arctic Building*

—

**Lin Li**

*Masteroppgave i integrert bygningsteknologi. Mai 2019*



## Forord

Denne oppgaven merkerer avslutning på min to årlig masterutdanning i Integret Bygningsteknologi ved UiT Norges arktiske universitet, campus Narvik. Hovedoppgaven utgjør 30 studiepoeng, og er utført i samarbeid med Ofoten Midt-Troms Boligbyggerlag.

Oppgaven omhandler energieffektivisering på to lavboligblokker i Beisfjordveien 88 og 90, og oppgaven har flere problemstillinger som spesifikk energiforsyningskonsepter i arktisk klima. Flere energi løsninger og muligheter er ønsket å vise i oppgaven.

En stor takk rettes til Ofoten Midt-Troms Boligbyggelag, som har stilt tema og hjelpemidlet til arbeid av oppgaven. Jeg vil også si takk til min veileder Sigur Leiros ved Ofoten Midt-Troms Boligbyggelag, Lars Kimo Jørgensened Enerconsult og Raymond Riise ved UiT. Deres tålmodighet og god veiledning støtter ved gjennomføring av min oppgaven. Til slutt vil jeg si takk til min familien, lærer og venner. Uten deres hjelp, kan jeg ikke klare oppgave.

## Termer og definisjoner

**Bruksareal, BRA:** Areal innenfor omsluttende vegger.

**Bruttoareal, BTA:** Areal begrenset av ytterveggen utside eller midt i delevegg.

**CO<sub>2</sub>-faktor:** Mengde karbondioksid som blir sluppet ut i atmosfæren per enhet levert energi.

**COP:** Coefficient Of Performance, effektfaktoren for varmepumpen under gitte driftsbetingelser. Verdien av COP er forholdet mellom avgitt varmeeffekt og tilført elektrisitet til varmepumpes kompressor eller styresystem.

**Energisentral:** Beregningsmessig knutepunkt for all energistrøm til bygningen.

**Infiltrasjon:** Utsiktet luftveksling gjennom utettheter i klimaskjermen utenom ventilasjonssystemet.

**Klimaskjerm:** Primære bygningsdeler som beskytter oppvarmet BRA mot utvendig klima.

**Kuldebroverdi:** Lineær varmegjennomgangskoeffisient for felter med lavere isolasjonsevne enn omkringliggende konstruksjon/bygningsdel.

**Lekkasjetall:** Luftvolum per innvendig volum og per tidsenhet som lekker gjennom klimaskjermen ved referansetrykkdifferanse over klimaskjermen. Vanligvis ved en referansetrykkdifferanse på 50 Pa.

**Levert energi:** Summen av energi, uttrykt per energibærer, levert over bygningens systemgrenser for å dekke bygningens samlede energibehov inkludert systemetap som ikke gjenvinnes.

**Normalisert kuldebroverdi:** Samlet stasjonær varmestrøm fra kuldebroer dividert mot oppvarmet del av BRA.

**Normalisert varmekapasitet:** Bygningens samlede varmekapasitet dividert med oppvarmet del av BRA.

**Netto energibehov:** Bygningens energibehov uten hensyn til energisystemets virkningsgrad eller tap i energikjeden.

**Primærenergi:** Energi i sin opprinnelige form som ikke er blitt omdannet eller gått over i andre energiformer.

**Spesifikt energibehov:** Energibehov per kvadratmeter oppvarmet del av BRA.

**Spisslast:** En energikilde overtar når byggets primære/øvrige varmekilder ikke avgir tilstrekkelig varme for byggets ønskede varmebehov

**Varmebehov:** Netto energibehov til romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmtvann.

**Varmtapstall:** Varmetransportkoeffisienten for transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon dividert på oppvarmet del av BRA.

## Forkortelser

**CAV:** ventilasjon med konstant luftmengde

**COP:** Effektfaktor for varmepumpe. Virkningsgrad av varmepumpe.

**PV:** Solcelle

**SFP:** Spesifikk vifteeffekt

**SPF:** Seasonal performance factor.

**VAV:** Ventilasjon med variabel luftmengde

**VP:** Varmepumpe

**LV VP:** Luft-til-vann varmepumpe

**VV VP:** Væske-til-vann varmepumpe

**BIO:** Bioenergi

$A_{\text{f}}$ : Oppvarmet areal av BRA

$\theta_{\text{ym}}$ : Årsmiddeltemperatur

$\text{kW}_p$ : Effekt til et solcellepanel under standardbetingelser

## Sammendrag

I oppgaven utredes det spesifikke energiforsyningskonsepter og energikombinasjoner som gir lavest energibruk. Oppgaven ser på to eldre lavboligblokker som ligger i Beisfjordveien 88 og 90, som eies av Ofoten Midt-Troms Boligbyggerlag. Bygget har i dag lite isolasjon, og elektrisk energiforsyning som medfører stort varmetap og høyt energiforbruk på ca. 216 kWh/m<sup>2</sup>. Rehabiliteringen av blokker omfatter oppgradering av bygningsdeler for redusert energiforbruk.

Med dataprogram SIMIEN, simuleres boligblokkene for å oppnå TEK 17 med god isolert og tettere klimaskjerm. Deretter benyttes ulike bruk av fornybare energikilder for å beregne energiforbruket som netto levert energi. For eksempel kombinasjonen væske/vann varmpumpe og elektrisitet, som henholdsvis dekker 90 % og 10 % varmebehov til romoppvarmingssystem, kan synke total spesifikk levert energi til 66,6 kWh/m<sup>2</sup> når bygget oppgraderes til TEK 17. Med solceller, fikk kombinasjonen av solfangere og elektrisitet netto spesifikk levert energi til 58,6 kWh/m<sup>2</sup>. Andre varmekilder for eksempel luft/vann varmpumpe og bioenergi simuleres og beregnes med samme metode. Passivhus har strengere krav til klimaskjerm, og har lavere energibehov i forhold til TEK 17. Energiforsyningen væske/vann varmpumpe, elektrisitet og solenergi krever kun 34,7 kWh/m<sup>2</sup> for hel blokkens energiforbruk. Men lønnsomhetsanalysen viser forskjellige resultater. Gjennom beregninger ser man at kombinasjonen væske/vann varmpumpe og elektrisiteter har negativ nåverdi og for lang inntjeningstid som viser ulønnsomhet. Men kombinasjonen solfangere og elektrisitet fikk stor positiv nåverdi og kort inntjeningstid. Det vil si at kombinasjonen solfangere og elektrisitet er en optimal og rimelig løsning for energiforsyning for byggene. Nullenergibygge og plusshus finner optimal energi kombinasjoner som solfangere og elektrisitet på samme metoden. Det vil si at eldre bolig kan renoveres til TEK 17, passivhus, nullenergibygge og til og med plusshus. Oppgaven vil anbefale en energieffektiviseringsløsning for rehabilitering for eldre boligbygg.

## **Abstract**

The aim of this dissert is to investigate the applications of new energy supplies in the modification of old buildings and determine the optimal combination of these energy supplies to achieve the maximum energy save. Herein, two old apartments owned by OMT BBL and located in Beisfjordveien 88 and 90 were chosen as models. Currently, the high energy consumption of 216 kWh /sqm is observed for these two apartments due to the lack of heat insulation and the sole energy supply way of electric. The modifications of these apartments include upgrade of the building components related to heat lost, introduction of new energy supplies, and optimization of energy consumption. As a result, these apartments can be renovated into modern building with high energy efficiency, and hopefully become a model for the upgrade and modification of old buildings.

In this dissert, a computer software SIMIEN, was used to simulate the energy consumptions when the heat pump, bioenergy, solar energy and electric were combined as the energy supply ways. First, according to the criteria of TEK 17, the apartment is upgraded so that energy requirement is lower than 95kWh/sqm. When the renewable energy was used to a certain proportion, the energy consumption of the apartments was significantly decreased. Specifically, the introduction of the combination of heat pump and electric (90% and 10%, respectively) reduced the energy consumption to 66.6kWh/sqm. When the solar cell and solar heater were integrated into the energy supply system, the energy consumption of the apartments was further decreased to 34.7 kWh/sqm. Comparing with energy consumption with different combination of renewable energy the optimal combination to achieve the maximum energy with minimum energy consumption was found. Apart from energy consumption analysis, the return on investment of the combinations was also need to evaluate the economic efficiency. It is found that although the ground-source heat pump has high energy efficiency, the investment and service life of heat pump are much higher and shorter than other energy supply systems. Therefore, when the liquid / water heat pump is included, the combined energy supply systems show negative present value and long earnings time. On the contrary, the combination of solar collectors and electricity is an optimal and profitable solution for energy supply for the buildings. The optimum combination, of the passive house, zero energy building and even higher energy efficiency can be achieved with the same way. This means that older housing can be renovated to TEK 17, passive house, zero energy building and even plus house. The task will provide an energy efficiency model for rehabilitation for older residential buildings.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	I
Termer og definisjoner .....	II
Forkortelser .....	III
Sammendrag .....	IV
Abstract.....	V
1 Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Rapport oppbygging.....	2
1.3 Begrensing av oppgaven .....	2
2 Tilstand av eksisterende bygning .....	3
2.1 TEK 1949 .....	3
2.2 Energiforbruk av nåværende blokker.....	4
2.3 Arktisk klima .....	5
3 Litteraturstudie .....	10
3.1 Metoden for energieffektivisering .....	10
3.2 Standarder og forskrifter .....	13
3.2.1 Bygningselementer.....	13
3.2.2 Energiforsyninger.....	14
3.3 Definisjonene til energieffektivebygg.....	15
3.4 Energimerkeordningen.....	17
3.5 Energiforbruk i husholdning i andre land .....	18
3.5.1 Tyskland .....	18
3.5.2 USA.....	19
3.5.3 Japan.....	20
3.5.4 Kina .....	21
3.5.5 Norge.....	21

3.6	Fornybar energi.....	23
3.6.1	Elektrisitet.....	23
3.6.2	Solenergi.....	24
3.6.3	Vindkraft.....	27
3.6.4	Bioenergi .....	27
3.6.5	Varmepumpe.....	28
3.7	Oppvarmingssystem.....	31
4	Energiforsyninger for ulike typer energieffektive boliger .....	33
4.1	Mulighet for løsninger.....	34
4.1.1	Mulighet for bruk av solenergi .....	34
4.1.2	Mulighet for bruk av luft-til-vann varmpumpe.....	36
4.1.3	Mulighet for bruk av væske-til-vann varmpumpe.....	36
4.1.4	Mulighet for bruk av bioenergi .....	38
4.1.5	Mulighet for bruk av solfangere og elektrisitet .....	39
4.2	Energieffektivisering etter Tek 17 .....	40
4.2.1	Energieffektive bygningsdeler og ytelser.....	40
4.2.2	Energiberegning og energibudsjett .....	41
4.2.3	Simulering.....	41
4.2.4	Energiforsyninger som luft-til-vann varmpumpe, elektrisitet og solenergi.....	44
4.2.5	Energiforsyning som væske-til-vann varmpumpe, elektrisitet og solenergi. ...	45
4.2.6	Energiforsyning som bioenergi, elektrisitet og solenergi.....	47
4.2.7	Energiforsyning som elektrisitet og solenergi.....	49
4.2.8	Effekt beregning.....	49
4.2.9	Detaljert beskrivelse av løsninger .....	52
4.3	Energieffektivisering etter NS 3700 .....	55
4.3.1	Energieffektive bygningsdeler og ytelser.....	55
4.3.2	Energiberegning og energibudsjett .....	55



4.3.3	Simulering.....	56
4.4	Nullenergibygg og plusshus .....	63
4.4.1	Energieffektive bygningsdeler og ytelser.....	63
4.4.2	Simulering.....	63
5	Analyse og diskusjon.....	65
5.1	Levert energi analyse .....	65
5.2	Klimabudsjett analyse.....	67
5.3	Økonomisk analyse.....	69
5.3.1	Nåverdi .....	70
5.3.2	Inntjeningstid .....	70
5.3.3	Resultat etter TEK 17, N og nullenergi- og plusshus.....	71
5.4	Diskusjon.....	74
6	Konklusjon .....	76
7	Videre arbeid .....	76
	Referanseliste .....	77
	Vedlegg 1 Historisk klima data i Narvik .....	1
	Vedlegg 2 Dimensjonering .....	2
	Vedlegg 3 Simulering etter Tek 17 og passivhus.....	4

## Tabelliste

Tabell 2.1	Krav til U-verdier i TEK 1949, klimasoner I til IV.....	3
Tabell 2.2	Nåværende tilstand til bygningsdeler.....	5
Tabell 3.1	Sammenligning av energiltak med ulike standarder.....	13
Tabell 3.2	Passivhus krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming .....	14
Tabell 3.3	Nullenergibyggets alternativ hierarki for fornybar energi .....	16
Tabell 4.1	Grunnleggende data for en blokk .....	33
Tabell 4.2	Delene av blokk .....	34
Tabell 4.3	Simulering av energiltak etter TEK 17 med SIMIEN .....	40
Tabell 4.4	Simuleringen av totalt energibehov etter TEK 17.....	41

Tabell 4.5 Virkningsgrad for elektrisitet og væske-til-vann varmepumpe.....	42
Tabell 4.6 Beregning av levert energi .....	42
Tabell 4.7 Levert energi resultat i simulering. Resultatet av simulering etter TEK 17.....	43
Tabell 4.8 Minstekrav til enkeltkomponenter i simulering .....	55
Tabell 4.9 Varmetapsbudsjett i simulering .....	55
Tabell 4.10 Energibudsjett etter passivhus i simulering.....	56
Tabell 4.11 Samling av energiforsyninger til pluss hus. Levert energi for nullenergibygg og plusshus med ulike energiforsyninger og brukandel. Negativ verdien av netto levertenergi betyr hvor mye energi skal solcellepanel sende til kraftnett.....	63
Tabell 5.1 Kostnad av varmeanlegg .....	69
Tabell 5.2 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger etter TEK 17.....	71
Tabell 5.3 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger etter passivhus.....	72
Tabell 5.4 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger etter nullenergi- og plusshus. ....	73

## Figurliste

Figur 2.1 Situasjonsplan i beisfjordveien 88, 99.....	4
Figur 2.2 Gjennomsnitt års nedbør i Narvik .....	7
Figur 2.3 Gjennomsnitt vinternedbør i Narvik.....	7
Figur 2.4 Midlere solstråling døgnverdi i Narvik i april, juli og oktober .....	8
Figur 2.5 Normalårs korrigert middelvind i 80 m høyde i Norge .....	9
Figur 3.1 Kyoto-pyramiden for å oppnå energieffektiv boligbygg.....	10
Figur 3.2 Systemgrenser for produksjon av fornybar energi. Felten I -III viser systemgrenser for energiproduksjon på tomte. ....	11
Figur 3.3 Energibegreper knyttet til bygningens netto energibehov .....	12
Figur 3.4 Netto varmebehov i varmesystem.....	14
Figur 3.5 Eksempel på energimerke i henhold til energiordningen .....	18
Figur 3.6 Integreerte kompakttaggregater i Tyskland.....	19
Figur 3.7 Prosjekt Sol Lux Alpha i San Francisco.....	20
Figur 3.8 OM system oppvarming i vintre og i somre .....	21
Figur 3.9 Sammensetning av energibruk i Norge 2015, sluttbruken av energi 212,5 TWh....	22
Figur 3.10 Sammensetninger i oppvarmingsteknologier i husholdninger.....	23
Figur 3.11 Total kapasitet av solfanger fra 2014 til 2016 av Norge, Finland og Sverige.....	24
Figur 3.12 Generell prinsippsskisse av plane solfanger.....	25

Figur 3.13 Snitt gjennom en vakuumrørsolfanger .....	26
Figur 3.14 Prinsippskisse for solcelle.....	26
Figur 3.15 Bergvarmepumpe og jordvarmepumpe .....	30
Figur 3.16 Ulike varmekilder i sentrale oppvarmingssystem .....	32
Figur 4.1 Eksempel på beregnet energibehov/produksjon for ulike effektive eneboliger.....	33
Figur 4.2 Solstråling i beisfjordveien 88 og 90. Data hentes i Solkart.....	34
Figur 4.3 Solstråling i mars og i oktober på taket av Beisfjordveien 88 og 90 .....	35
Figur 4.4 Tomta for beisfjordveien 88 .....	37
Figur 4.5 Ledning for fjordvarme .....	37
Figur 4.6 Energibønner for bergvarme .....	38
Figur 4.7 Balansert ventilasjon med varmebatteri i simulering.....	41
Figur 4.8 Spesifikk levert energi av bruk andeler av luft-til-vann varmepumpe og elektrisitet. .....	44
Figur 4.9 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av luft/vann varmepumpe, elektrisitet, solfangere og solceller. ....	45
Figur 4.10 Spesifikk levert energi av ulike brukandeler av væske/vann varmepumpe og elektrisitet.....	46
Figur 4.11 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av væske-til-vann varmepumpe, elektrisitet og solenergi.....	47
Figur 4.12 Total spesifikk levert energi for kombinasjonen av bioenergi og elektrisitet.....	48
Figur 4.13 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av bioenergi, elektrisitet og solenergi. .....	48
Figur 4.14 Sammenligning av kombinasjonene av bio+el+sol og el+sol. ....	49
Figur 4.15 Effek beregningen for varmepumpe, elektrisitet og solfangere.....	50
Figur 4.16 Effekt beregningen for bioenergi, elektrisitet og solfangere. ....	51
Figur 4.17 Effekt beregningen for elektrisitet og solfangere.....	51
Figur 4.18 Solstrøm for egen bruk og eksport .....	56
Figur 4.19 Total spesifikk levert energi av luft/vann varmepumpe og elektrisitet.....	57
Figur 4.20 Total spesifikk levert energi for kombinasjonen av lv vp/ el/ solfangere med solceller.....	57
Figur 4.21 Total spesifikk levert energi av væske/vann varmepumpe og elektrisitet.....	58
Figur 4.22 Total spesifikk levert energi av vv vp/el/solfangere med solceller.....	58
Figur 4.23 Total spesifikk levert energi av bio/el/sol.....	59
Figur 4.24 Spesifikk levert energi for to løsninger av bio/el/sol .....	59

Figur 4.25 Spesifikk levert energi av el / sol .....	60
Figur 4.26 Effekt beregning for varmepumpe (Inkl. vv vp og lv vp).....	61
Figur 4.27 Effekt beregning for bioenergianlegg.....	61
Figur 4.28 Effekt beregning for elektrisitet og solfangere .....	61
Figur 4.29 Justerbar solcellerpanel på vegg som kan benyttes i prosjekt. Det er en eksempel av vinner hos Solar Decathlon 2017.....	64
Figur 5.1 Spesifikk levertenergiene av ulike energiforsyninger etter TEK 17 .....	65
Figur 5.2 Spesifikk levertenergi av ulike energiforsyninger etter passivhus.....	66
Figur 5.3 Sammenligning med klimaskjerm etter TEK 17, passivhus, nullenergibygg og plusshus.....	67
Figur 5.4 Årlig CO <sub>2</sub> utslippet ulike energiforsyninger etter TEK 17 .....	68
Figur 5.5 Årlig CO <sub>2</sub> utslipp etter passivhus .....	68
Figur 5.6 Årlig CO <sub>2</sub> utslipp av energieffektiv boliger.....	69

# 1 Innledning

Bygg står for nær 40% av total energibruk i Norge [1]. På grunn av spesielt klima, har Norge egne krav og stort energibehov i bygninger. For å få bærekraftige bygg, har det vært krav til bygg og energiforsyning siden 1949. Men det er fremdeles store utfordringer knyttet til oppgradering av bygningsmassen ut fra nye behov og forskriftskrav. Målsettingen om redusert energiforbruk i de eldre boligbygningene, påvirker både individuelle komfort- og økonomikrav og samfunnsmessig miljøkrav. I tillegg er det videre krav til fleksibel utforming for energi. Det vil si at gapet mellom befolkningens krav til moderne bygginger og de egenskapene som eksisterende eldre boligbygg har, er stort.

Oppgaven skal kartlegge hvordan energiforbruket reduseres gjennom belysning av spesifikke energiforsyningskonsepter i eldre boligblokker. Fokuset vil være på oppgradering av eldre boligblokk med fornybare og smarte energiløsninger. Videre skal det gjøres økonomisk analyse av kombinert energiforsyning. TEK 17 har forbud mot å installere varmeanlegg for fossilt brensel fra 2020, slik at eldre boliger har store utfordringer når det gjelder oppgradering av energiforsyning. Denne oppgaven utarbeider og simulerer rehabilitering til eldre bolig og leter etter tilgjengelig og brukbart tiltak for energieffektivisering.

## 1.1 Bakgrunn

Norge har nesten 2,55 millioner boliger ved utgangen av 2018. 10% av disse byggene ble bygget før 1969 og har rundt 50 år med oppstått teknisk problem som må håndteres [2]. Liten varmeisolasjonen og lavt energieffektivitet er de hovedårsaken til at eldre bygg bruker langt mer energi enn nødvendig.

OMT BBL har eiendommer i beisfjordveien 88 og 90 som på øra i utkanten av Narvik by. Eiendommen har to eldre boligblokker og 20 boenheter fordelt på 2 like bygg. Blokkene ble bygget i 1961 etter gjeldende byggforskrifter på den tiden og har ingen isolasjoner på yttervegg og tak. Energiforsyningen for eksisterende blokkene er kun elektrisitet. Med gamle klimaskjerm og lav effektiv energikilde, har boligblokkene stort varmetap og høyt energiforbruk som ønskes å utbedres gjennom renovering.

Byggene har høy energiforbruk og naturlig luftbehandlingsystem. Boenheter benytter varmtvannsbereder og panelovn som ligger i hvert leilighet forp dekke varmebehov. Gjennomsnitt strømmålerne data er 216 kWh/m<sup>2</sup>. Naturlig ventilasjon benyttes med ventiler i

gjennom yttervegg. Byggene er trekkfulle og har høy lekkajetal. Ventilene i kjeller inn til uoppvarmet rom er skummet på grunn av frostfare i vinter. Dette fører til dårlig luft i disse uoppvarmet rom.

## **1.2 Rapport oppbygging**

For å gi en oversikt over hvordan rapporten er strukturert, forklares det kort beskrivelse om ulike kapittel følges.

Kapittel 2 viser nåværende tilstand på blokkene, bygningselementer og energiforbruk. Kort beskrivelsen av byggeforskrift 1949 gir veiledning til blokkenes bygningsdeler. SIMIEN brukes til å simulere dagens energiforbruk.

Kapittel 3 er litteraturstudie som gir innføring til teknisk forskrift TEK 17, passivhus NS 3700 og enkelte definisjoner om nullenergihus og plusshus. Eksemplene introduserer energibruk tilstand i noen land.

Kapittel 4 beskriver metoden som benyttes til å oppgradere blokker. Simuleringen baseres på ulike energieffektiv boliger som TEK 17, passivhus osv. Energiløsningen vil diskuteres og sammenlignes med ulike fornybar energi. Kapittel 5 presenterer resultat og analyse før konklusjonen gis i kapittel 6.

## **1.3 Begrensing av oppgaven**

oppgaven er begrenset til å fokusere på energiforsyninger. Det skal utrede og diskutere ulike kombinasjoner av energikilder til boligblokk, som består av solenergi, bioenergi, varmepumpe og potensiale energiforsyninger. Med simulering i SIMIEN skal klimaskjermene av boligblokkene oppdateres til ulike energieffekt nivå, som TEK 17, passivhus, nullenergihus og plusshus. Deretter skal ulike bruk av energikombinasjoner utgjøres i simulering. Resultatet av levert energi skal evalueres og diskuteres. Med enkel økonomisk analyse skal det diskutere mulighet av valgte løsninger til bygg oppgradering.

## 2 Tilstand av eksisterende bygning

Boligblokkene ble bygget 1961, mellom byggeforskrift 1949 og byggeforskrift 1969. Det antar at blokkene bygget etter byggeforskrift 1949 med liten/ingen isolasjoner. For å finne mer detaljer om eksisterende bygningselementer, begynner det førstebyggeforskrift 1949.

### 2.1 TEK 1949

Byggeforskrift 1949 utferdig i henhold til § 6 i lov om bygningsvesenet av 22 februar 1924. Forskriftet er faglig veiledning til bygg etter krigen fra 1940. Knapphetstiden etter krigen førte til at enklere byggløsninger ble valgt for å spare kostnader. I byggeforskriften av 1949 ble det første gang satt krav til termisk isolasjon.

Forskriften gjaldt bare for byene, og delte byene i 4 klimasoner. Narvik er i klimasone 3. I henhold til forskjellig klimasoner og ulike material i yttervegg fikk tilsvarende U-verdi til bygningselementene av blokkene. Yttervegg deles i tre, mur og betong. forskriftet grenset konveksjonsfaktor (k) med enhet Kcal/h m<sup>2</sup>K. I tabellen under skiftes det til U-verdi med W/m<sup>2</sup>K med konverteringsfaktor på 0,86 [12].

Tabell 2.1 Krav til U-verdier i TEK 1949, klimasoner I til IV[12]

Bygningselementer	U-verdier i W/m <sup>2</sup> K			
	Klimasoner			
	I	II	III	IV
Yttervegger i mur eller annet brannfast materiale med grunnflate større enn 200 m <sup>2</sup>	1,0	0,9	0,8	0,7
Yttervegger i mur eller annet brannfast materiale med grunnflate større enn 200 m <sup>2</sup>	1,0	0,8	0,7	0,6
Yttervegger i trebygninger	0,8	0,7	0,6	0,5
Tak over oppvarmet rom	0,8	0,7	0,6	0,5
Dekke over oppvarmet rom	0,9	0,8	0,7	0,6
Yttervegger i kjeller	1,4	1,2	1,0	0,9

Vindus typene skal bestemmes av gulvflatens areal etter TEK 1949. Hvis vindusflaten målt innvendig i karmen er av vindusveggen eller større enn 1/8 av gulvflaten, skal det brukes dobbelte vinduer. Dobbelte vindus U-verdi er 2,2 W/m<sup>2</sup>K for faste vinduer og 2,6 W/m<sup>2</sup> K for hengslete vinduer.

## 2.2 Energiforbruk av nåværende blokker

Bygget i prosjekt ligger i utkanten av Narvik, og eiendommens adressa er Beisfjordveien 88 og 90, gnr.41, bnr.170 og 171. Blokkene er to like bygg med 10 boenheter i hver blokk og 2 trappeoppganger. Hver blokk kan deles til to like deler med symmetrisk struktur. Boligblokkene har 3 etasjer, og 2 etasjer er over terreng og en er underetasje som viser i figur 2.1.



Figur 2.1 Situasjonsplan i beisfjordveien 88, 99

Etter at de var ført opp i 1961, fikk blokkene kun vanlig, regelmessige vedlikehold. Gulvet i kjeller er betong uten isolasjon iht.tilstand rapporten fra BBL. Ytterveggene består av bindingsverk uten isolasjoner og med kledning uten luftig. Gavlvegger er av Durox kledd med ulike materialer og er ikke isolert. Vinduene er to-lags glass med ramme av tre og med ramme av PVC. Døra til hoved gang er aluminium og fra 1990-tallet og inngangen til kjeller er nyere. Innervegger er bindingsverk av tre med porøs fiberplater. Dekker i 1 og 2 etasje er av bjelkelag i tre kledd med heltregulv og porøs fiberplater. Taktekket er originalt uten undertak eller isolasjon. Varm og fuktig luft trenger opp på kaldloft å kondensere på innsiden av tekket.



Tabell 2.2 Nåværende tilstand til bygningsdeler

	U-verdi etter TEK 49 W/m <sup>2</sup> år	Nåværende tilstand' W/m <sup>2</sup> år
Yttervegg med bindingsverk	0,8	0,78
Tak	0,6	0,78
Gulv med betong	0,7	1,97
Vindu med 2-lag glass	2,2	1,4 (Byttet i 1985)

### Energiforbruk

Blokkene har naturlig ventilasjon med egen avtrekk på kjøkkenet. På grunn av gamle klimaskjerma, er bygninger svært trekkfulle. Vinduer og dører ble byttet for ca.34 år siden. Tetthet i bygg er dårlig. Leilighetene har kun el-panelovner for romoppvarming uten andre varmekilder. Kraftforbruket er 216 kWh/m<sup>2</sup> år som beregnes av 14 leiligheter.

Simuleringen av blokkene viser stort energibehov enn kravet etter standard. Simulert arealet av blokken omfatter korridor og nødvendig oppvarmet areal. Simulert netto energibehovet er 306,7 kWh/m<sup>2</sup> for nåværende blokken med eksisterende klimaskjerm. Simulert resultatet er større enn netto energibehov 95 kWh/m<sup>2</sup> år etter TEK 17.

På grunn av 100% elektrisitet for oppvarmingssystem, er kostnaden for energi stor. Dermed kan flere typer fornybare energikildene med høy virkningsgrad benyttes til oppgradering.

## 2.3 Arktisk klima

Norge har et klima preget av store variasjoner mellom ulike landsdeler. Med påvirkning av Golfstrømmen, har fastlandet temperert klima i lavlandet og polarklima i fjellet, langs kysten av Finnmark og på Svalbard. Nordlige landområdene i bredere definisjoner inkluderer nord delene av Skandinavia under polarsirkelen, som er over en tredjedel av arealet i Norge. Nord-Norge omfatter tre nordligste fylker i Norge: Nordland, Troms og Finnmark. Denne landsdelen har areal på 112,973 kvadratkilometer og ha 486,001 innbyggere, som står

henholdsvis i 34,9 % av Norges areal og 9,2 % av Norges befolkning [4]. Lav temperatur, mye snø og lang mørketid på vinter er utfordring til befolkningen som bor der.

Arktisk klima er definert som klima hvor middeltemperaturen ligger under 10 grader i årets varmeste måneder [5]. Köppens klimaklassifiseringssystemet deler klima områder inn i fem klimasoner til flere klimatyper og klimaundertyper [6].

- A tropisk klima
- B tørt klima
- C temperert klima
- D kontinentalt klima
- E Polarklima

Arktisk klima eller polarklima er områder med lav temperatur og har ikke naturlig trær. I bredde definisjon, kalles det vanlige området innen polarsirkelen arktisk klima som med midnattsol på sommeren og mørketid på vinteren.

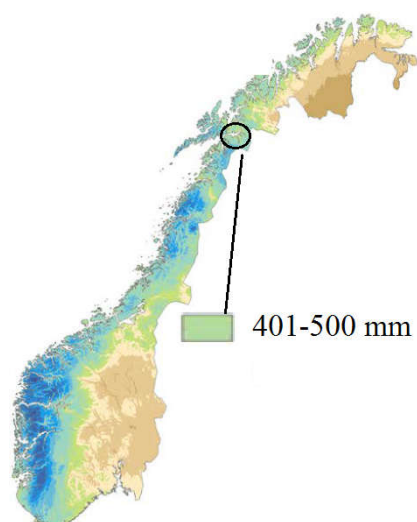
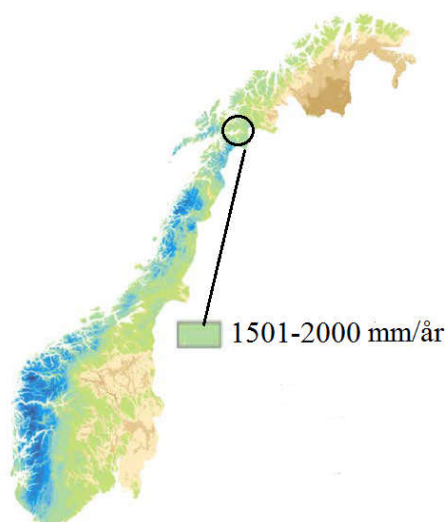
Norge er under flere klimasonene i Köppens klimaklassifisering, hovedsakelig innenfor de tempererte og kontinentale klimasonene. Kystene fra vestsiden av Oslofjorden til Troms er maritimt klima i temperert klimasonen (gruppe C). Indre områder av Østlandet, Sørlandet og Trøndelag har kontinentalt klima, mens sørlige deler av Finnmark har kontinentalt polarklima (gruppe D). Fjellstrøkene og Svalbard har tilnærmet polarklima (gruppe E).

Beisfjordveien 88-90 er i temperert klimasone (gruppe C), og geografisk området er innen polarsirkelen. Der har det lange kyster og milde vintere og relativt kjølige sommere med temperatur varierer fra -6 til 17 grader. Gjennomsnitt nedbør er 46,2 mm per måned og vind hastighet er 4 m/s [7].

### **Temperatur og nedbør**

Lokal temperatur og nedbør stiller krav til boligbyggelementer. Vinter sesong i Narvik er relativt langt og middeltemperatur fra november til februar er mellom -16 og -4 grader. Lav temperatur krever god klimaskjerm til bygg for mindre varmetap.

Norge har mest nedbør langs kysten. Narvik ligger ved øst delen av Nordland og har midlere nedbør som viser i tabell 2.2. Årsgjennomsnitt nedbør er 1501 – 2000 mm og vinternedbør er 401- 500 mm som viser i tabel 2.3 [8].

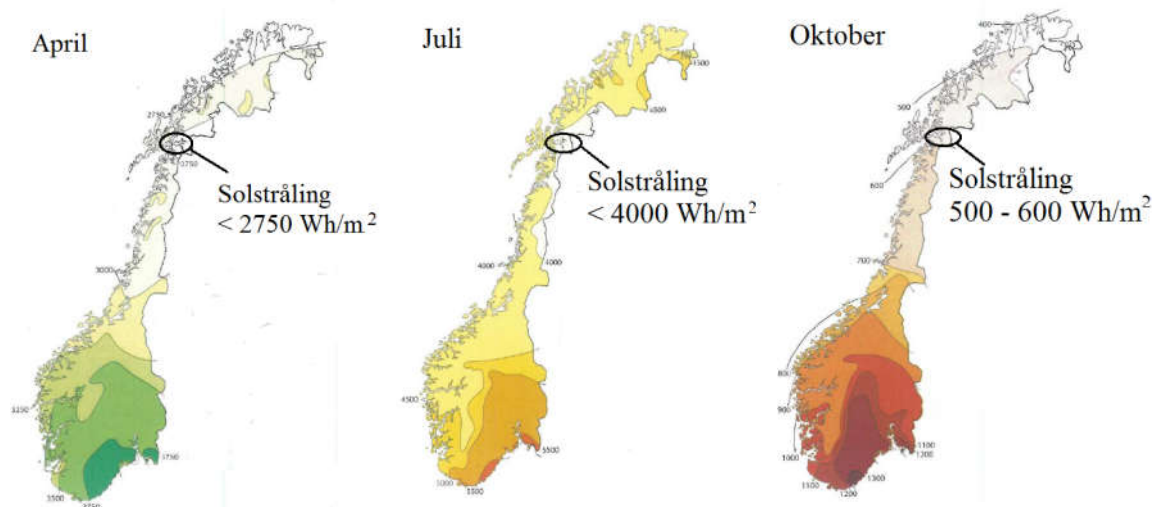


Figur 2.2 Gjennomsnitt års nedbør i Narvik [8]    Figur 2.3 Gjennomsnitt vinternedbør i Narvik

### **Solinnstråling**

Solinnstråling er en av de viktigste faktorene når det vurderer potensialet for bruk av solenergi. Solinnstråling måles i  $\text{Wh/m}^2$  pr dag eller  $\text{Wh/m}^2$  pr år. I sammenligning med den største solinnstrålingen i verden opptil  $2500 \text{ Wh/m}^2$  pr år (målt mot en horisontal flate), varierer Norges solinnstrålingen fra  $700 \text{ Wh/m}^2$  pr år i nord til  $1000 \text{ Wh/m}^2$  pr år i sør. I Nord- Norge er det mest innstråling på sommeren. Gjennomsnitt innstråling i Nord- Norge fra april til oktober varierer mellom 400 og  $4500 \text{ Wh/m}^2$  pr dag. Potensialet av solenergi gir stor mulighet til utnyttelse som både på solfanger og solceller [9].

Narvik har solstråling mengden som vist i figur 2.4. Solstrålingen i Narvik beregnes fra april til oktober. Gjennomsnitt teori strålingstiden er over 20 timer med ca. to måneder midnattsol på sommeren.



Figur 2.4 Midlere solstråling døgnverdi i Narvik i april, juli og oktober [9]

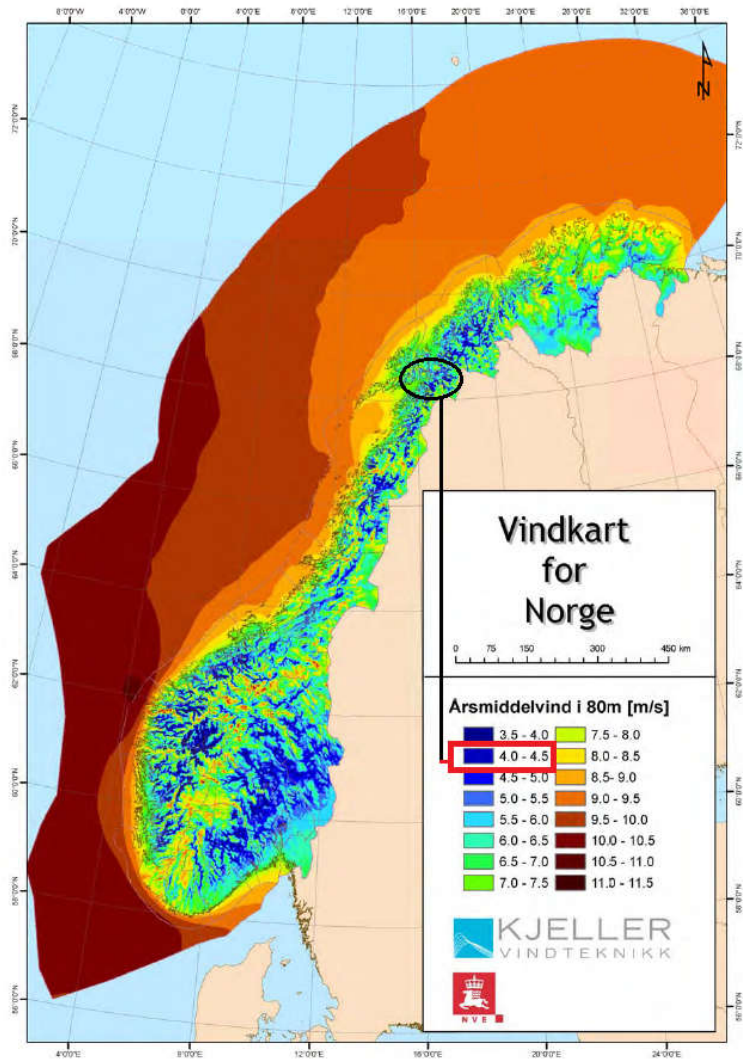
## Vind

Jordflaten bestemmer vindhastighet og vindstyrken som viser hvor mye energi det er i vinden. Når vindhastighet øker, skal vindenergien økes med tredjepotens av vindhastighet. Ved lett bris med vindhastighet 6 m/s, er vindenergien  $39 \text{ W/m}^2$ , mens frisk bris med vindhastighet 10 m/s har vindenergi på  $615 \text{ W/m}^2$ .

Norge har meget god vindressurs og årlig gjennomsnitt vindhastighet 8 m/s, som er målet 50 meter over bakken langs kysten [10]. Innlandet og utenfor kysten har også betydelige vindressurser. NEV beregnet at vindkraft potensiale i Norge kan bli mellom 400 og 1800 TWh/år [11].

Selv om det er stor vindkraftressurs både på landet og i offshore, benyttes Norge kun en liten del av stort potensialet med hensyn til miljø og økonomi. Norge produserte vindkraft 2,85 TWh i 2017, som stod i 1,9 prosent av total vindkraftpotensialet

Narvik har ikke stot potensial av vindressurs avhengig av lokal terreng. Gjennomsnitt vind hastighet er 4 m/s.



Figur 2.5 Normalårs korrigert middelvind i 80 m høyde i Norge [11]

### 3 Litteraturstudie

Ny teknologi i dag skaffer krav og mulighet til energiytelser ved eldre bygg. Bygg med høyt energiforbruk kan reduseres energiforbruk med en rekke ulike tiltak. Interessant er hvordan kan det velge ulike energiforsyninger for å få økonomisk energiløsning. Eksisterende eldre bygningene har ofte store energibehov med tradisjonelle oljekjele og elektrisk varmeanlegg. Det er en god spørsmål om det er mulig å oppgradere eldre bygg til passivhus, nullenergibygg og videre til plusshus.

#### 3.1 Metoden for energieffektivisering

For å oppnå energieffekt boligblokk, kreves det fornybare energikilder som kan produsere energi for egen bruk. Det er en nyttig verktøy som kan brukes til bolig energi økonomisering. Denne metoden er Kyoto-pyramiden. Pyramiden beskriver stegvis hvordan man kan gå til verks ved planlegging av boligbygg for å oppnå energieffektive bygg [13].



Figur 3.1 Kyoto-pyramiden for å oppnå energieffektiv boligbygg [13]

Det er fem steg for å øke byggss energiytelser, som viser i figur 3.1. Først skal redusere varmetap av bygningselementer og ventilasjon. Deretter skal det kontrollere nødvendig energiforbruk og velge den høyeffektive energien. Til slutt skal det velge hvordan varmen kan tilføres fra fornybare energi.

Steg 1 Reduser varmetapet fra bygget mest mulig. Det kan omfatte arealeffektiv, solid lufttett klimaskjerm, høyeffektiv ventilasjon med varmegjenvinner, god isolert bygningselementer og supertisolert vindu og dør.

Steg 2 Reduser elektrisitetsforbruk ved å benytte energieffektive hvitevarer og belysning

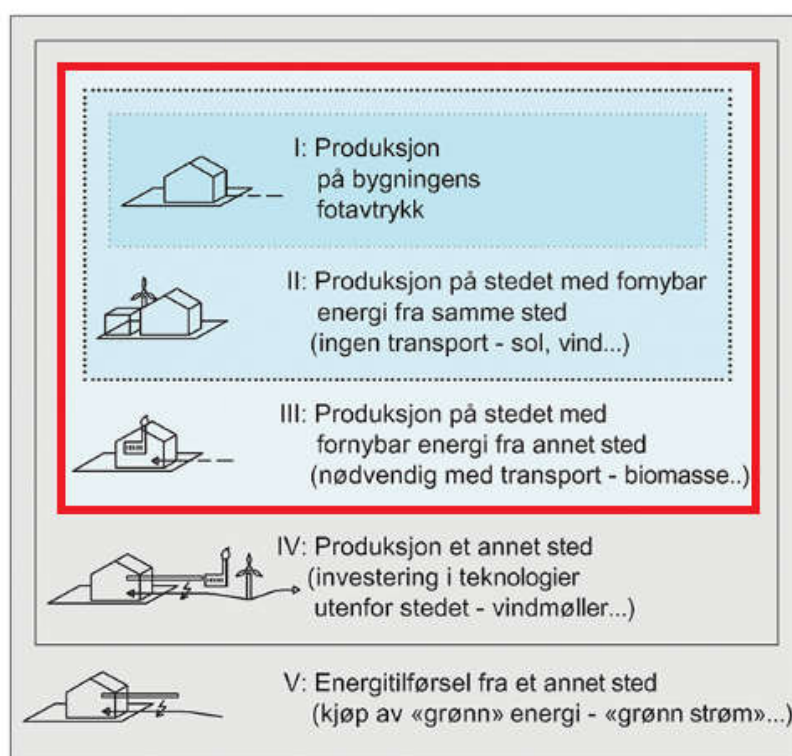
Steg 3 Utnytt solenergien gjennom passiv varmetilskudd som solfangere og solceller.

Steg 4 Vis og kontroll energiforbruk. Det er nødvendig å installere et system til behov styring.

Steg 5 Velg energikilde som er for boligbygg. Fornybare energikilder omfatter bioenergi, solenergi, varmepumpe osv. Det er mulig å lete etter bedre kombinert løsninger.

### Systemgrense og energiproduksjon

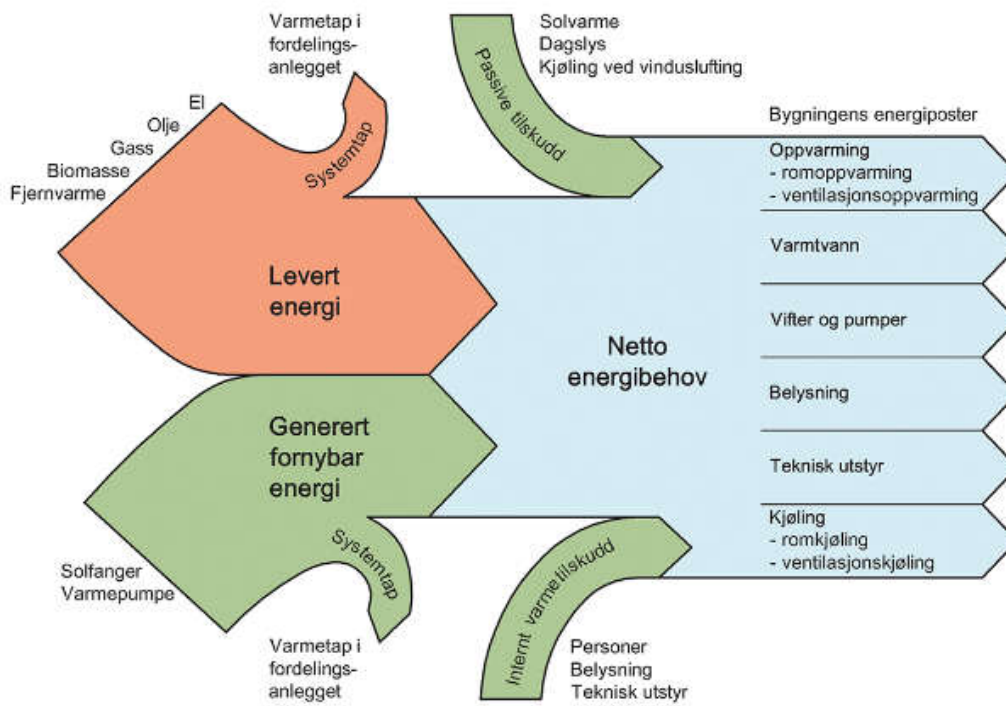
Systemgrenser i energiproduksjon skal være produksjon på tomten med fornybar energi fra annet sted, som vist felten III. Fornybar energi omfatter fjernvarme, bioenergi, solenergi, varmepumpe. Energien uten for tomten vil ikke inkluderes. Energiberegningen skal fokuseres på område grensen som vist i figur 3.2



Figur 3.2 Systemgrenser for produksjon av fornybar energi. Felten I -III viser systemgrenser for energiproduksjon på tomten [3].

## Levert energi

Levert energi er et viktig konsept for å sammenligne ulike energiløsninger. Netto energibehov til oppvarming, ventilasjonsvarme og varmtvann er varmebehovet til bygningen. Kilden for netto energibehov er levert energi og generert fornybar energi, som vist i figur 3.3. På grunn av at generert fornybar energien drives med kraft som levert energi. Derfor kan generert energibehovet uttrykkes med levert energi. Levert energien vises kWh eller spesifikk levert energi kWh/m<sup>2</sup>.



Figur 3.3 Energibegreper knyttet til bygningens netto energibehov [3]



## 3.2 Standarder og forskrifter

### 3.2.1 Bygningselementer

Varmetapet bestemmes av bygningselementer som isolasjon, ventilasjon, tetthet, varmegjenvinner osv. Energiltak og energiramme er to punkter til energieffektivisering etter TEK 17.

#### Energiltak

Tabell 3.1 Sammenligning av energiltak etter ulike standarder

Energiltak bolig	TEK 10	TEK 17	NS 3700
U-verdi yttervegg	$\leq 0,18$	$\leq 0,18$	$\leq 0,1 - 0,12$
U-verdi tak	$\leq 0,13$	$\leq 0,13$	$\leq 0,08 - 0,09$
U-verdi gulv	$\leq 0,15$	$\leq 0,1$	$\leq 0,08$
U-verdi vindu/dør	$\leq 1,2$	$\leq 0,8$	-
Vindu/dørareal per BRA	$\leq 20\%$	$\leq 25\%$	-
Lekkasjetall $n_{50}$ på	$\leq 1,5$	$\leq 0,6$	$\leq 0,6$
Kuldebroverdi	$\leq 0,06$	$\leq 0,07$	-
Varmegjenvinner	$\geq 70\%$	$\geq 80\%$	$\geq 80\%$
SFP ventilasjon	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$

#### Energiramme

Energirammen betyr øvre grense for totalt netto energibehov i definerte bygningskategoriene etter TEK 17. Det viser som årlig totalt netto energibehov per kvadratmeter oppvarmet BRA. Forskjellige bygningskategoriene har energiramme og energiltak under sammen forutsetninger. Boligblokken har energiramme under 95 kWh/BRA m<sup>2</sup> pr år.

Energirammen til passivhus fokuseres i oppvarmingsbehov. Kravet av oppvarmingsbehov er avhengig av årsmiddeltemperatur og oppvarmet deler av brukta real BRA etter NS 3700. Beregningsformelene vist i tabell 3.2-

Tabell 3.2 Passivhus krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming [15]

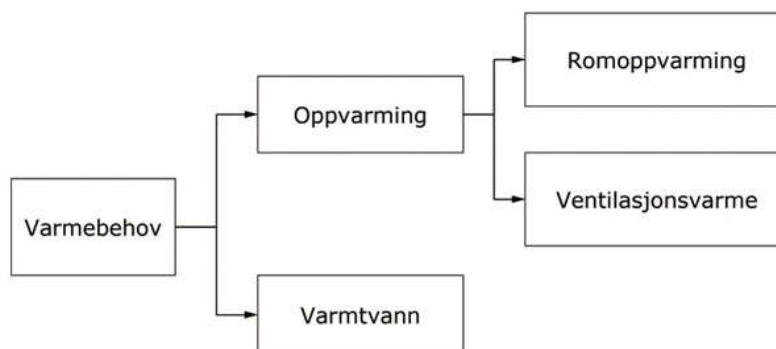
Årsmiddel- Temperatur $\theta_{ym}$	Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming	
	Oppvarmet del av BRA $A_{fl} < 250 \text{ m}^2$	$A_{fl} \geq 250 \text{ m}^2$
$\geq 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4 \times \frac{250}{100} \frac{A_{fl}}{100}$	15
$< 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4 \times \frac{250}{100} \frac{A_{fl}}{100} + (2,1 + 0,59 \times \frac{250}{100} \frac{A_{fl}}{100}) \times (6,3 - \theta_{ym})$	$15 + 2,1 \times (6,3 - \theta_{ym})$

### 3.2.2 Energiforsyninger

#### TEK 17

TEK 17 har to viktige konsepter som lavtemperatur varmeløsning og energifleksibilitet. I henhold til veiledning av § 14-4 krav til løsninger for energiforsyning, skal lavtemperatur varmeløsningen ha turtemperatur på 60 grader eller lavere temperatur ved dimensjonerende forhold i oppvarmingssystem. Lavtemperatur varmeløsninger sikrer at varmesystem er åpent til flere energikilder, for eksempel solvarme, spillvarme og omgivelsesvarme som hentes i varmpumpe.

Energifleksible varmesystemer består av romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmt tappevann som vist i figur 3.4. En fleksible varmesystem vil dekke varmebehov med ulike flere varmekilder og vil ikke grenses i elektrisitet og fossilt brensel. De meste vanligste varmbærerne i varmesystem er vann og luft. Tilsvarende varmesentral arealet bør ikke være mindre enn  $10+10\% \text{BRA m}^2$ . [14].



Figur 3.4 Netto varmebehov i varmesystem [14]

## NS 3700

NS 3700 setter kriterier for passivhus og lavenergibygninger. Standarden setter krav til energibehov i vesentlig lav grad og energivarer enn elektrisitet og fossile brensler. Beregnet mengden av levert elektrisk og fossil energi bør være mindre enn totalt netto energibehov fratrukket 50% av netto energibehov til varmtvann, som vist i ligning 3.1 [15]

$$E_{del,el} + E_{del,oil} + E_{del,gas} < E_t - 0,5 \times Q_{W,nd} \quad (3.1)$$

$E_{del,el}$  er energi fra årlig levert elektrisitet, i kWh/år

$E_{del,oil}$  er energi fra årlig levert fossil olje, i kWh/år

$E_{del,gas}$  er energi fra årlig levert fossil gass, i kWh/år

$E_t$  er totalt årlig netto energibehov, i kWh/år

$Q_{W,nd}$  er årlig netto energibehov for oppvarming av tappevann, i kWh/år

### 3.3 Definisjonene til energieffektivebygg

#### Passivhus

Passivhus skiller seg fra vanlig boliger med svært strengt krav til byggets varmetap, tetting etc. Å bygge et passivhus skal påse at varmebehovet er vesentlig lavt. Dette kan oppnå ved å stille krav til isolering på vegg, gulv, tak, vindu og dører, og krav til minimale lekkasjetall og kuldebro.

Norge har standard NS 3700:2013 som stiller krav til boliger og NS 3702:2012 som krav til yrkesbygg. Standardene angir krav for tre nivå av energiytelser som lavenergiklass 1, klass2 og passivhus. Passivhus i standard må tilfredsstillende krav til varmetap, netto energibehov, fornybar energiforsynings andel og minstekrav til bygningsdeler.

- Varmetapstall for passivhus har krav med boligbyggets oppvarmet del av BRA ( $A_{fl}$ ). Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap skal være mindre enn 0,43 når  $A_{fl}$  er større enn 250 m<sup>2</sup>.
- Oppvarmingsbehov etter lokalt klima skal beregnes etter tabell 3.2
- Kjølebehov skal utformes etter lokalt klima

- Energiforsyning stiller maks mengde til levert elektrisk og fossil energi som skal være mindre enn totalt netto energibehov fratrukket 50% av netto energibehov til varmtvann.
- Minste krav til bygningsdeler som vist i tabell 3.1

### **Nullenergibygge**

Nullenergibygge er ikke definert gjennom egne standard. Dette kan for eksempelvis være passivhus som henter nesten all energi til romoppvarming og varmtvann fra fornybare kilder eller null oppsummert strømforbruk i et gitt tidsrom.

Nesten nullenergibygget innføres av European Commission i 2010.

‘Article 2(2): definitions:

Nearly zero-energy building means a building that has a very high energy performance... The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.’

Tyskland fokuserer nullenergibygge på null utslipp og klima nøytralitet i 2010.

USA deler definisjonen til fire kritiske definisjoner: ‘Net zero site energy’, ‘Net zero source energy’, ‘Net zero emission’ og ‘Net zero site energi cost’ [16]. Forskjellige fasene av ZEB krever ulike prioriteringer og passer ulike energiteknikk som vist i tabell 3.3

Tabell 3.3 Nullenergibyggets alternativ hierarki for fornybar energi [16]

<b>Option Number</b>	<b>ZEB Supply-Side Options</b>	<b>Examples</b>
0	Reduce site energy use through low-energy building technologies	Daylighting, high-efficiency HVAC equipment, natural ventilation, evaporative cooling, etc.
<b>On-Site Supply Options</b>		
1	Use renewable energy sources available within the building’s footprint	PV, solar hot water, and wind located on the building.
2	Use renewable energy sources available at the site	PV, solar hot water, low-impact hydro, and wind located on-site, but not on the building.
<b>Off-Site Supply Options</b>		
3	Use renewable energy sources available off site to generate energy on site	Biomass, wood pellets, ethanol, or biodiesel that can be imported from off site, or waste streams from on-site processes that can be used on-site to generate electricity and heat.
4	Purchase off-site renewable energy sources	Utility-based wind, PV, emissions credits, or other “green” purchasing options. Hydroelectric is sometimes considered.

## **Plusshus**

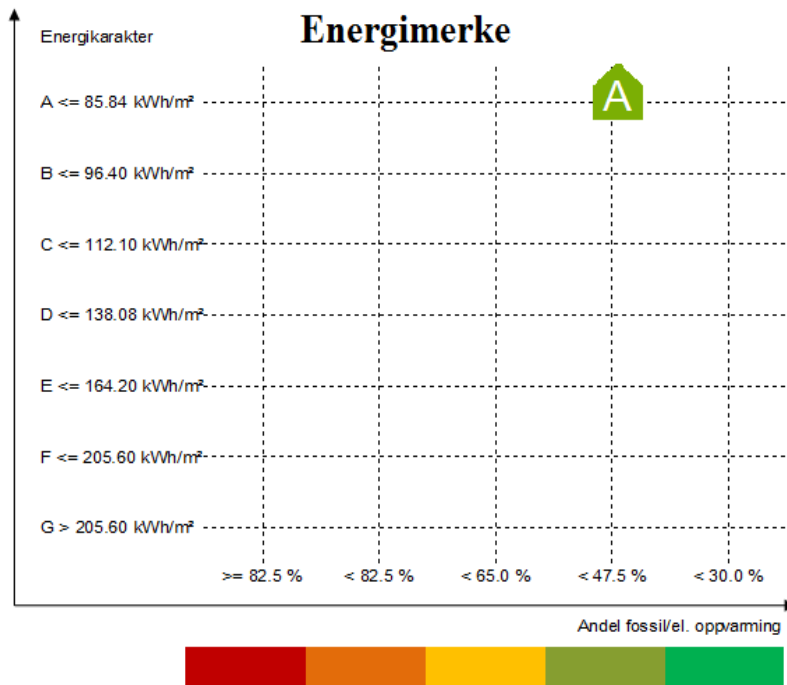
Plusshus har ikke presis definisjon. Dette kan oppnå ved at passivhus produserer all energi til romoppvarming og tappevann, samt elektrisk behov til lys, elektriske apparater etc. I tillegg kan det tilføre overskudd energi til kraftnettet. Det vil si at bygget kan produsere energi for både egen bruk og eksport.

## **Aktivhus**

Aktivhus har ingen presis definisjon og krav til tilsvarende energibehov. Uttrykket benyttes om mange ulike kategorier hus som fra passivhus med aktiv systemer for bruk av solenergi til økologisk hus med naturlig ventilasjon [17].

## **3.4 Energimerkeordningen**

Energimerkeordningen er et system som gir informasjon om boligens energitilstand. Fra 1. juli 2010 skal alle boliger og yrkesbygninger som salg og utleier har en energiattest[3]. Energiattesten gir en pekepinn på boligens energistandard og er en del av markedsføringen av boligen. Energiattesten er sammensatt av en energikarakter, oppvarmingskarakter og en tiltaksliste. Energikarakteren leses av på vertikal aksene og har bokstavskala fra A til G, som viser levert energi til bygningen. Oppvarmingskarakteren vises på horisontal aksene og består av en femdels fargeskala fra rød til grønn, hvor grønn er best. Oppvarmingskarakteren forklarer i hvor stor grad det vil være mulig å dekke varmebehovet med andre energikilder enn elektrisitet, olje og gass. Tiltakslisten skal gi oversikt til mulige tiltak for energieffektivisering. Energikarakteren og oppvarmingskarakteren er uavhengige av hverandre. Det vil si at det er mulig at en bolig får en god energikarakter med en dårlig oppvarmingskarakter, eller motsatt.



Figur 3.5 Eksempel på energimerke i henhold til energiordningen [3]

Kravet for å oppnå de beste karakterene er meget høyt, og det er først og fremst passivhus og lavenergihus som vil ha stor sjanse til å få energikarakteren A. Nybygg som etter TEK 17 kan få energikarakter rundt B. Eldre boliger som er oppført før dagens forskrifter, kan få karakter mellom C og G. De fleste boligene i dag er eldre enn 2016.

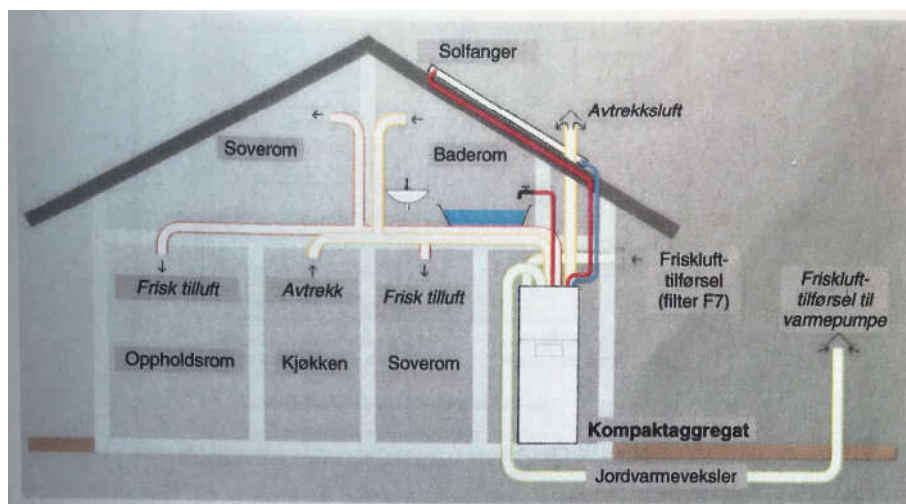
### 3.5 Energiforbruk i husholdning i andre land

#### 3.5.1 Tyskland

Passivhuset i Tyskland integrerte kompakt aggregater for balansert ventilasjon, romoppvarming og varmtvannsberedning.

Luft-til-luft varmesystemet brukes i denne type passivhus. Frisk luften forvarmes i en jordvarmeveksler eller jordkollektor før den tilføres varme til varmepumpe. Varmekilden for varmepumpe er avtrekksvarmpumpe etter varmegjenvinner, eventuelt i kombinasjon med forvarmet uteluft via jord/luft varmevekslere. Jord/luft varmeveksleren er legges i bakken rundt huset. Varmeveksleren eliminerer i stor grad behovet for forvarming av ventilasjonsluften og unngår frostdannelse i varmegjenvinner ved lavere uteluft temperatur. I tillegg kan forvarmingen unngå fordampere slik at den øker varmepumpens varmeytelse og reduserer ventilasjonstapet.

Solfangere og varmepumpe kombinerte med varmtvannstank. I sommerstid kan solfangerne dekke hele varmtvannsbehovet, og det vil si at solfangerne kan dekke ca. 50% energibehov av varmtvann. I henhold til erfaring kan optimal vinkel mot solen for vintervarme være tilvarende breddegrad på 45 til 50 grader. Tyskland ligger i mellom breddegrader på 47 grader og 55 grader. Dermed kan Tyskland bruke mer solvarme i vintertid [18].



Figur 3.6 Integrerte kompaktaggregater i Tyskland [18]

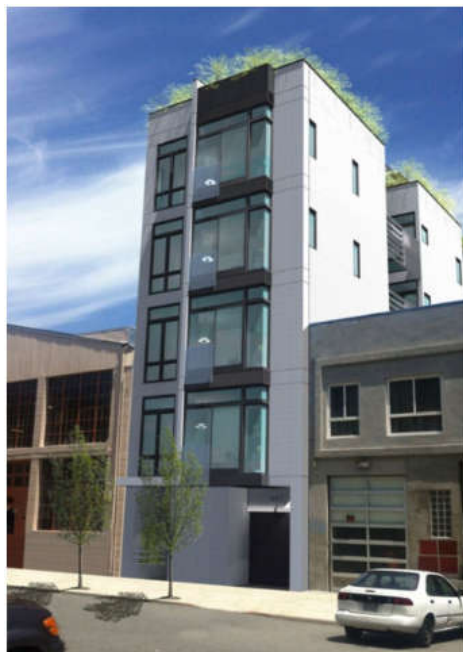
### 3.5.2 USA

PHIUS er en organisasjon som jobber på passivhus i USA. PHIUS betyr at Passiv Hus i USA Under godkjenning av US Department of Energi (DOE), utvikler PHIUS samarbeid med andre organisasjoner og jobbet masser for å finne balansert punkt mellom investering og tilbakebetaling, samt å presentere rimelig løsning for energieffektivisering og god inn klima. De hjelper å utvikle standard og å sertifisere passivhus.

Standarden har tre viktige deler for å oppnå passivhus: kriterier til energibelastninger, til energikilde og til lekkasjetall.

En eksempel viser et passivhus har ny teknikk med 'nanogrid'. Blokken ligger i San Francisco og heter 'Sol lux alpha passive house nanogrid' som vist i figur 3.7. Nanogrider er små mikrogrid og betjener en enkel bygning. Navigant Research har utviklet sin egen definisjon av en nanogrid som 100 kW for nettbaserte systemer og 5 kW for som ikke kobles til fellesnett. Prosjektet benytter 5 separate nanogrider. Hver nanogriden har 3 Tesla

Powderwall for å skape redundans og ekstra motstandskraft. Kombinasjonen av 5 systemer legger til redundans og motstandsfaktor [19].



Figur 3.7 Prosjekt Sol Lux Alpha i San Francisco [19]

### 3.5.3 Japan

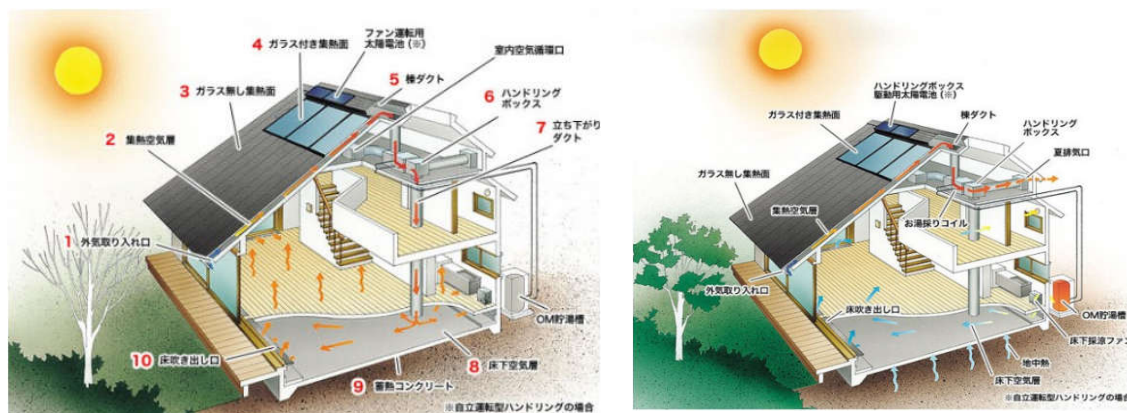
Japansk bygning er kaldt i vinter. Årsaken er at bygninger i Japan har ingen isolasjon på bygg. Japansk sommeren er varm og fuktig. Derfor bygger japansk boligene for bedre ventilasjon og uten isolasjoner. Et unntak er Hokkaido, der har bygninger sentralvarme, dobbelt eller trippelvinduer og riktig isolasjon. Bygningene i Hokkaido har vanligste varmekilde parafinovn som er farlig og forurensende. Ved bruk av parafinovn må man lufte bolig av og til, og det vil øke varmetap [20].

OM Solar system bruker passiv solenergi for oppvarming. Energi for oppvarming i bolig utgjør 50 % av totalt energibruk i Japan. Det er viktig å benytte energi for oppvarming. OM Solar system benytter passivsolenergi til å samle og lage solvarme. Luften er som varmemedien for oppvarming og kjøling. Selv om i vintre, kan det få ca.10 grader temperatur forskjell mellom inne og ute.

Boligen i OM Solar system har god isolasjon og tettere klimaskjerm. Det har et stort tak som er mot sør med solceller ligger på og har luft sjikt nede. Taket blir varmt når sola skinner på taket og solcellene begynner å jobbe. Fersk luften suges inn sjikt via ventil under takteknig



og varmt luft føres ned til å oppvarmere gulv ved vift. Om nattet eller i skyet dager, kan tykk betong i fundament som kan beholde varme og tilføres for bruk fortsatt.



Figur 3.8 OM system oppvarming på vinteren og på sommeren [20]

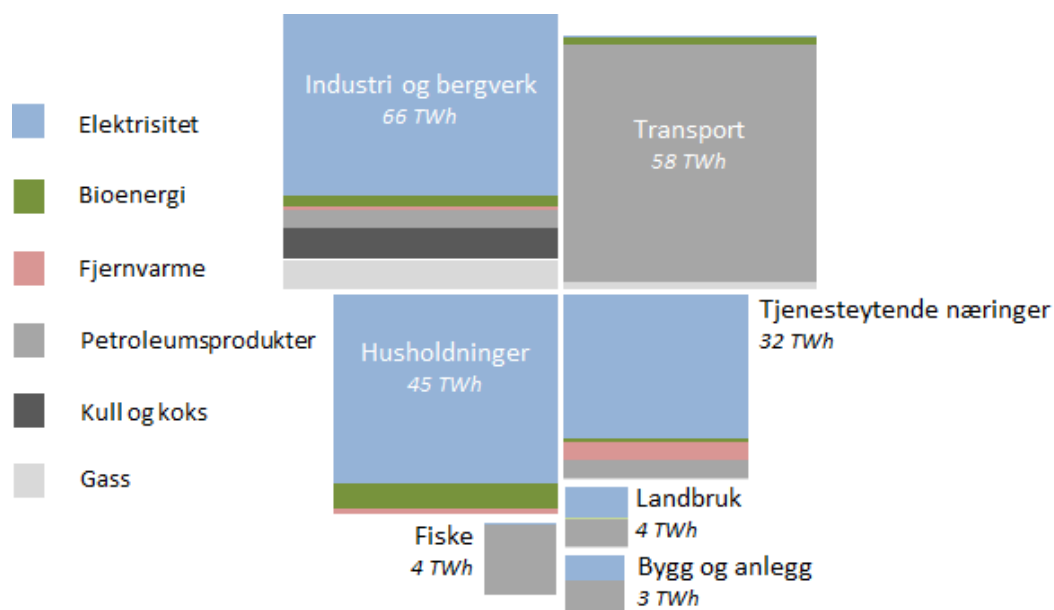
På sommeren er det for mye solvarme. Før føres ut av viften, kan varmet luften oppvarmere tappevann. Utformingen av lufttrøm kan gir varme og kjøle med mindre mekanisk utstyr..

### 3.5.4 Kina

Kina har en lang vei til bolig effektivisering. Mange boligbygninger har for mye energiforbruk enn nødvendig både på vinteren og på sommeren. Passivhus teknikk er fremdeles nytt til det raske utviklingslandet. Kina er verdens største marked for solvarme og største produsent av solcellepaneler.

### 3.5.5 Norge

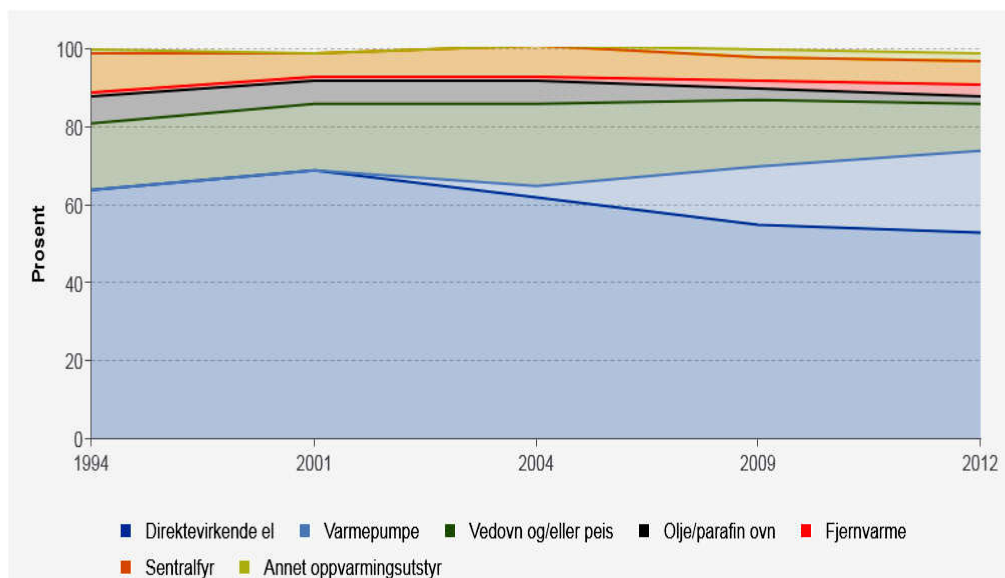
Norge har total energibruk 213 TWh i 2017, som vist i figur 3.9. Sektorene av husholdninger og tjenesteytende i 2017 stod i 37 % av total energibruk. Elektrisitet var den største delen til energiforbruk i bygg, mens bioenergi og fjernvarme stod fremdeles i små deler. Bioenergi har stabilt bruk i privat hus. Fjernvarme er støttet med staten og forbruken skal øke videre [21].



Figur 3.9 Sammensetning av energibruk i Norge 2015, sluttbruken av energi 212,5 TWh [21]

Petroleumsprodukter og gass, som baserer på ikke-fornybare ressurser og skal ta slutt i fremtiden. Det omfatter vanligvis olje, gass og andre produkter. For husholdning er det tradisjonelt bruk av olje- og gasskjeler som fyrer fossil brensel og slippe ut klimagass. Det kan føre til økning av global temperatur. Dermed i 2012 varslet Stortinget at fossil brensel skal bli forbudt i husholdning. Fra 2020 er det ikke tillatt for bruk av fossil olje og parafin til oppvarming i bolig. Alle eksisterende oljetanker og oljefyringsanlegg bør fjernes og bytte til andre energikilde unntatt spesielle tilfeller.

Norges energibruk i oppvarming og tappevann står i stor del som om lag 78 prosent av total energibruk i 2017. Figur 3.10 viser dominerte måter som brukes for oppvarming og tappevann. Fra 2001 til 2012, økte bruken av varmpumpe og bioenergi, mens bruken av elektrisitet og olje/parafin oven sunket. Flere familier velger å oppgradere egen hus med varmpumpe slik at det får høyere energieffekt og ren miljø.



Figur 3.10 Sammensetninger i oppvarmingsteknologier i husholdninger [21]

## 3.6 Fornybar energi

Fornybare energi er energikilden som har en regelmessig tilførsel av ny energi og ikke vil tømmes innen til tidsrammen av menneskeheten [22]. Eksempler på energikilder er solenergi, vindkraft, vannkraft, geoenergi, bioenergi, tidsvannsenergisaltkraft osv. Fornybare energi baserer i natur og er mer bærekraftig enn olje, gass og kull. De er rene energikilder til bruk og har ingen eller lav klimagass utslipp.

### 3.6.1 Elektrisitet

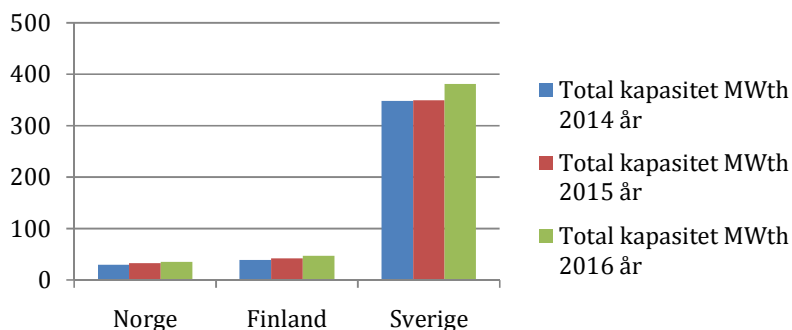
Norge har ca. 99 % av strøm som vannkraft og fra andre typer fornybar energi. Elektrisitet er den største energiforbruk i norske husholdninger. I følge myndighetene benyttes 60 % av elektrisiteten til oppvarming, 20% til belysning og utstyr og 20 % til øvrige energiforbruk.

Direkte virkende elektrisk er lett å bruk, men det oppfyller ikke krav til TEK. Elektrisk oppvarming har flere former av panelovn, varmekabler og varmebatterier, samt tradisjonelt elektrisk beredere til tappevann. Disse direktevirkende elektrisk utstyr har fordeler med lav investering, enkelt installasjon og lav vedlikeholdsbehov, men TEK stiller krav til elektrisitet. Elektrisk oppvarmingssystemet har ikke fleksibilitet for å integrere med annen energikilde. Dermed elektrisitet bruket blir grenset

### 3.6.2 Solenergi

Solenergi produseres av solen og avgir varme og energi til jorda gjennom stråling. Solenergi er den viktigste energikilden til jorden, og har stor potensiale til å stå for 50 % av verdens energiforsyning i 2050. Mange land setter vekt på utnyttelse av solenergibruk og har bygget opp storstilt prosjekter både på solfangere og solceller. I 2017 utgjorde total tilsvarende årlig solenergi 388 TWh i globale, som tilsvarer å spare 41,7 million tonn av olje og 134,7 million tonn av CO<sub>2</sub>. [23]

Solenerginæringen i Norge er fortsatt i en relativt tidlig fase. Norge har en solinnstråling på en horisontal flate fra 700 til 1000 kWh/m<sup>2</sup> per år [24]. Totalt arealet av solfangere i Norge er 50 506 m<sup>2</sup> og kapasitet er 35 MWth. Sammenligning med Sverige og Finland, har Norge stort potensial for vekst på solanlegg, som vist i figur 3.11.



Figur 3.11 Total kapasitet av solfangere fra 2014 til 2016 av Norge, Finland og Sverige [23].

Det er tre hovedprinsipper til å bruke solenergi, som passiv solvarme, solfangere og solceller. Passiv solvarme og solfangere kan bruke solenergi til oppvarming, og solceller kan produsere solstrøm for egen bruk og eksport.

#### Passiv solvarme

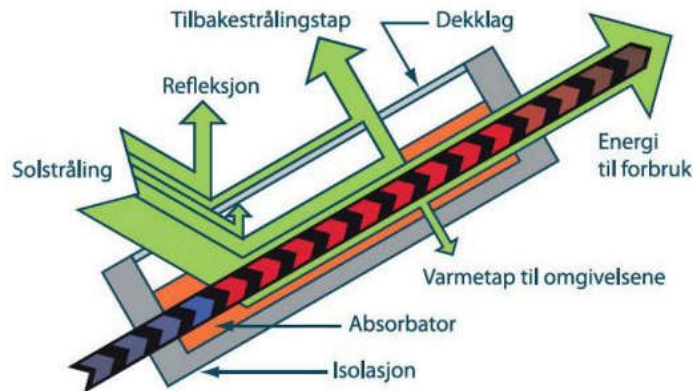
Glasset gir mulighet til å benytte solstråling til passiv solvarme uten ekstra energi i boliger. Solstrålingen gjennom glasset kan øke inne temperatur når varmetapet av glasset er grenset. I nye boligbygg kan det bruke stor andel arealet av vindu eller dør til å få gratis solvarme.

## Solfangere

Solfangere kan produsere varmevann med høy effekt og er fleksibel til oppvarmingssystem. Vannbåren solfangere kan ta opp i området 70 – 90% av den innkommende solstrålingen, og det blir grunnlast til vannbåren varmesystemer i boligbygninger. Solfangere kan kombineres med elektrisitet, varmepumpe og bioenergi til gulvvarme eller radiatorer. Siden solfangere har lav kostnad for å montere og har lang levetid, kan det bli en god valg for boligens varmekilde

Solfangere har ulike utforminger. De mest vanlige er væskebaserte plane solfangere og vakuumrørsolfangere.

**Plane solfanger** omfatter en tynn metallplate og en plan absorbator, der varmemediet sirkulerer gjennom rør i absorbatoren. Plan absorbator dekkes med glass foran og isolasjon bak for å redusere varmetap som vist i figur 3.12. Plane solfangere kan erstatte vanlig taktekning og integreres med taket. På grunn av varmetapet som vist i figur 3.12, kan systemets effektiviteten bli ca.50-80 % [25].

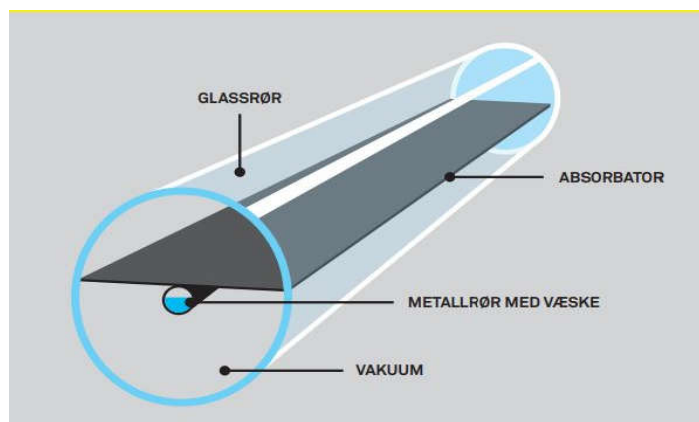


Figur 3.12 Generell prinsippsskisse av plane solfanger [25]

**Vakuumrørsolfanger** er absorbatoren plassert i sylindriske vakuumrør i glass. På toppen av panelet er det varmevekslere som transporterer varme til varmelager som vist i figur 3.13. Vakuumrørsolfangere er godt isolert og har dermed lavt varmetap. Da kan det bruke i kaldt klima eller under svak sol med litt varmetap, og koster som regel også mer.

Vakuumrørsolfangere kan ikke erstatte en vanntett taktekning på samme måte som noen plane solfangere. Det kan finnes måter å integreres i bygning strukturen for eksempel som rekkverk.

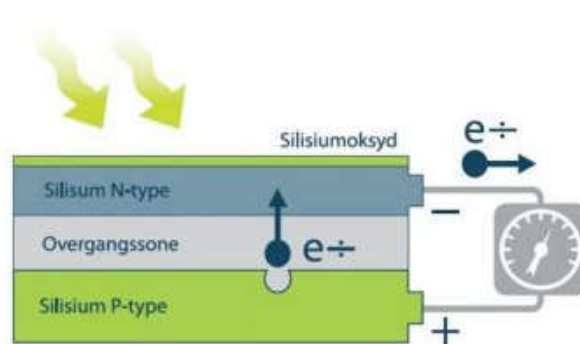
Virkningsgrad av vakuumsolfangere er ca.90 til 95 %[26]. Effekten på solfangere er mellom 395 og 496 kWh/m<sup>2</sup> iht. info av CTC.



Figur 3.13 Snitt gjennom en vakuumsolfanger [26]

### Solcellepanel

Solceller produserer elektrisk energi ved å benytte fotovoltaisk effekt. Denne effekten skjer uten bruk av annen energi enn sollys. Lys som opptas i solceller overfører lys energi til elektrisk energi. Den elektriske energien kan brukes direkte, lagres i batterier eller transporteres til overføringsnettet. virkningsgraden av solcelle er ca. 20 %.



Figur 3.14 Prinsippskisse for solcelle [27]

Det er økt etterspørsel på solceller etter redusert prisen. Prisen på solcellepakker er redusert de senere årene. Etterspørselen på solcellene har økt og solcellepaneler er blitt mer effektive. I Europa er det Tyskland og Danmark som har drevet utviklingen av solcellepaneler. Med et så formidabelt prisfall, vil norsk markedet ha stor interessant til flere løsninger for boligbygninger.

### **3.6.3 Vindkraft**

Vindenergi er kinetisk energi til vinden og kan omdannes til elektrisitet ved hjelp av vindturbiner. Vindenergien kan beregnes med vindhastigheten i tredje potens, dermed har det stort potensial til å bruke.

Norge hadde vindkraftproduksjon 2125 GWh og samlet installert ytelse 873 MW i 2016. Det skal øke betydelig i de senere årene.

Småskala vindkrafter en samlebetegnelse på mindre vindturbiner. Dette kan bruke til husholdninger, hytter, gårdsbruk osv. Disse gir ofte øvre effekt mellom 20 kW og 50 kW.

Små vindturbiner koster mye penger. Teknologien har ikke opplevd det samme prisfallet som for eksempel solceller. For en velprøvd turbiner med effekt 3 - 5 kW, bør man betale minst 300.000 kroner alt inkludert. En slik turbiner vil produsere 8000 til 18000 kWh/ år på en god lokasjon. Hvis det antar levetid på 20 år, trenger gjennomsnitt inntjening strømpris på 1,1 til 2,5 kroner/ kWh for å gå i null. Og det er regnet uten kostnad til vedlikehold og rente [27].

### **3.6.4 Bioenergi**

Bioenergi er hentet fra planter og dyr som blir kalt biomateriale. Eksempel på biomateriale kan være tang, tare, mais, ved og avføring. Biomasse benyttes vanlig til oppvarming, men det kan brukes til å produsere elektrisitet, biodrivstoff, biogass og hydrogen.

Biobrensel for oppvarmingssystem i bolig er ved, briketter og trepellets. Ved bør ha fuktinnhold under 20 %, og brennverdien er ca. 4,3 kWh/kg. Brikker er tørket sagflis, kutterspon og annet treavfall som lages med høyt trekk. Typisk fuktinnholdet er 12 %, og brennverdien er ca. 4,45 kWh/kg. Trepellets lager med finmalt og tørket treavfall som under høyt trekk. Pellets er vanlig små sylindriske enheter med diameter 6 - 12mm med fuktinnholdet på 6 – 10 % og brennverdien på 4,8 kWh/kg iht.NS 4414 og NS 3168.

### **Vedkjel**

Vedkjeler kobler et varmedistribusjonssystem med akkumulatortank og kan dekke varmebehov for romoppvarming og varmtvann. De passer vedkjeler god i leilighet eller store hus hvor man har tilgang til mye ved til en rimelig kostnad. Denne typen kjeler kan ikke utstyres med eksternt brenselager. Derfor må brensel innmatingen gjøres på manuell måte. Vedkjeler leverer effekt 15 – 50 kW, og forbrenningsvirkningsgraden er 70 – 80% [18].

## **Pellets kamin**

Pellets kaminen plasseres i eget fyrrom og kan benyttes med vannmantel og integrert vannvarmevekslere som dekker varmebehov til hel bolig. Brenselinnmating og lufttilførsel via en innebygd turtallsregulert vifte reguleres automatisk ut fra ønsket romtemperatur. En ekstern temperaturføle benyttes i akkumulatortanken og kommuniseres med styringssystem. Kamin leverer varme så lenge det er behov for varmtvann, og slås deretter av. Når temperatur i akkumulatortanken har nådd ønsket nivå, leverer kaminen direktevarme til omgivelse. Pellets kamin leverer effekt 1,5 – 10 kW, og forbrenningsvirkningsgrad er 85 – 92%.

## **Pellets kjel**

Pellets kjeler plasseres i eget fyrrom og tilkobles med et vannbårent distribusjonssystem som kan dekke varmebehov til romoppvarming og varmtvann. Anlegget har automatisk styringssystemet av brenselstilgang og luftmengde og kan få ønsket vanntemperatur i driftstiden. Pellets lageret kan plasseres utendørs og romme. Pellets kjeler er i effektklassen 10 – 80 kW og har maksimal virkningsgrad 89 – 95%.

### **3.6.5 Varmepumpe**

Varmepumpe er forskjellige på utførelser, systemer og kostnadsnivå. Vi kan dele varmpumpe etter hvor de henter varme og etter hvordan de avgir varme. Det er 5 typer varmpumpe deles med varmekilde og utførelser.

#### **Luft-til-luft-varmpumpe**

Luft-til-luft-varmpumper henter varme fra uteluften og avgir varme direkte til inneluften. Denne typen varmpumpe har relativt enkel montering og er lønnsomt i eksisterende bygninger. Denne type varmpumpe bruker strøm for å drive. Jo lengre fyringssesongen er der du bor, desto mer gunstig er en luft-til-luft varmpumpe. Men de har lav virkningsgrad når ute temperatur er lavere enn -20 grader. Boliger med slik type varmpumpe trenger andre energikilder for å avgi varme i kald tid på grunn av varmpumpens dårlig ytelse når det er i stor energibehovtid.



Ulempene av luft-til-luft varmepumpen kan bli lav virkningsgrad når utetemperatur er lavere enn 2 til 5 grader. Automatisk avrimingen synker anleggets varmfaktor. Og luft-til-luft varmepumpe lager noe støy i inne og ute.

Levetiden for luft-til-luft varmepumpe er 12 til 15 år med korrekt installasjon og nødvendig vedlikehold. Lavere energiutgifter gjør at investeringen i varmepumpe kan bli nedbetalt i løpet av 3 til 6 år. Etterpå kan det ha nettogevinst [28].

### **Luft-til-vann-varmepumpe**

Luft-til-vann varmepumpe tar varme fra uteluften og avgir varme til vannbårent system som kan dekke tappevann- og oppvarmingsbehov. På grunn av like årsaker med luft-til-luft varmepumpe av mindre ytelse i kaldt klima, fungerer luft-til-vann varmepumpe godt i noe steder med relativt milde vintre. Sammenligning av luft-til-luft varmepumpe, har luft-til-vann varmepumpe mindre støy i inne. De passer bedre til å kombineres med annet energikilde.

Avtrekksvarmepumpe gjenvinner energi av brukt luft i boliger og kan føre energi både til romoppvarming og varmtvann. Brukt luft i boliger har jevn og høy temperatur som vanligvis mellom 18 og 25 grader. Med mekanisk avtrekksventilasjon som suger brukt luft, kan avtrekksluften sendes gjennom avtrekksvarmepumpe og overføre varmen til vannbårent anlegg.

Ventilasjonsvarmepumpe brukes i balansert ventilasjonssystem med to kanalsystemer. Først kan brukt luftgjenvinnes varme med en standard varmegjenvinner, deretter ledes brukt luften til varmepumpe og gjenvinnes resten varme. Dette kan gi høyere energisparing fordi varmepumpe kan hente ut enda mer energi fra brukt luft enn en standard varmegjenvinner kan.

### **Væske-til-vann-varmepumpe**

Væske-til-vann varmepumpe henter varme fra berg, jord, sjøvann og ferskvann som vist i figur 3.15. Varmen leveres til tappevann og vannbårent oppvarmingssystem direkte. Væske/vann varmepumpe har stabil varmekilde i helt år. For eksempel jordvarmepumpe henter varme fra sjøvann i fjord, der er temperatur mellom 8 og 11 grader. Effektfaktor COP av væske/vann varmepumpe er relativt høy, som er mellom 2,5 og 3,5. Levetiden til væske-til-vann varmepumper er rundt 15 - 20 år etter korrekt installasjon og nødvendig vedlikehold. Denne typen varmepumpe krever høye investeringer som omfatter varme kollektører, boring

og lignende. Slik at væsk-til-vann varmepumpe passer boligblokk eller flere boenheter som kan dekkes varme med ett borehull.



Figur 3.15 Bergvarmepumpe og jordvarmepumpe [29]

Gråvannsvarmepumpen gjenvinner varme fra gråvann bortsett fra toalett. Varmen blir hent fra avløpsvann som fremdeles har relativt høy temperatur og sendes tilbake til bolig i form av varmt vann. Varmen i gråvann kan hentes i form av varmeveksler og enkelt varmegjenvinner på dusj avløpsvann. Gråvann har høy temperatur og dermed får gråvanns- varmepumpe høy effektfaktor.

Gråvann varmeopptakssystemet har høye investeringskostnader. Systemet trenger separat avløpssystem for gråvann, oppsamlingbasseng, pumper og så videre. Behandling med gråvann slik at kostnaden av vedlikehold og drift blir høy. Derfor gråvannsvarmepumpen passer på boligblokker og leilighet.

En væske-til-vann varmepumpe kan koste fra 120.000 og oppover. Monteringskostnad inkluderer boring og installasjon vil bli litt dyrere. Høyere virkningsgraden gir mulighet at mer energien kan spares.

### **Varmepumpe med CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium**

CO<sub>2</sub> varmepumpen er god miljø- og bruksegenskaper. Varmepumper benytter arbeidsmedium, som sirkulerer i den lukkede varmepumpekretsen, og henter varme fra varmekilde. De fleste varmepumpene benytter i dag av syntetisk fremstilte arbeidsmedier (HFK), som er drivhusgass og uvennlig til miljø. CO<sub>2</sub> er biproduksjon i industri prosess som er billig og ikke er giftig til miljø. CO<sub>2</sub> har høyere kompressorvirkningsgrad og bedre overføringsforhold.

Derfor varmepumpe med CO<sub>2</sub> kan oppnå billigere anlegg og høyere COP enn vanlig varmepumpe.

CO<sub>2</sub> Varmepumpe kan oppnå høyere temperaturløft. Men denne teknologien egner seg bedre til bygninger med høyt varmevannsbehov. Med utvikling av relevant teknologi, kan CO<sub>2</sub> varmepumpe bli bredere bruksområde.

### **3.7 Oppvarmingssystem**

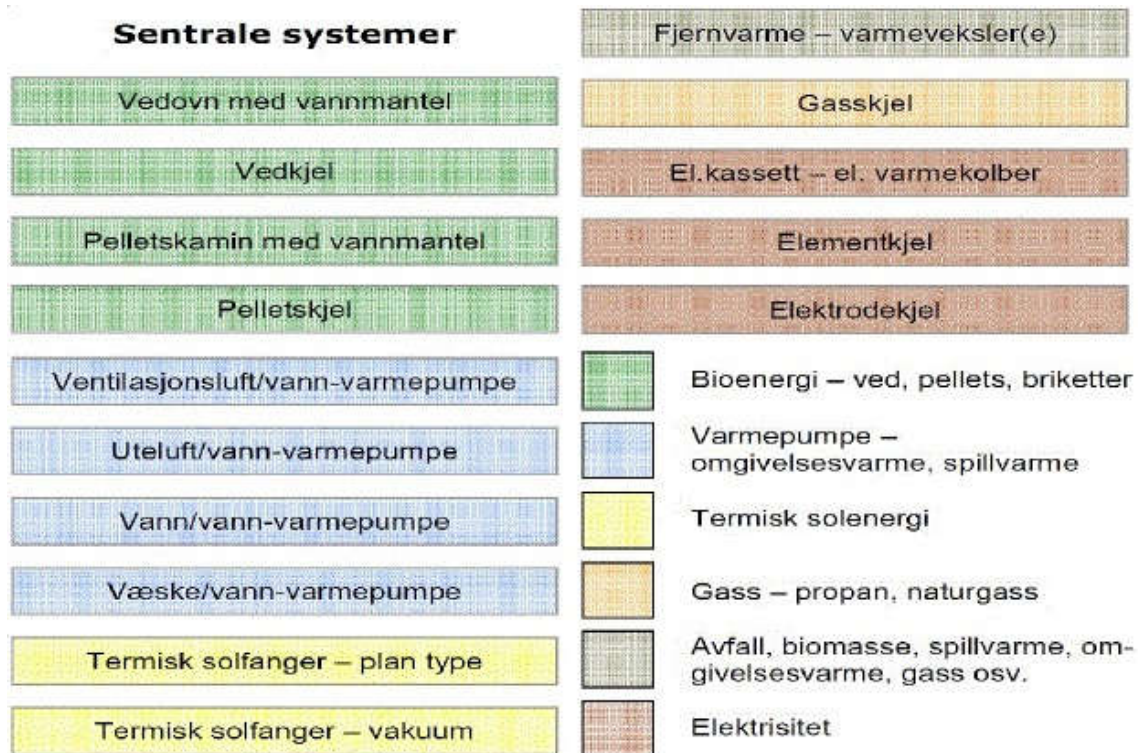
Oppvarmingssystemer kan klassifiseres til sentralt oppvarmingssystem og frittstående oppvarmingssystem. Frittstående oppvarmingssystemer dekker helt eller delt av behovet for romoppvarming, ventilasjon eller varmtvann. Sentrale oppvarmingssystemet dekker hele eller deler av boligens varmebehov.

Sentrale systemer kan benyttes i eneboliger som flermannsboliger, rekkehus og boligblokker hvor en varmesentral kan dekke varmebehovet til alle boenheter. For blokkene som har flere eneboliger, er det vanlig å bruke sentral oppvarmingssystem for å redusere distribusjonsvarmetap. Sentralt system kan også kombineres med frittstående oppvarmingsanlegg, for eksempel pelletskamin med vannmantel og elektrisk panelovner som vist i figur 3.16. Og en bolig med balansert ventilasjon, som såkalte kompakttageregater, kan kombinere med varmegjenvinner, avtrekksluft-varmepumpe, solfangere og integrert varmtvannstank. Da er det flere løsninger til en sentral oppvarmingssystem.

Sentrale oppvarmingssystemer krever store lagringstanker for å akkumulere energi som lages når vedkjelen er i drift. Normal tommelfingerregel er at det bør ha minimum en 10 liter akkumulator pr kW installert effekt.

#### **Vannbåren oppvarmingssystem**

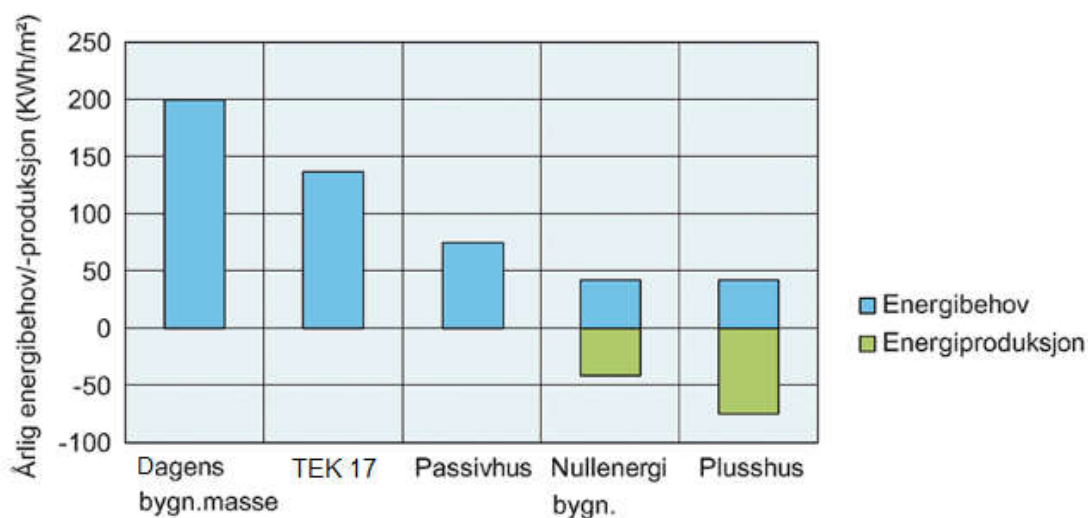
Vannbåren varme er oppvarmingssystem eller kjølesystemer som bruker vann som energibærer. Vannbåren systemet er fleksibelt og kan fungere sammen med ulike fornybare varmekilder. Begrepet brukes til å omtale oppvarmingsmetode i bygninger med vannbåren gulvvarme, radiatorer eller viftkonvektorer. Gjennom rørene som blir lagt inn i bygningskonstruksjonen, kan varmt vann av en varmekilde sirkulere i rørsystemet. Derfor kan vannbårent systemet gir en jevn varme i huset og bidra til et behagelig inneklima. Det har mulighet å bruke lavtemperatur varmeløsninger i bolig for å spare energi videre.



Figur 3.16 Ulike varmekilder i sentrale oppvarmingssystem [30]

## 4 Energiforsyninger for ulike typer energieffektive boliger

Ulike typer energieffektive boliger har forskjellige energibehov og energiproduksjon. Fra søylen venstre til høyre viser det gradvis redusert energibehov. Nullenergibygninger og plusshus begynner å produsere energi for egen bruk og eksport. Det er utvikling av energiforbruk i bygg som vist i figur 4.1. Denne utviklingen for energiforbruket til eksisterende boligblokker skal simuleres i oppgaven.



Figur 4.1 Eksempel på beregnet energibehov/produksjon for ulike effektive eneboliger [3]

Blokkene i beisfjordveien 88 og 90 skal simuleres ved SIMIEN etter TEK 17, passivhus, nullenergi- og plusshus. Jo mer effektivere bygningen er, jo mindre energibehov er i boligblokk.

Hver blokken har 3 etasjer, 2 over terreng og en underetasje som kjeller. To leiligheter ligger i kjeller og skal oppvarmes. Resten arealet i kjeller har ikke krav for oppvarming. For å beregne energibehov kreves grunnleggende data om blokker i tabell 4.1 og 4.2.

Tabell 4.1 Grunnleggende data for en blokk

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m²]:	506	
Areal tak [m²]:	296	
Areal gulv [m²]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m³]:	1777	

Tabell 4.2 Delene av blokk

Data for delene av blokken	Verdi
Areal gulv 1 Etasje oppvarmet del m <sup>2</sup>	296
Areal gulv 2 Etasje oppvarmet del m <sup>2</sup>	296
Areal gulv kjeller oppvarmet del m <sup>2</sup>	122
Areal oppvarmet BRA m <sup>2</sup>	714
Høyden av leilighet m	2,49
Oppvarmetluftvolum m <sup>3</sup>	1777

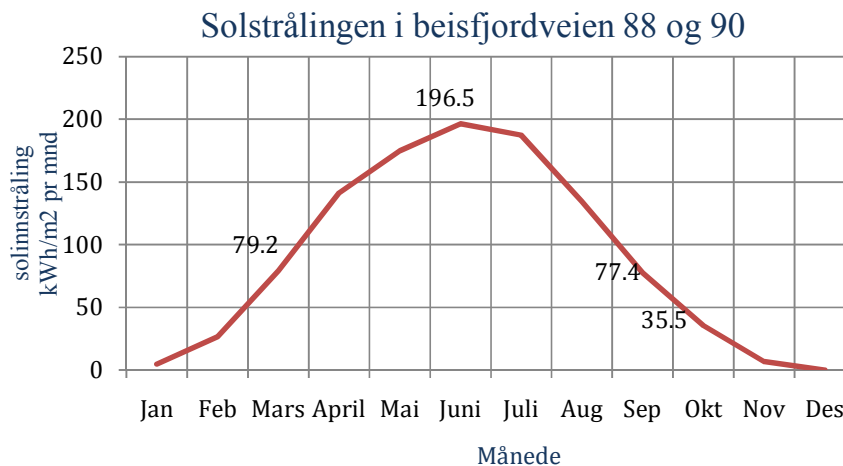
Simuleringen inkluderer 3 etasjer som omfatter korridor og inngang. Oppvarmet delen i kjeller er kun oppvarmet leiligheter som ekskluderes korridor eller inngang.

## 4.1 Mulighet for løsninger

I dette kapittelet skal det diskutere muligheter til ulike energiforsyninger. Oppgaven skal utforme ulike løsninger til blokkens energibehov. Elektrisitetskal beholdes som spisslast, og flere fornybare energiene som solfangere, varmepumpe, bioenergi og solceller benyttes til å dekke grunnlast for varmebehov. Solfangere kan kombinere med andre ulike varme kilder i vannbårent varmesystemer med lav drift kostnaden. Og solcellene kan brukes til å produsere energi for å balansere kraftforbruk i blokkene.

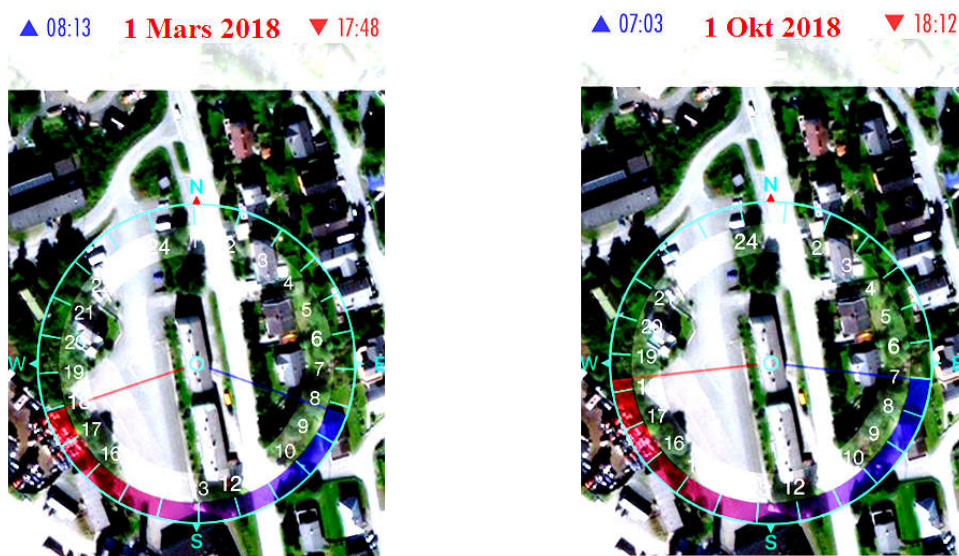
### 4.1.1 Mulighet for bruk av solenergi

Beisfjordveien 88 - 90 har en stort potensial til å bruke solvarme både på taket og på fasader. I henhold til Solkart.no, kan solinnstrålingen estimeres i horisontal på taket av 196,5 kWh/m<sup>2</sup> i juni og 79,2 kWh/m<sup>2</sup> i mars som vist i figur 4.2. Gjennomsnitt solinnstråling er 128,3 kWh/m<sup>2</sup> fra mars til oktober.



Figur 4.2 Solstråling i beisfjordveien 88 og 90. Data hentes i Solkart [31]

Solinnstrålingen er hovedsakelig på sørretningen og vestretningen. Sør og vest fasadene vil bli bedre til å absorbere solstråling. Det viser i figur 4.3. at sør og vest fasadene har minst 6 timer sol skinn som mellom klokke 10 og klokke 16 fra mars til oktober. Dermed kan solfangere legges på sør og vest fasader.



Figur 4.3 Solstråling i mars og i oktober på taket av Beisfjordveien 88 og 90.[32]

### Solfangere og solceller

Solfanger system består av solfanger, varmelager og distribusjonssystem. Solfanger i løsning kan bruke væskebaserte vakuumsolfangere. Denne typen solfangere har høy virkningsgrad og kan jobbe i lavere solinnstråling. Varmen fra solfangere skal lages i akkumulatortank i perioder når det ikke er solinnstråling. Solfangeren settes på yttervegg mot sør. Der er ytterveggen mot sør og har areal over 90 m<sup>2</sup>.

Det er vanlig solfangernes ytelse som typisk verdier for produksjon 300 – 500 kWh/m<sup>2</sup> iht. aventa.no. Da kan det få estimert areal av solfangere fra ulike energibehov etter energieffektive bygg.

Arealet på taket er 340 m<sup>2</sup> og det kan benyttes til solceller. Taket av blokken er skråtak med kaldt loft. Himmelretningen av taket mot øst er 70 grad, og mot vest er 250 grad. I simulering benytter det henholdsvis 100 m<sup>2</sup> på vest tak og øst tak. Total solstrøm i år er ca. 17.110 kWh med 200 m<sup>2</sup> solceller.

### **4.1.2 Mulighet for bruk av luft-til-vann varmepumpe**

Luft-til-vann varmepumpe avgir varme til vannbårne varmelegger og får et jevnt innneklima til bygg. Men denne typen varmepumpe krever ekstra oppvarmingskilde på de kaldeste dagene.

Narvik lokalt klima har mulighet til å bruke luft-til-vann varmepumpe for å dekke varmebehov. Luft-til-vann varmepumpen har høy virkningsgrad og lav kostnad for installasjon. Men virkningsgraden reduseres når utetemperatur senker under -20 grader. Blokkene i beisfjordveien har lokalt gjennomsnitt vintertemperatur med -8,4 grader om 100 år. I henhold til årstemperatur i Narvik i vedlegg 1, er den kaldeste temperaturen være -16,3 grad i januar i fjord. Da kan det være mulig å bruke luft-til-vann varmepumpe for grunnlast for oppvarming.

### **4.1.3 Mulighet for bruk av væske-til-vann varmepumpe**

Det er flere typer væske-til-vann varmepumpe som kan hente varme fra berg, jord, ferskvann sjøvann osv. Jordvann varmepumpe henter varme fra jorden og krever nok areal for kollektører som ligger i bakken. Sjøvann varmepumpe benytter energi i bunnen av innsjøen eller i fjord, og det har ikke behov for borehull. Bergvarmepumpe får energi fra fjellet i en lukket rørslyffe, men det må bore hull.

#### **Jordvarmpumpe**

Jordvarmepumpe er billigere enn bergvarmepumpe. Men det krever god plass til å sette kollektorrørslyffer. For Jordvarmepumpe, 100 m<sup>2</sup> utearealet kan levere ca.3000 kWh energi ytelse iht.erfaring data fra Aparoenergi. Vanligvis er det typisk 300 til 600 m<sup>2</sup> for en enebolig. Rørslyngene graves ca. 0,9 m i bakken.

Tomta i prosjekt er for liten for å hente jordvarme. Tomtenes arealet av beisfjordveien 88 er 1.013 m<sup>2</sup>. Bebygd arealet er ca. 340 m<sup>2</sup>. Da skal tilgjengelig arealet for jordvarme rørslyffer er ca. 673 m<sup>2</sup> som vises i figur 4.4. I henhold til beregningen, skal varmepumpen dekke energibehov ca. 24436 kWh for oppvarming og tappevann. Det vil si at det trenger ca.814 m<sup>2</sup> uteareal for rørslyngere. Da vil faktisk uteareal 673 m<sup>2</sup> bli for lite for jordvarme. Det må lete etter mer plass for å hente jordvarme.





## Bergvarmepumpe

Bergvarmepumpen henter varme fra berg og er den vanligste typen væske-til-vann varmepumpe. Bergvarmepumpen kan levere varme til bolig med jevn temperatur, god varmefordeling, meget driftssikker og lengre levetid enn andre varmepumpetyper. Ved å installere varmepumpe for bergvarme sparer det 60 – 80% av boligens energiforbruk til oppvarming og varmtvann. Denne typen varmepumpe er tilnærmet lydløs.

Det har mulighet for å bruke bergvarme. Erfaringen viser at en 300 meter dyp energibønn kan levere ca. 10 kW varme fra varmepumpe hvis grunnforholden er god [36]. Energiibønnen er 80 – 350 m dyp og diameter er 11 – 14 cm. Men hvis det ikke er nok til å dekke varmebehov i en bønn, må flere energibønnene bli boret. Avstanden mellom energibønner er minst 15 meter som vist i figur 4.6.



Figur 4.6 Energi bønner for bergvarme

Energibønnen kan plassere inord og vest tomte i beisfjordveien 88 og 90. Blokkene skal ha vannbåren varme etter pussing opp. Da er det stor mulighet for installasjon av bergvarme.

### 4.1.4 Mulighet for bruk av bioenergi

I simuleringen fikk bioenergien lav virkningsgrad for oppvarming. Men det er fremdeles mulig for å bruke kombinasjonen av bioenergi med solfangere. Det kan danne sentralvarme system ved pelletskjeler. Det koster fra 50.000 til 100.000 kroner, mens prisene på pellets ligger rundt 75 – 85 øre/kWh, hvis det kjøper stor mengde og har god lagringsplass.

Det kan bygge opp en fyrrom for pelletskjeler. Tilgjengelig tomte arealet som kan brukes til fyrrom og lager er ca. 600 m<sup>2</sup> mot vestfasader til blokker.

#### **4.1.5 Mulighet for bruk av solfangere og elektrisitet**

Denne løsningen er enkel og høyere virkningsgrad enn kombinasjonen bioenergi. Det er mulig å benytte solenergi som avgi varme til oppvarmingssystem. Kraften i Norge er ca. 99% av fornybare energi. Derfor denne løsningen kan bli tenkt som ca. fornybare energi. Men elektrisitet har høy verdi å bruke til flere næringer enn oppvarming krav. Denne løsningen kan bli oppgraderes hvis det kan bruke mer egen produsertestrøm, for eksempel strøm fra solceller og småskala vindmølle. Og bruket av elektrisitet må fylle krav etter TEK 17 og passivhus.

## 4.2 Energieffektivisering etter Tek 17

Bygningsdelene av boligblokkene oppfylles krav etter TEK 17 både på energiramme og energiltak i standard. Det mener at minst krav til yttervegg, tak, golv, vindu/dør og andrebygningsdeler må oppnås, mens netto beregnet energibehovet skal være mindre enn 95 kWh/m<sup>2</sup>. Når det bruker solceller og energiproduksjonen som solstrøm er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup>, skal energirammen øke med 10 kWh/m<sup>2</sup>.

### 4.2.1 Energieffektive bygningsdeler og ytelser

Oppgradering av bygningsdelene i boligblokk er gjennomgått etter tiltak som omfatter de følgende tiltak:

- Isolering av himling mot kaldt loft til 250 mm med U-verdi 0,17 W/kvK.
- Isolering av yttervegg til 250 mm med U-verdi 0,17 W/m<sup>2</sup> K.
- Skift til ekstra energisparende tre lag vindu med U-verdi 0,7 W/kvK og superisolert dør med U-verdi 0,8 W/kvK.
- Tilleggisolering av golv mot kald kjeller med U-verdi 0,12 W/kvK og golv i kjeller mot grunn med U-verdi 0,1 W/kvK.
- Isolering for å få mindre kuldebroverdi ved 0,06 W/mK.
- Balansert ventilasjon med varmegjenvinner 80% og SFP 1,5 kW/m<sup>3</sup> pr sekund.
- Bruk av fornybare energi består av solenergi, fjellvarme, jordvarme og bioenergi.

Oppgraderingen etter TEK 17 fikk en ny klimaskjerm som er tettere og god varmeisolerert. Rehabiliteret blokken har beregnet energibehov 94,9 kWh/m<sup>2</sup>, og bygningsdelenes ytelser fyller krav til TEK 17. Simuleringens resultatet vist i tabell 4.3 og tabell 4.4.

Tabell 4.3 Simulering av energiltak etter TEK 17 med SIMIEN

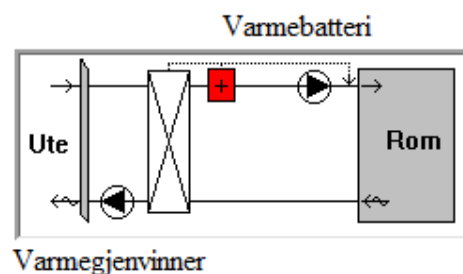
Energitiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi golv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Tabell 4.4 Simuleringen av totalt energibehov etter TEK 17.

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	29,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	1,1 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

#### 4.2.2 Energiberegning og energibudsjett

Ulike typer ventilasjon kan føre til ulike energibudsjett. Ventilasjonssystemet kan være naturlig ventilasjon, avtrekksventilasjon og balansert ventilasjon. Blant tre typer ventilasjon, er balansert ventilasjonen med varmebatteri en god energiløsning som kan gjenvinne meste energi. I simulering etter TEK 17, skal det bruke balansert ventilasjon med CAV og varmebatteri som etter varmegjenvinner som vist i figur 4.7..



Figur 4.7 Balansert ventilasjon med varmebatteri i simulering

Ventilasjonen med varmebatteri vil bruke lite strøm for å jobbe. Det vil øke lite energibehov. Men det skal synke levert energi for at det gjenvinner mer varme i brukluft ved ventilasjonssystem.

Tilsvarende energibudsjetteti balansert ventilasjonssystem med varmebatteri har totalt spesifikk energibehov på 100,9W/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.3 Simulering

Simuleringen skal kombinere energiforsyninger og lete etter mindre total levert energi som må kjøpes. Blokken skal rehabiliteres først i bygningsdeler, deretter kombineres forskjellige

energiforsyninger. Det skal simulere med ulike brukandel av kombinasjoner for bioenergi, solenergi, varmepumpe og elektrisitet. Topplasten skal beholdes som elektrisitetminste står for 10% av total oppvarmingsbehov. Varmesystemer vannbåren sentralvarme med radiator..

### Levert energiberegning

Her viser en eksempel for levert energi beregning fra energibehov som dekkes med elektrisitet og varmepumpe. Energiforbruket skal dekkes av elektrisitet og varmepumpe. Total spesifikk energibehov er 100,9 kWh/m<sup>2</sup>, ( fra nr. 1a til 6b vist i tabell 4.6). Elektrisiteten dekker energibehov av 10 % romoppvarming (1a), 10 % varmtvann (2) og 100 % elektrisk utstyr (nr.3a til 6b). Mens varmepumpe dekker energibehov for ventilasjonsvarme, 90 % romoppvarming (1a), og 90 % varmevann (2).

Energibudsjett omfatter romoppvarming, ventilasjonsvarme (varmebatterier), varmtvann og kraft til belysning, pumpe og utstyr. Ulike energiforsyninger har egne virkningsgrader som vist i tabell 4.5. De virkningsgrader mener hvor mye energi benyttes for å klare jobb.

Tabell 4.5 Virkningsgrad for elektrisitet og væske-til-vann varmepumpe

	Elektrisitet	Varmepumpe
Systemvirkningsgrad romoppvarming	0.9	2.24
Systemvirkningsgrad varmebatterier	0.92	2.49
Systemvirkningsgrad varmtvann	0.98	2.7

Levert energi kan beregnes etter formel (4.1). Fordelt energibehov er spesifikk energibehov ganges med fordelings andel.

$$\text{Levert energi} = \frac{\text{Fordelt energibehov}}{\text{virkningsgrad}} \quad [\text{kW} / \text{m}^2] \quad (4.1)$$

Tabell 4.6 Beregning av levert energi

Energipost	Spesifikk energibehov v kWh/m <sup>2</sup>	Fordelt energibehov kWh/m <sup>2</sup>		Virkningsgrad	Spesifikk levert energi kWh/m <sup>2</sup>
1a Romoppvarming	27.5	10% el	2.75	0.90	3.06
		90% vp	24.79	2.28	10.87
1b Varmebatteri	6.8	100% vp	6.8	2.49	2.72
		10% el	3.0	0.98	3.04
2 Varmtvann	29.8	90% vp	26.8	2.70	9.93
		100% el	6.2	1.00	6.20
3a Vift	6.2				

3b Pumper	0.8	100% el	0.8	1.00	0.83
4 Belysning	12.3	100% el	12.3	1.00	12.27
5 Tekniskutstyr	17.5	100% el	17.5	1.00	17.52
Total nettospesifikkenergibehov	100.9	Total netto spesifikk levert energi		66.4	
Spesifikklevertenergielektrisitet				42.9 kWh/m <sup>2</sup>	
Spesifikklevertenergivarmepumpe				23.5 kWh/m <sup>2</sup>	

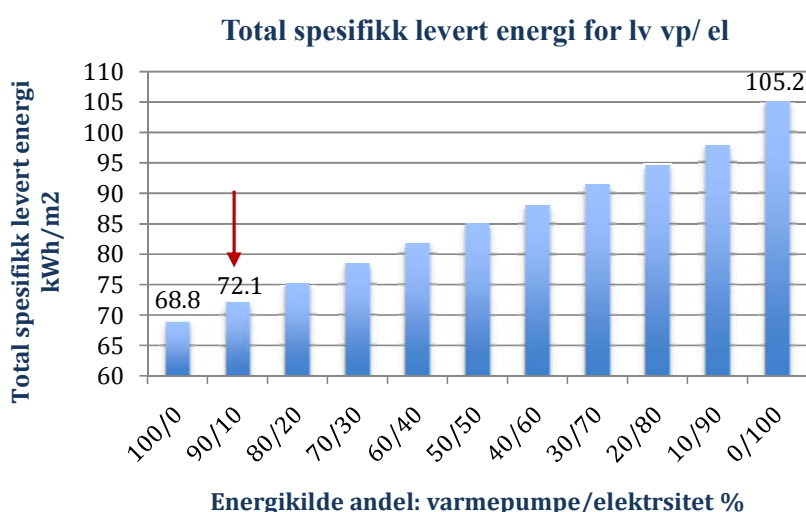
Elektrisiteten trenger levert energi 42,9 kWh/m<sup>2</sup>, og varmpumpen levert energi 23,5 kWh/m<sup>2</sup> som vist i tabell 4.6. Sammenligning med resultatet i simuleringen, er det sammen eller liten toleranse med tabellen 4.7 under.

Tabell 4.7 Levert energi resultat i simulering. Resultatet av simulering etter TEK 17

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	30646 kWh	42,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmpumpesystem	16934 kWh	23,7 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	47580 kWh	66,6 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	47580 kWh	66,6 kWh/m <sup>2</sup>

#### 4.2.4 Energiforsyninger som luft-til-vann varmepumpe, elektrisitet og solenergi.

Luft-til-vann varmepumpe har høy COP mellom 2-3 og regel høyere virkningsgrad enn elektrisitet. Kombinasjonen med luft-til-vann varmepumpe og elektrisiteten skal hente energi fra ute luft, og kan levere varme av elektrisitet når utetemperatur er lav og luft/vann varmepumpe har lav virkningsgrad. Spisslasten for oppvarmingsbeov dekkes med 10 % av elektrisitet. Simuleringen viser at jo mer energien av varmepumpe dekker, desto lavere levert energien blir. Løsningen med 10 % av elektrisitet og 90 % luft/vann varmepumpe har levert energi 72,1 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 4.8.



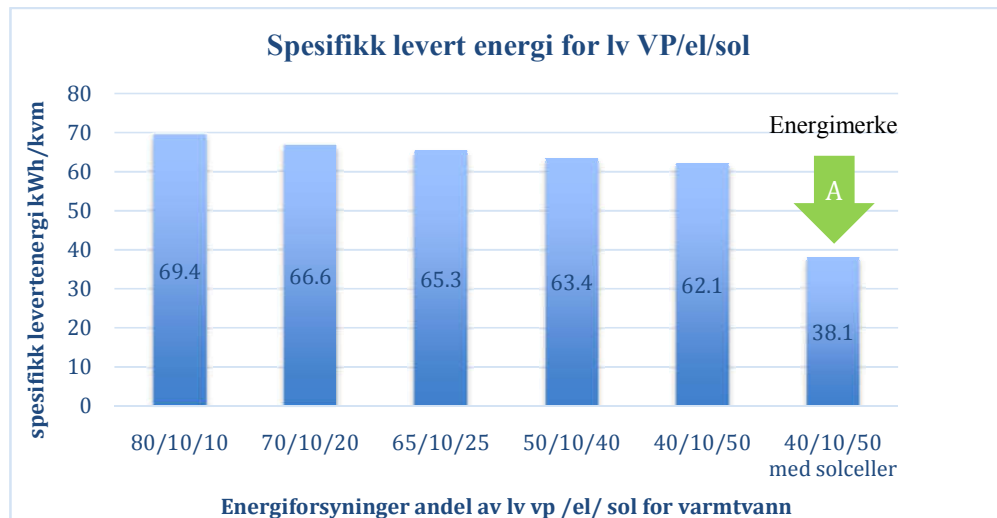
Figur 4.8 Spesifikk levert energi av bruk andeler av luft-til-vann varmepumpe og elektrisitet.

#### Kombinasjonen av Luft-til-vann varmepumpe ogelektrisitetmed solenergi

Solenergi er en god løsning og kan kombineres med andre energikilder. Det omfatter solfangere og solceller.

Solfangere har høy virkningsgrad til oppvarming som er 33,12. Narvik har ikke jevn solstråling i helt år. Det kan benytte vakuumrørsolfangere og installeres på vegg mot sør. I henhold til tommelfingerregel, kan solfangere typisk dekke 10-30 % av romoppvarming og ca. 50% av tappevannbehov i Nord Norge. Det kan si at solfangere jobber mye på sommeren og kan dekke behov til varmtvann, mindre jobb i vår og høst som har varmebehov til romoppvarming.



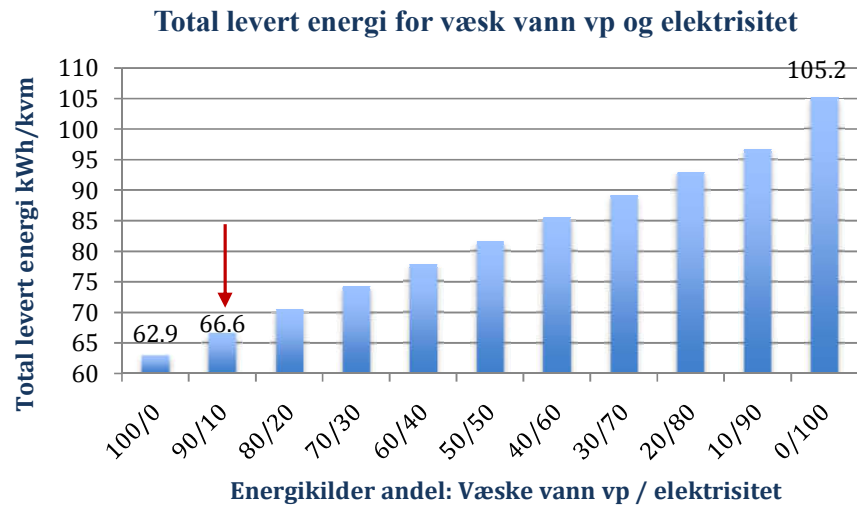


Figur 4.9 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av luft/vann varmepumpe, elektrisitet, solfangere og solceller.

Solcellepanel kan produsere solstrøm for egen bruk. Takets arealet i en blokk er ca. 320 m<sup>2</sup>. Se bort fra arealet av skorsteiner, kan det passe minst 200 m<sup>2</sup> areal for solceller. Himmelfretning av solceller på taket er mot øst (70 grad) og vest (250 grad). Kombinasjonen i figur 4.9 viser at minste verdien er 38,1 kWh/m<sup>2</sup> i løsningen 10 % elektrisitet, 40 % luft/vann varmepumpe, 50 % solfangere og 200 m<sup>2</sup> solceller for varmtvann. Tilsvarende energimerket er Lysgrønn A som vist i figur 4.9.

#### 4.2.5 Energiforsyning som væske-til-vann varmepumpe, elektrisitet og solenergi.

Væske-til-vann varmepumpe kan hente varme fra berg, fjell, fjord og jord. Denne typen varmepumpe har høy COP mellom 3-5 og regel høyere virkningsgrad. Løsningen med væske/vann varmepumpe henter varme fra jevn varmekild og kan levere varme med stabil temperatur. Spisslasten som 10 % elektrisitet beholdes for romoppvarming og varmtvann. Simuleringen viser at 90 % varmepumpe og 10 % elektrisitet er lavere levert energi som 66,6 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 4.10.

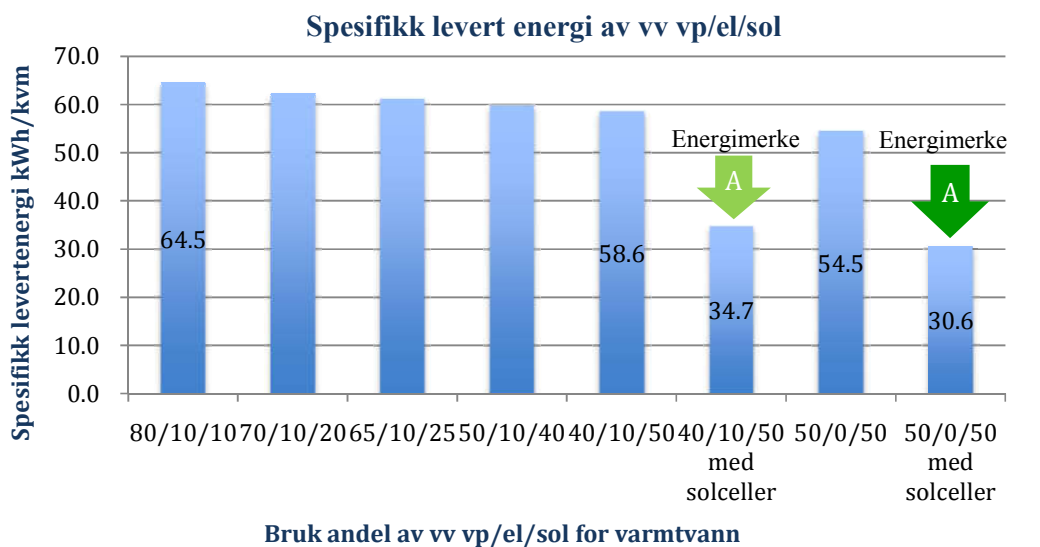


Figur 4.10 Spesifikk levert energi av ulike brukandeler av væske/vann varmepumpe og elektrisitet.

### **Kombinasjonen av væske-til-vann varmepumpe, elektrisitetmed og solenergi**

Løsningen med væske/vann varmepumpe med solenergi kan har svært lav leverrenergi. Uten elektrisitet for oppvarming, kan varmepumpe og solfangere kombinere godt til romoppvarming og varmtvann. Resultatet i simulering viser at spesifikk levert energi av løsning er 54,5 kWh/m<sup>2</sup>. Med solceller samme 200 m<sup>2</sup>, kan spesifikk levert energi synke til 30,6 kWh/m<sup>2</sup>. Denne løsningen kan få god energimerke Grønn A. Men iht.erfaring, bør energiløsningen beholde 10 % energibehov for elektrisitet som topplast. Selv om det viser et vesentlig god resultat i simulering, kan det ikke brukes i praksis.

Annen løsningen er kombinasjonen av elektrisitet, væske/vann varmepumpe og solfangere. 10 % Elektrisitet beholdes for spisslast for oppvarmingssystem, og det kan få spesifikk levert energi til 58,6 kWh/m<sup>2</sup>.Med solceller samme 200 m<sup>2</sup>, kan spesifikk levert energi være 34,7 kWh/m<sup>2</sup>. Energimerke karakter er Lysgrønn A som vist i figur 4.11.



Figur 4.11 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av væske-til-vann varmpumpe, elektrisitet og solenergi.

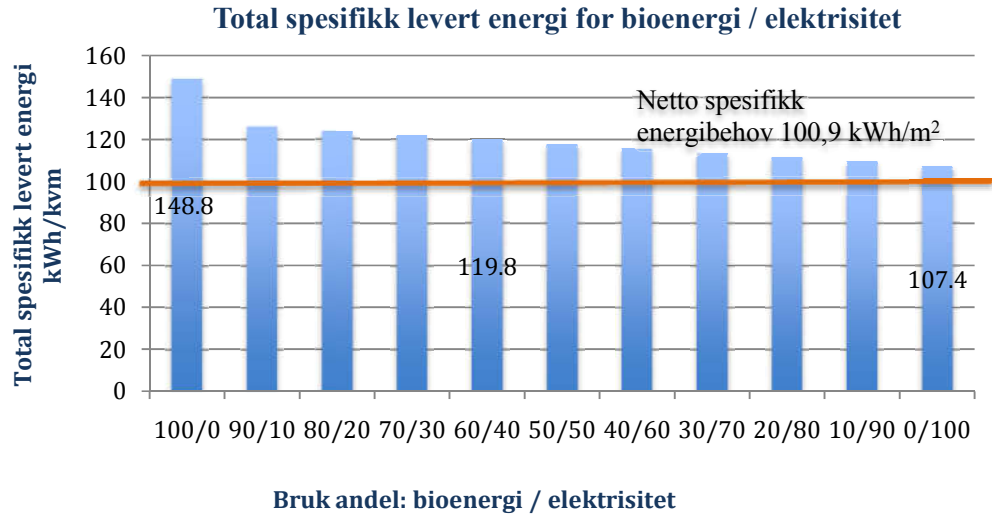
#### 4.2.6 Energiforsyning som bioenergi, elektrisitet og solenergi.

Bioenergi er en type fornybar energi som kan benyttes til romoppvarming og varmtvann. Varmeanlegg i bioenergi omfatter vedkjele, pellets-kamin, pelletskjele osv. Vedkjele og pelletskjele har stor effekt og kan benyttes til varmesentral i boligblokk. I simulering skal pelletskjelen bli valgt som bioenergi.

Pellets-kjelen har virkningsgrad 0,64 for romoppvarming, som er mindre enn elektrisk ovn som virkningsgrad 0,9. Da er det at jo mindre bioenergien brukes, jo mindre total levert energien skal være.

Det er litt komplisert å bruke bioenergi. Simuleringen av løsningen med bioenergi og elektrisitet har total levert energi mellom 107,4 og 148,8 kWh/m<sup>2</sup>. som er høyere enn total energibehovets verdi på 100,9 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 4.12. Det vil si at det skal bruke mer energi enn behov, selv om bioenergi er fornybare energi og varmeanlegg i bioenergi er enkelt og billig.

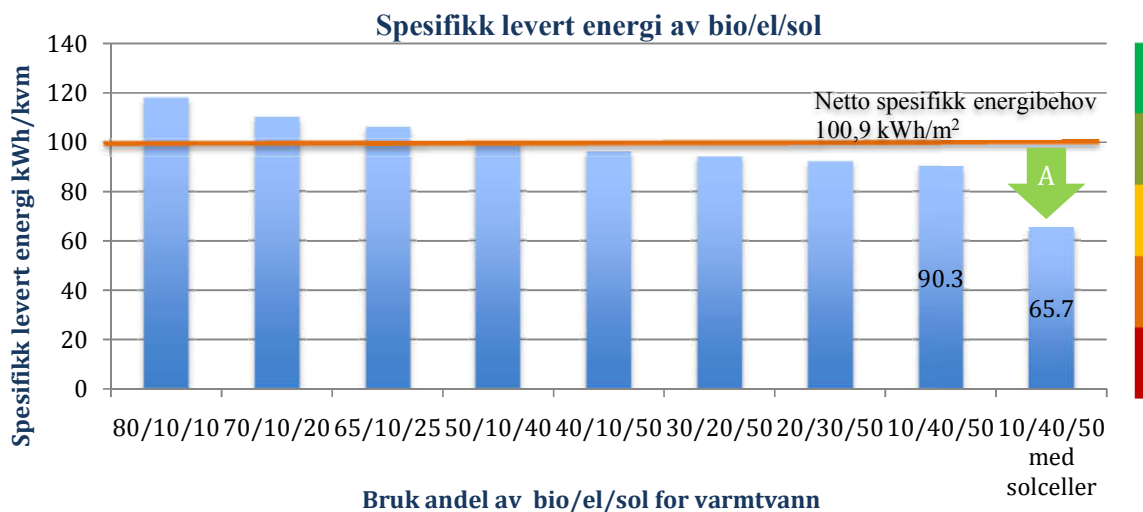
Det kan velge rimelig bruk andel for kombinasjoner av bioenergi og elektrisitet. På grunn av energimerke deler Lysgrønn mindre enn 47,5 % som bruk andelen av elektrisitet for oppvarming, kan det velge 40 % elektrisitet med 60 % bioenergi.



Figur 4.12 Total spesifikk levert energi for kombinasjonen av bioenergi og elektrisitet.

### Bioenergi og elektrisitet med solenergi

På grunnlag av valget av 40 % elektrisitet og 60 % bioenergi, kan det sette inn solenergi og synke levert energi fortsatt. Løsningen benytter største solenergi bruk andel som 25 % for romoppvarming og 50 % for varmtvann, og det fikk total spesifikk levert energi på 90,3 kWh/m<sup>2</sup>. Med 200 m<sup>2</sup> solceller, kan løsningen minske total spesifikk levert energi på 68,4 kWh/m<sup>2</sup> og energimerke krakter Lysgrønn A som vist i figur 4.13.

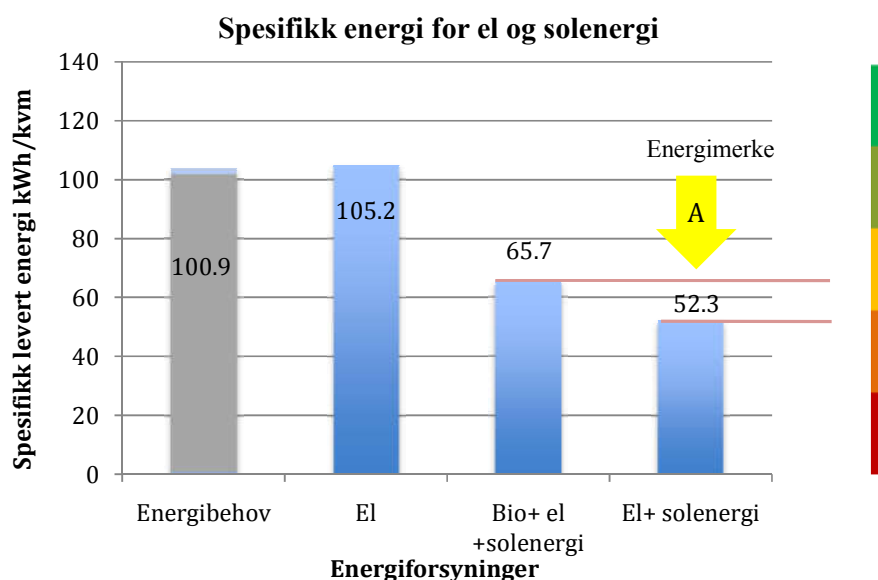


Figur 4.13 Spesifikk levert energi av ulike bruk andeler av bioenergi, elektrisitet og solenergi.

#### 4.2.7 Energiforsyning som elektrisitet og solenergi.

Kombinasjonen av elektrisitet og solenergi kan dekke energibehov etter TEK 17. Når det bruker den støste bruk andelen av solfangerne, som 25 % for romoppvarming og 50 % for varmtvann, vil elektrisitet være tilstrekkelig å dekke den resten energibehov. Med solfangere 200 m<sup>2</sup>, kan spesifikk levert energi synke til 52,3 kWh/m<sup>2</sup>. Denne verdien er lavere enn kombinasjonen av bioenergi, som ved høyre søyla. Og der er ca halv av verdien av energibehov 100,9 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 4.14. Men det er litt dårlig energimerke på kombinasjonen av elektrisitet og solfangere. Det er Gul A som mener elektrisitet for oppvarming er for mye.

Denne løsningen kan være enkel og kostnadseffektiv, ut fra forutsetninger av at god isolert klimaskjerm og balansert ventilasjon.



Figur 4.14 Sammenligning av .kombinasjonene av bio+el+sol og el+sol.

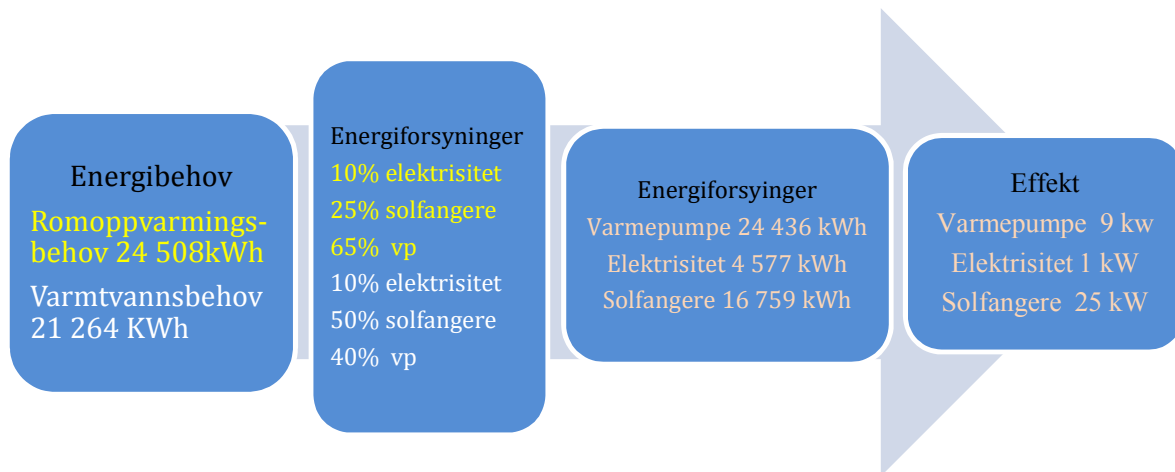
#### 4.2.8 Effekt beregning

Effekten av varmeanlegg kan beregne med driftstid. Det kan vurdere driftstidsom følge. Varmepumpe brukes meste i vinter. Det antar at driftstiden av varmpumpe er 16 timer pr døgn mellom november og mars som 6 måneder. Solfanger driftstiden er avhengig av geografisk område. Erfaring vise at drifttiden er mellom 650 og 1000 timer i Norge [33]. Da kan det få sofanger driftstiden er ca. 800 timer/år. Fyringstimen varierer mellom 1000 og 2300 timer/år. Regelen for boliger er normalt 2000 timer/år [34].

- Driftstiden til varmepumpe: 3000 timer /år /år
- Driftstiden til solfangere: 800 timer /år
- Driftstiden til elektrisitet:  $16 \times 365 = 5840$  timer/år
- Driftstiden til bioenergi: 2000 timer/år

Effekten beregnes av totalt energibehov. Siden tre løsningene av varmepumper har samme bruk andel, skal de ha samme effekter. Solfangere benyttes alltid foran andre fornybar energi. Derfor det er samme effekten av solfangere i løsninger. Effekt beregningen er kun for en boligblokk.

For bergvarmepumpe, bør installert varmepumpe effekt være 40-60 % av total energibehov [35]. I oppgaven beregnes total varmebehov 45772 kWh (romoppvarming + varmtvann). Da kan få varmepumpe effekt mellom 6,3 og 9,4 kW. (mellom 40-60 % av totalt energibehov med driftstid 2912 timer). Varmpumpe dimensjoneres med effek 9 kW som vist i figur 4.15.

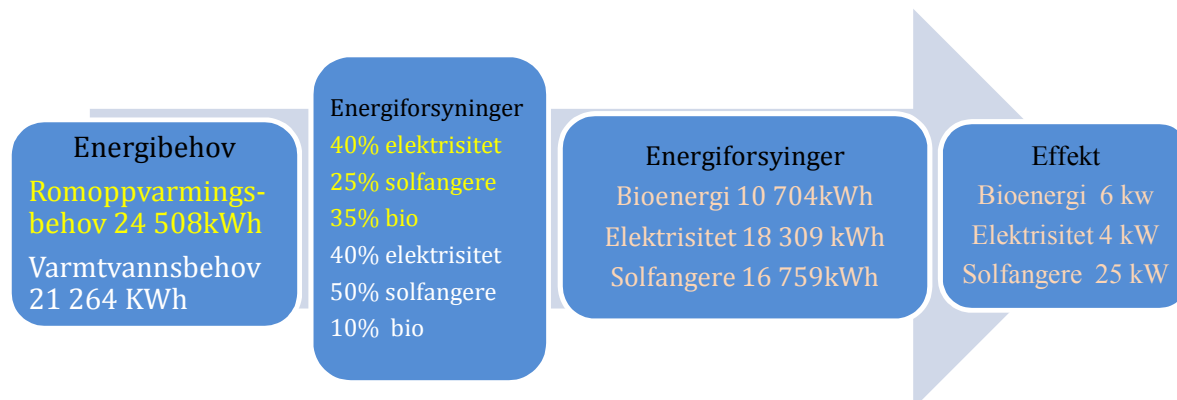


Figur 4.15 Effek beregningen for varmepumpe, elektrisitet og solfangere.

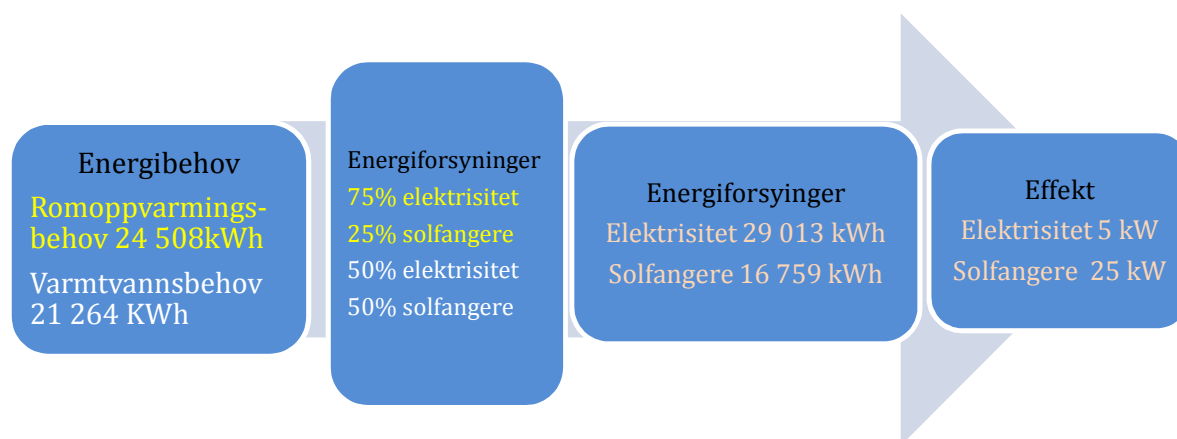
Solfanger areal kan beregnes etter erfaring. Vakuum solfangere tilfører varme i 500-600 kWh/m<sup>2</sup> solfangerareal, og plane solfangere er i 300- 500 kWh/m<sup>2</sup> solfangerareal [34]. I oppgaven har solfangere varmebehov 16 759 kWh. Da kan det bereges solfangere arealet mellom 28 og 35 m<sup>2</sup> som vakuum solfangere, eller mellom 42 og 60 m<sup>2</sup> som plane solfangere. Det vil si at dimensjonering av solfangere arealet 60 m<sup>2</sup> er rimelig.

Solceller leverer ca. 100- 150 kWh strøm/m<sup>2</sup> solcelleareal, og kan produsere ca. 700- 950 kWh per installert kWp [34]. Det viste solcellere produserte 17 111 kWh/år i simulering. Iht.

regelen, kan solcellearealet beregnes mellom 116 og 172 m<sup>2</sup>. Effekten beregnes mellom 18 og 25 kW<sub>p</sub> som vist i figur 4.16 og 4.17.



Figur 4.16 Effekt beregningen for bioenergi, elektrisitet og solfangere.



Figur 4.17 Effekt beregningen for elektrisitet og solfangere.

## 4.2.9 Detaljert beskrivelse av løsninger

### Løsning luft-til-vann varmepumpe og solenergi

Solenergi benyttes alltid foran varmepumpe. Solfangere kan benyttes først til å forvarme kaldt vann, deretter romvarme, og til slutt ettervarmet tappevann.

Luft/luft varmeveksler kan benyttes som selv energikilde til varmepumpe. Luft-til-vann varmepumpe har lavere virkningsgrad og avgir mindre varme i vinter når behovet er størst. På de kaldeste dagene vil det kreve ekstra varmeskilde. Før uteluften føres til varmepumpe, kan frisk luften gå gjennom en luft/luft varmeveksler som henter varme fra brukluft. Det vil si at avtrekksluftaggregatene byttes ut, og nye utstyr som luft/luft varmeveksler blir satt inn. Varmveksler utgjør selv energikilde og leverer varme til frisk luft. Da kan frisk luft øke temperatur og har mer varme som kan benyttes av varmepumpe.

Luft/vann varmepumpe gir støy. Innedelen til denne typen varmepumpe er nærmest lydløs, men utedelen lager litt lyd. Det sies at en endring på 3 dB vil oppleves som merkbart og 5-6 dB som tydelig. Løsningen kan finne en plass mellom to blokker og bygge en varmesentral med god lydisolasjon. Da kan problemet løses.

Solfangere areal	60 m <sup>2</sup> pr blokk
Solfangere posisjon	Yttervegg mot sør eller vest
Effekt behov	25 kW pr blokk
Akkumulatortank	3000 liter pr blokk for 10 familier
Solfangere type	Vakuumsolfanger
Solcelle areal	200 m <sup>2</sup> pr blokk
Solcelle posisjon	Tak
Effekt behov	18- 25 kW <sub>p</sub>
Varmepumpe type	Luft-til-vann varmepumpe med varmevekslere
Effekt behov	9 kW
Elektrisitet	Elkolbe i akkumulatortank
Effekt behov	1 kW



## Løsningen væske-til-vann varmepumpe og solenergi

Løsningen til denne kombinasjon skal fokusere på hvordan kan det bruke mer solenergi og forlenge levetiden av væske/vann varmepumpe. Når solfangere leverer nok varme, reduseres varmepumpens driftstid. Da får varmepumpentid å 'hvile' seg for lengre levetid. Om sommer kan det til og med slå av varmepumpe når solfangere jobber godt. Når solfangerne kan ikke leverer nok varme til bruk, kan solfangere brukes til forvarming. Solvarme kan også brukes til å supplere ekstra varmekilde til varmepumpe. Om tidlig vår eller sen høst, kan solfangere øker temperaturen av varmekilden til varmepumpen og dermed får varmepumpe høyere virkningsgrad.

Solfangere areal	60 m <sup>2</sup>
Solfangere posisjon	Yttervegg mot sør eller vest
Effekt	25 kW pr blokk
Akkumulatortank	3000 liter pr blokk for 10 familier
Solfangere typer	Vakuumsolfangere
Solcelle areal	200 m <sup>2</sup>
Solcelle posisjon	Tak
Effekt	18-25 kW <sub>p</sub>
Varmepumpe type	bergvarmepumpe.
Effekt	9 kW
Elektrisitet	Elkolbe i akkumulatortank
Effekt	1 kW pr blokk

## Løsningen bioenergi og solenergi

Løsningen av bioenergi må ha plan for brensellogistikk som omfatter innkjøp, transport og lagring. Det stiller også krav til oppbevaring for pellets. Pellets leveres i små sekker som 9 – 16 kg, store sekker som 700 – 1000 kg og som bulk. Prisen ligger mellom 3,25 kr/kg i små sekker og 2,7 kr/kg i bulk. For å synke frakten som koster, skal det kjøpe pellets færre ganger i fyringssesong [35].

Solfangere areal	60 m <sup>2</sup>
Solfangere posisjon	Yttervegg mot sør eller vest
Effekt behov	25 kW pr blokk
Akkumulatortank	3000 liter pr blokk for 10 familier
Solfangere typer	Vakuumsolfangere
Solcelle areal	200 m <sup>2</sup>
Solcelle posisjon	Tak
Effekt behov	18-25 kW <sub>p</sub>
Bioenergi kilde	Pelletskjeler
Effekt	6 kW
Elektrisitet	Elkolbe i akkumulatortank
Effekt behov	4 kW pr blokk

### Løsningen av elektrisitet og solenergi

Denne løsningen er en enkel og billigere kombinasjon til energieffektering av bolig. Med god isolert klimaskjerm, Bolige har lavere varmetap med god isolert klimaskjerm. Lavt varmebehov medfører at enkelt radiator kan oppfylle varmebeov.

Solfangere areal	60m <sup>2</sup>
Solfangere posisjon	Yttervegg mot sør eller vest
Effekt behov	25 kW pr blokk
Akkumulatortank	3000 liter pr blokk for 10 familier
Solfangere typer	Vakuumsolfangere
Solcelle areal	200 m <sup>2</sup>
Solcelle posisjon	Tak
Effekt behov	18-25 kW <sub>p</sub>
Elektrisitet	Elkolbe i akkumulatortank eller bereder
Effekt behov	5 kW pr blokk

## 4.3 Energieffektivisering etter NS 3700

Passivhus har spesielle konstruksjoner med vesentlig lav energibehov enn dagens standard TEK 17. I det kapittelet skal blokkene oppgraderes og simuleres etter NS 3700.

For å oppnå passivhus standard etter NS 3700, skal en rekke av krav må oppfylles. Standard NS 3700 setter krav til oppvarming, varmetap, energiforsyninger og minstekrav til bygningsdeler. Oppvarmingsbehovet til boligblokk er 20,3 kWh/m<sup>2</sup> etter formelen. Og varmetaptallet skal være mindre enn 0,43. Minstekrav til enkeltkomponenter og energiforsyninger må oppfylles.

### 4.3.1 Energieffektive bygningsdeler og ytelser

Simulerings resultatet vist i tabell 4.8 og 4.9 som følger:

Tabell 4.8 Minstekrav til enkeltkomponenter i simulering

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60

Tabell 4.9 Varmetapsbudsjett i simulering

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### 4.3.2 Energiberegning og energibudsjett

I henhold til NS 3700 simuleres total spesifikk energi behov som 84,8 kWh/m<sup>2</sup> som vist i tabell 4.10. Varmtvann behovet er lik verdi med som etter TEK 17. Men romoppvarmingsbehov er mindre enn som etter TEK 17. Fordi strengere krav som lavere u-verdi av vegg, tak, gulv og vindu/dør til boligelementer oppfylles i passivhus simulering.

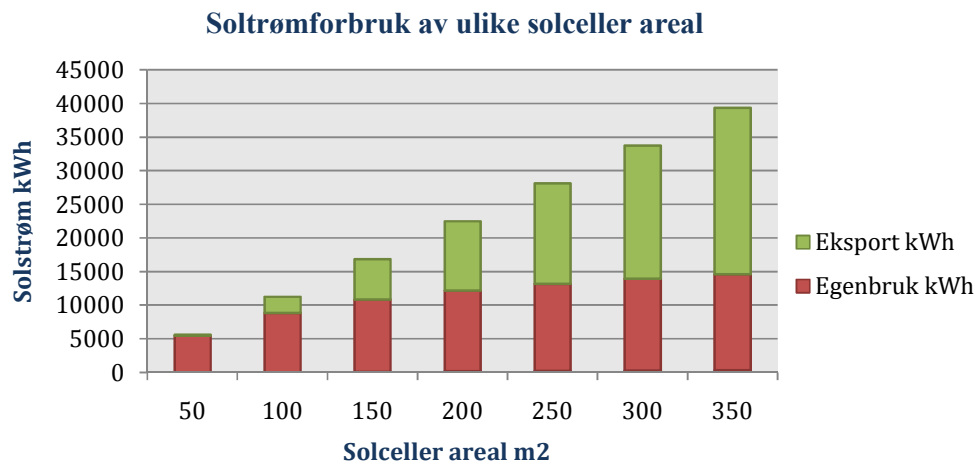
Tabell 4.10 Energibudsjett etter passivhus i simulering.

Energibudsjett (NS 3700)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### 4.3.3 Simulering

#### Solstrøm

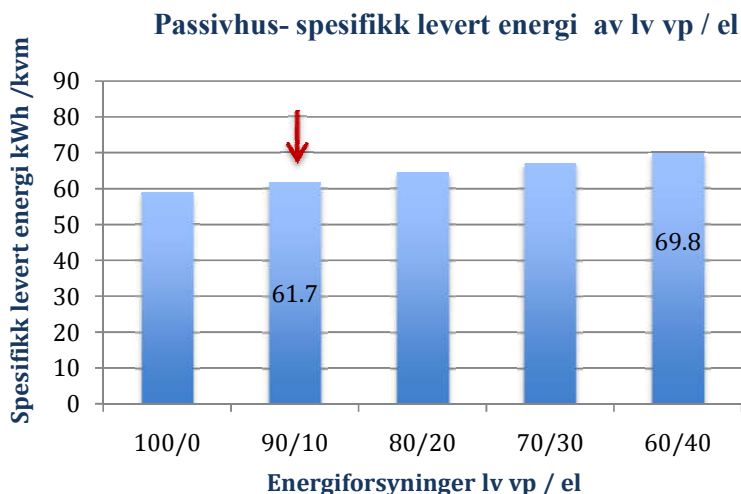
Solstrøm kan brukes for egne eller eksportere til kraftnett. Jo mer solstrøm det krever, jo flere solceller det benytter. På grunn av tids forskjellen mellom produksjon og bruk, vil solcellen produsere mer strøm enn egen bruk som vist i figur 4.18. Det har en relasjon mellom egen bruk og eksport i henhold til simulering. Derfor kan det velge rimelig brukareal for solceller. Eeller det kan bruke Powder Wall som strømbatterier for å lage overskuddsstrøm.



Figur 4.18 Solstrøm for egen bruk og eksport

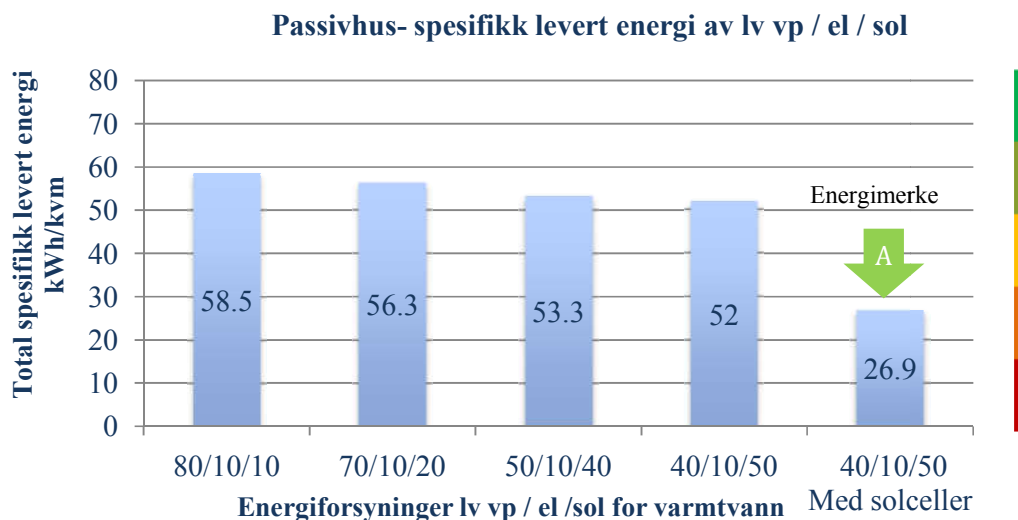
#### Luft-til-vann varmepumpe og elektrisitet med solenergi

Passivhus kan ikke bruke alle brukandeler som viser etter TEK 17. Brukene andelene av luft/vann varmepumpe og elektrisitet er mellom 100/0 og 60/40 som kan oppfylle krav til passivhus. Løsningen luft/vann varmepumpe med 10 % elektrisitet som spisslast har mindre levert energi som vist i figur 4.19.



Figur 4.19 Total spesifikk levert energi av luft/vann varmepumpe og elektrisitet.

Solfangere og solceller kan synke levert energi. På grunnlag av 90/10 kombinasjonen lv varmepumpe og elektrisitet, kan det simuleres videre med solfangere og solceller. Figuren 4.20 viser at total spesifikk levert energi er 26,9 kWh/m<sup>2</sup> med solfangere (25% for romoppvarming og 50% for varmtvann) og solceller 200 m<sup>2</sup>. Energimerket til kombinasjonen lv vp, el og solenergi (40/10/50 for varmtvann og 65/10/25 for romoppvarming) er Lysgrønn A.

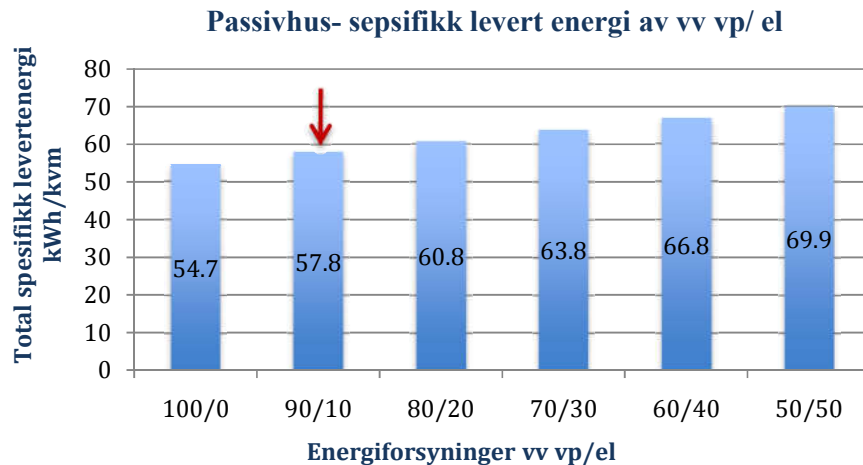


Figur 4.20 Total spesifikk levert energi for kombinasjonen av lv vp/ el/ solfangere med solceller

## Væske-til-vann varmepumpe og elektrisitet med solenergi

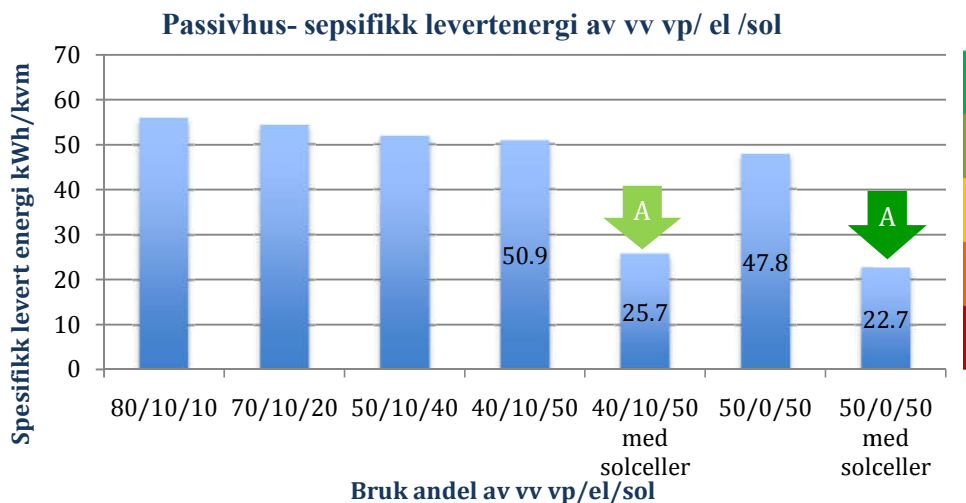
To kombinasjoner viser i figur 4.21, som væske/vann varmepumpe for oppvarmingssystem med elektrisitet og uten elektrisitet. I teorien kan væske/vann varmepumpe dekke helt varmebehov på grunn av høy virkningsgrad og stabil varmekilde. Men det er vanlig for å benytte 10 % elektrisitet som topplast.

I passivhus simuleringen elektrisitet brukandel skal være mindre enn 50 % brukandel.



Figur 4.21 Total spesifikk levert energi av væske/vann varmepumpe og elektrisitet.

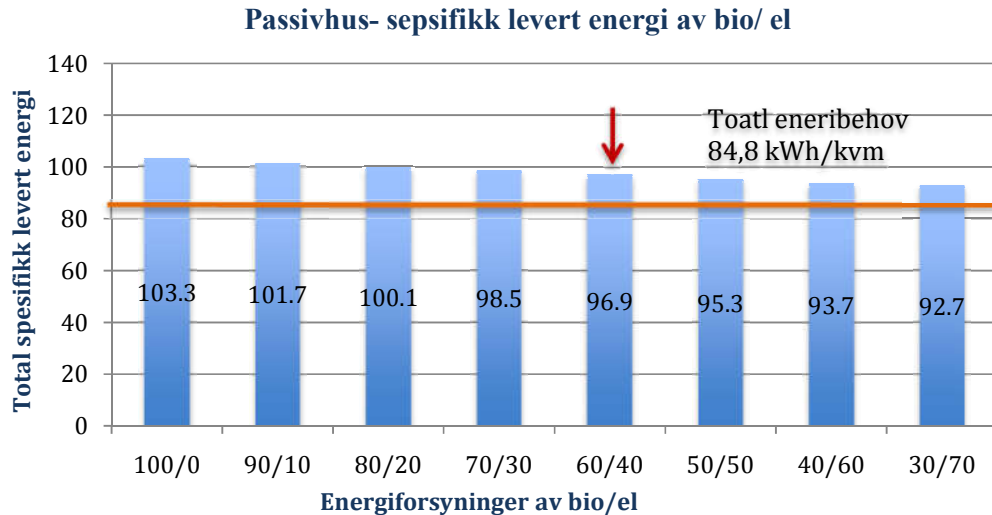
Solfangere kan legges til solfangere og 200 m<sup>2</sup> solceller. Det viser to kombinasjoner i figur 4.22 at spesifikk levert energiene kan synkes til 25,7 og 22,7 kWh/m<sup>2</sup> henholdsvis. Tilsvarende energimerke er Lysgrønn A. og Grønn A.



Figur 4.22 Total spesifikk levert energi av vv vp/el/solfangere med solceller

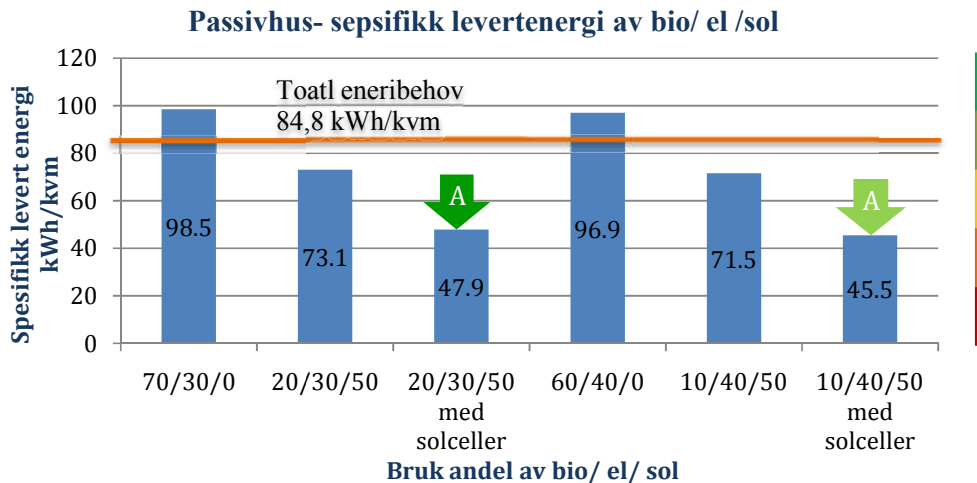
## Bioenergi og og elektrisiet med solenergi

Bioenergi er miljøvennlig, men har relativt lav virkningsgrad. Bioenergi er ikke fossile brensler og har større omfang for bruk andel som passer passivhus. Bruk andel kan benyttes over 30 %. Det vil si at bruk andelen av elektrisitet kan øke inntil 70 %. For bedre energimerke karakter som brukandelen av elektrisitet mindre enn 47,5%, skal kombinasjonen velges på elektrisitet brukandel 40 % som vist i figur 4.23.



Figur 4.23 Total spesifikk levert energi av bio/el/sol

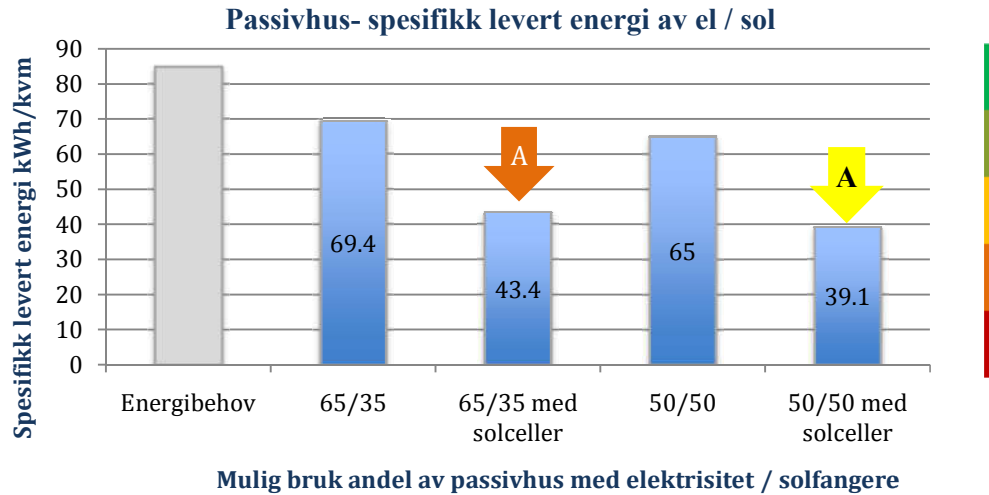
Elektrisitet brukandelen fører til forskjellige energimerker som viser i tabell. Løsningen med 40 % elektrisitet har energimerke Lysgrønn A, mens løsningen med 30 % elektrisitet har energimerke Grønn A. Spesifikk levert energi til løsninger er henholdsvis 45,5 og 47,9 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 4.24.



Figur 4.24 Spesifikk levert energi for to løsninger av bio/el/sol

## Elektrisitet med solenergi

Passivhus simuleringen kan bruke energi kombinasjonen av elektrisitet og solenergi. Den største bruk andelen for elektrisitet er 75 % for romoppvarming og 65% for varmtvann som vist i figur 4.25.



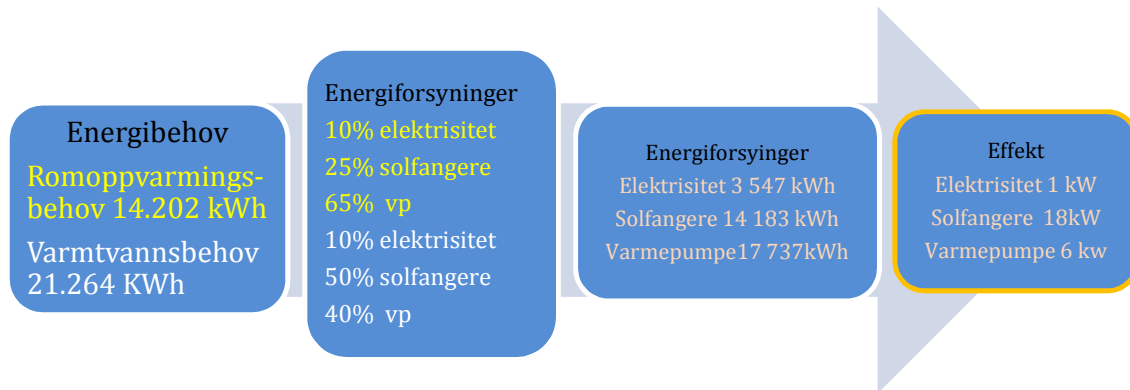
Figur 4.25 Spesifikk levert energi av el / sol

Med største solfangere bruk andel (25% for romoppvarming og 50% for varmtvann), kan spesifikk levert energi synke til 65 kWh/m<sup>2</sup>. Resultate kan få 39,1 kWh/m<sup>2</sup> og energimerk Gul A med 200 m<sup>2</sup> solceller. Annen løsningen (mindre brukandel av solfangere 25% for romoppvarming og 35 % for varmtvann) kan også oppfyller krav til passivhus, og har henholdsvis levert energi 69,4 og 43,3 kWh/m<sup>2</sup> uten og med solceller.



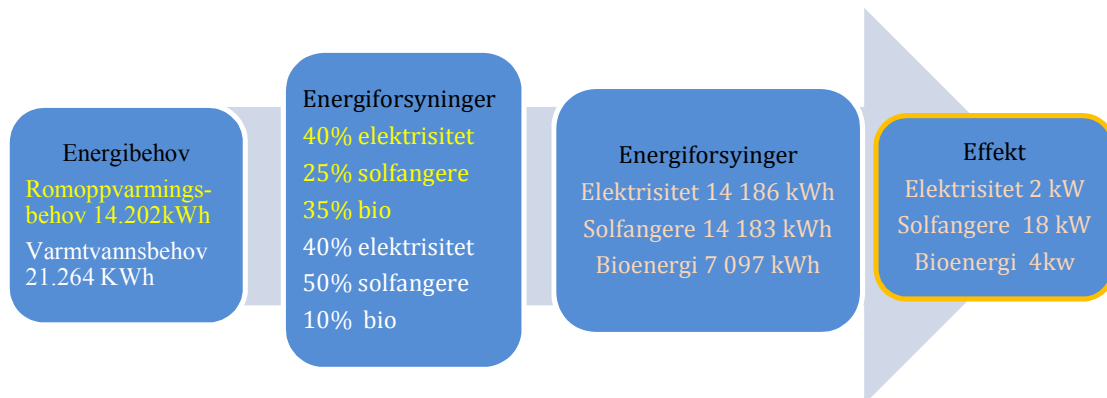
## Effekt beregning

Sammen driftstiden som er i TEK 17 del benyttes i passivhus effekt beregning. Sammenligningen av TEK 17, har passivhus mindre romoppvarmingsbehov. Og det er mindre effekt til varmepumpe og solfangere som vist i figur 4.26.

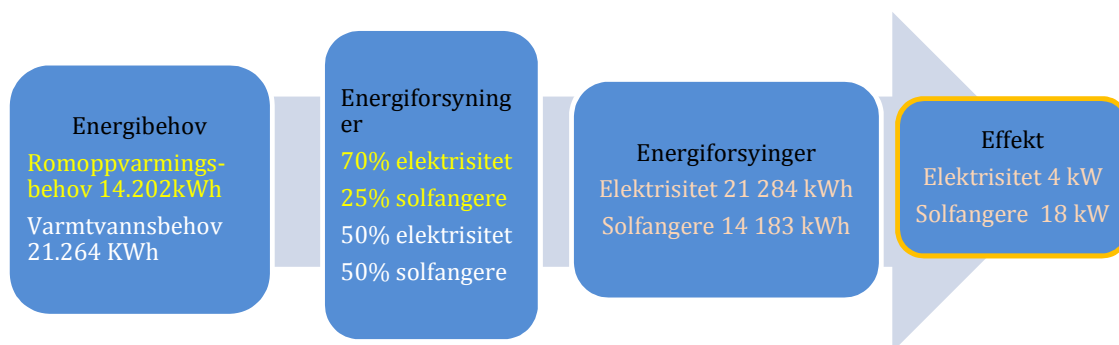


Figur 4.26 Effekt beregning for varmepumpe (Inkl. vv vp og lv vp)

I henhold til nytt energibehov, beregnes effekten til bioenergianlegg er 4 kW. Det bruke 40 % elektrisitet til oppvarmingsbehov. Og effekt behov til elektrisitet er 2 kW som vist i figur 4.27.



Figur 4.27 Effekt beregning for bioenergianlegg



Figur 4.28 Effekt beregning for elektrisitet og solfangere

Enkel løsningen er kombinasjonen elektrisitet med solfangere. Det kan oppnå krav til passivhus. Effekt behovet er 4 kW til elektrisitet og 18 kW til solfangere som vist i figur 4.28.

## 4.4 Nullenergibygg og plusshus

Nullenergibygg og plusshus har ikke standard for å følge med. Det kan simulere klimaskjerm etter NS 3700 som passivhus og øke solceller brukandel for å redusere netto levert energi til null eller negativ verdi.

### 4.4.1 Energieffektive bygningsdeler og ytelser

Det er sammen med passivhus i kapittel 4.3.

### 4.4.2 Simulering

Simulering begynner fra modellene som passivhus. I passivhussimuleringer, er det 3 løsninger som har netto spesifikk levertenergi mindre enn 27 kWh/m<sup>2</sup>. De er tre kombinasjonene med varmepumpe og solenergi, som inkluderer energikilder væske/ vann, luft/ vann, elektrisitet, solfangere og solceller. Solfangere skal utgjøre rimelig brukandelen av som 25 % av romoppvarming og 50 % av varmtvann som vist i figur 4.11. Resten energibehov skal dekkes av varmepumpe og elektrisitet. Solceller skal produsere nok strøm for å synke total levertenergi til null eller mer. Til slutt kan det få nullenergibygg eller plusshus.

Tabell 4.11 Samling av energiforsyninger til plusshus. Levert energi for nullenergibygg og plusshus med ulike energiforsyninger og brukandel. Negativ verdien av netto levertenergi betyr hvor mye energi skal solcellepanel sende til kraftnettet.

Energiforsyninger	Romoppvarming	Varmtvann	Solcellere areal kvm.	Netto levert energi kWh
El/ vv vp./ solf.	10% el	10% el	360	-929
	65% vv vp	40% vv vp		
	25% sol	50% sol		
Vv vp./ solf.	75% vv vp	50% vv vp	360	-3090
	25% sol	50% sol		
El/ lv vp./ solf.	10% el	10% el	480	-318
	65% lv vp	40% lv vp		
	25% sol	50% sol		
El/ solf.	75% el	50% el	480	-212
	25/ sol	50% sol		

Muligheten for å oppnå nullenergi eller plussenergi er fokusert på solceller. Derfor hvor og hvordan kan det installere solceller skal bli viktig til to typer bygninger. I beisfjordveien 88 og 90 har nok areal for solceller. Blokken har lengde av 30 meter og bredden av 10 meter. Med bruken av denne typen justerbar solcellerpanel, som vist under, kan det absorbere solstråling i flest timer i dag. Og justerbar himmelretning og hellningsvinkel kan øke virkningsgrad av solceller.



Figur 4.29 Justerbar solcellerpanel på vegg som kan benyttes i prosjekt. Det er en eksempel av vinner hos Solar Decathlon 2017 [37].

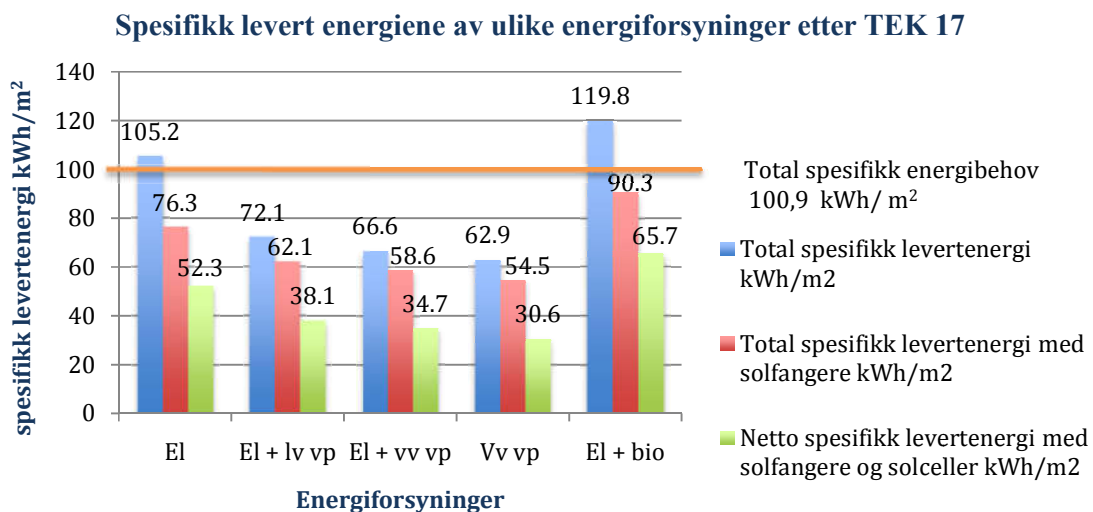
## 5 Analyse og diskusjon

### 5.1 Levert energi analyse

Løsningene som vist i denne kapittel passer på rehabilitering av blokker i beisfjordveien 88 og 90. Alle løsningene som kobles med solfangere (25 % til romoppvarming og 50 % til varmtvnn) kan kraftig synke levert energi til oppvarmingssystem. Solceller kan produsere solstrøm for egen bruk og eksport. Derfor kan solcellene redusere levertenergi direkte. I simuleringen skal arealet av solceller beregnes som 200 m<sup>2</sup>. på taket både etter TEK 17 og etter NS 3700. Nullenergibygg og pluss hus må øke arealet av solceller til 360 m<sup>2</sup> eller mer iht. simulering.

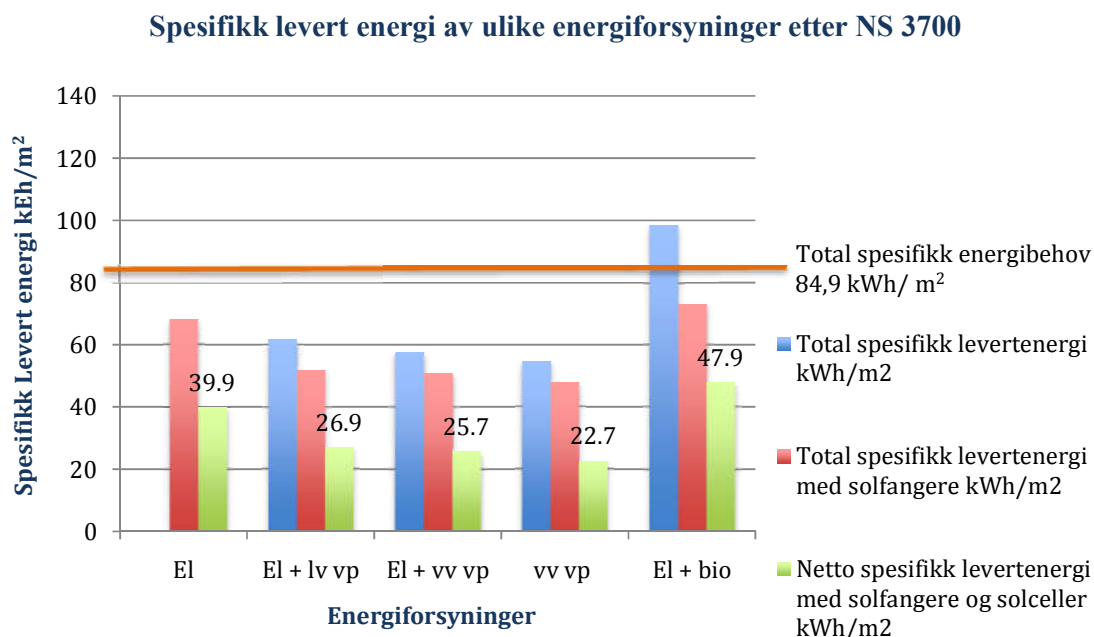
Blant de løsningene er væske/vann varmpumpen har minste levert energi og bioenergien har den største. Væske/vann varmpumpe bør kombinere med elektrisitet etter erfaring. Løsningen væske/vann varmpumpe med solenergi har den største energibesparelsen som spesifikk levert energi 34,7 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 5.1. Løsningene varmpumpe avgir jevn varmt vann til system og har høy virkningsgrad.

Løsningen med elektrisitet og solfangere er enkle. Det kan synke spesifikk levert energi til 76,3 kWh/m<sup>2</sup> uten solceller. Spesifikk levert energi kan fortsatt synke til 52,3 kWh/m<sup>2</sup> ved hjelp av solceller. Systemet kun trenger el-ovn og solfangere med solceller. Det vil ikke kost mye sammenligning med andre løsninger.



Figur 5.1 Spesifikk levertenergi av ulike energiforsyninger etter TEK 17

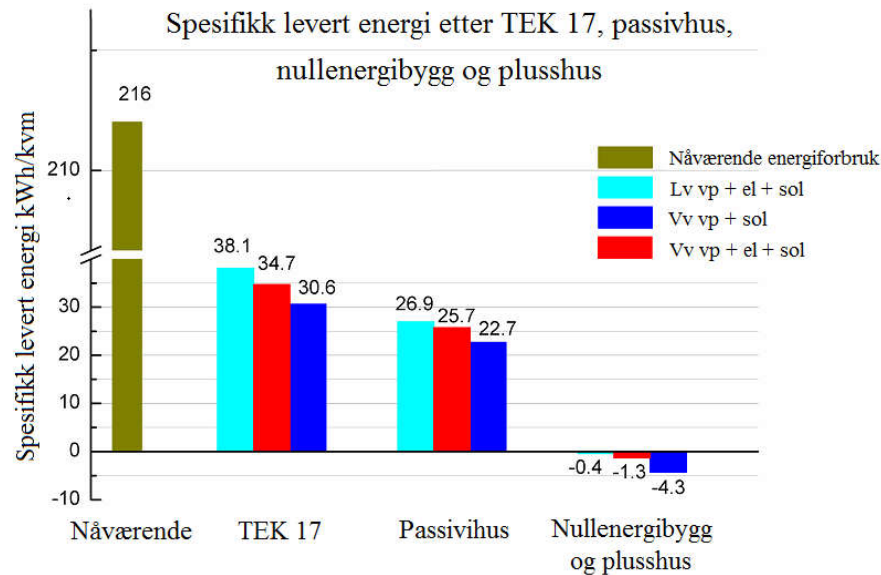
Passivhus har strengere krav til klimaskjerm og energiforsyninger. Elektrisk energibruk må ikke over 69,9 kWh/m<sup>2</sup> i simuleringen. Det kan fremdeles velge bioenergi som løsningen til passivhus, og spesifikk levert energien av bioenergi er 47,9 kWh/m<sup>2</sup> som vist i figur 5.2. Minste levert energi er fra løsningen varmpumpe, som er på 25,7 kWh/m<sup>2</sup> med 10 % elektrisitet.



Figur 5.2 Spesifikk levertenergi av ulike energiforsyninger etter passivhus.

Sammenligning med løsningen etter TEK 17, har passivhus mindre oppvarmingsbehov. Ved tettere og isolert klimaskjerm, kan passivhus minske varmetap kraftig. Varmetilskuddet i bygg, for eksempel varme fra personer og utstyr, kan beholde inne og kan levere varme til bygg for egen bruk.

Nullenergibygget og plusshus kan oppnå med oppgraderingen på grunnlag av passivhus. Med tettere og godisolert klimaskjerm som passivhus, kan boligene ha nok minst varmetap. Solcellene leverer solstrøm og reduserer netto levertenergi til null eller negative verdier. Blant de fem løsningene, er det de tre løsningene med varmpumpe som blir lettere å oppdatere til nullenergibygget som vist i figur 5.3.



Figur 5.3 Sammenligning med klimaskjerm etter TEK 17, passivhus, nullenergibygg og plusshus.

## 5.2 Klimabudsjett analyse

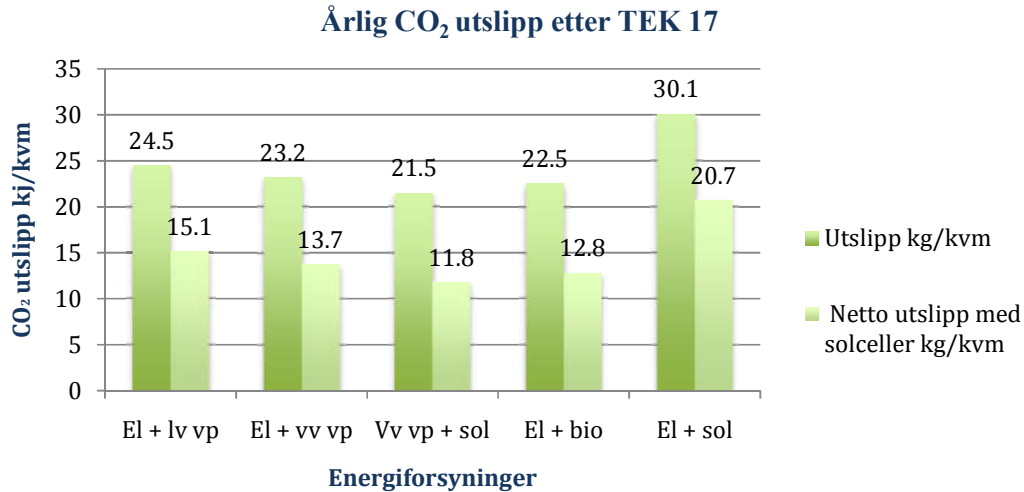
Klimabudsjett er en stor tema for å utrede. I oppgaven skal det kun diskutere CO<sub>2</sub> utslipp i simulering. Det benytter SIMIEN å simulere CO<sub>2</sub> utslipp i år.

Ulike energiforsyninger slipper ut forskjellig CO<sub>2</sub>. Varmepumpe og solfangere bruke kraft for å drive. Elektrisiteten har mer CO<sub>2</sub> utslippet enn bioenergi. I henhold til denne regelen, kan det få høyeste CO<sub>2</sub> utslipp på kombinasjon av elektrisitet og solenergi, og laveste CO<sub>2</sub> utslipp av kombinasjonen av bioenergi og solenergi. Varmepumpe slipper ut CO<sub>2</sub> mellom elektrisitet og bioenergi som vist i figur 5.4.

Resultatet i simulering beregnes at data som følger :

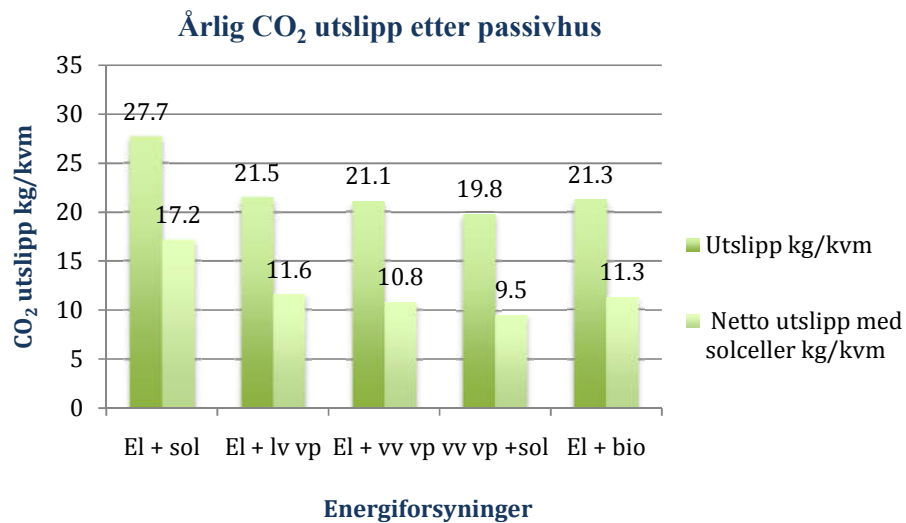
Eletrisitet: 0,435 kgCO<sub>2</sub>/kWh

Bioenergi: 0,015 kgCO<sub>2</sub>/ kWh



Figur 5.4 Årlig CO<sub>2</sub> utslippet ulike energiforsyninger etter TEK 17

Passivhus har mindre energiforbruk. Derfor passivhus har mindre CO<sub>2</sub> utslipp enn bygningen etter TEK 17. Den største verdien av CO<sub>2</sub> utslipp er kombinasjonen elektrisitet og solenergi. Mens den minste CO<sub>2</sub> utslippet kommer fra kombinasjonen væske/vann varmpumpe og bioenergi som vist i figur 5.5.

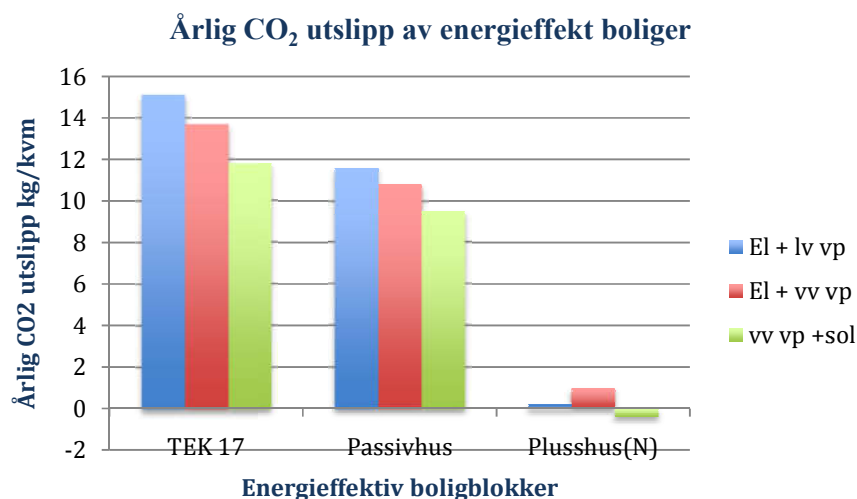


Figur 5.5 Årlig CO<sub>2</sub> utslipp etter passivhus

Sammenligning av ulike energieffektive boliger, som etter TEK 17, passivhus og nullenergi- og plusshus, kan det vise at CO<sub>2</sub> utslipp minsker med redusert levert energi. Solcellers brukareal i simulering etter TEK 17 og passivhus er 200 m<sup>2</sup>. Plusshus og nullenergibygg benytter forskjellige solceller arealer. I nullenergi- og plusshus bruker luft/vann varmpumpe



flere solcellepaneler enn de andre løsningene med væske/vann varmpumpe som vist i figur 5.6.



Figur 5.6 Årlig CO<sub>2</sub> utslipp av energieffektiv boliger.

### 5.3 Økonomisk analyse

Det er vanlig stor investering og kostnad til oppvarmingssystem. Valget av løsning kan ikke kun bestemmes av levert energi og energibesparelser. Flere faktorene må bli tenkt for å evaluere løsninger. I dette kapittelet skal det beregne nåverdi og inntjeningstid for å evaluere lønnsomhet av løsninger. Det kan få kostnader og levetid som viser i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Kostnad av varmeanlegg

Varmeanlegg	Kostnad Kroner	Levetid
Luft/vann varmpumpe	300 000	15 år
Væske/vann varmpumpe	450 000	15 år
Akkumulatortank med el kolbe	40 000	15 år
Solfangere	200 000	20-25 år
Solcellerpanel system	300 000	20-25 år
Pelletskjel	130 000	15 år

Det antar at eletrisitetspris 0,548 øre/kWh iht. SSB 2019

### 5.3.1 Nåverdi

Nåverdimetoden er en av de viktigste metodene for å vurdere lønnsomhet. Det antar at salgverdien er null. Og nåverdien kan beregnes av investering, besparelse og levetid i formel 5.1.

$$NV = B \frac{1-(1+r)^{-N}}{r} - I_0 \quad (5.1)$$

$NV$ : Nåverdi. Positiv nåverdien er investeringen økonomisk lønnsom. Negativ betyr ulønnsom.

$I_0$ : Investering omfatter kostnad til utsyr, installasjon, varmedistribusjonssystem, reguleringsystem, osv.

$B$ : Beparelser

$r$ : Rente. Det antar at rente er 0,06.

#### Nåverdi beregning for elektrisitet med solenergi beregning

Investering  $I_0$  omfatter akkumulator med el-kolbe og solfangere.

$$I_0 = el + solfangere = 40\ 000 + 200\ 000 = 240\ 000\ kr$$

$B$  er 64 051 kroner.

Enova har støtte til solfangere som 6 030 kroner.

$$NV = B \frac{1 - (1+r)^{-N}}{r} - I_0 = 64051 \times \frac{1 - (1+0,06)^{-20}}{0,06} - 240\ 000 = 392\ 984$$

Resultatet er positivt. Det mener at besparelsen vil høyere enn investeringen i 20 år levetid.

Denne løsningen med elektrisitet og solfangere er lønnsamt.

### 5.3.2 Inntjeningstid

Inntjeningstiden kan beregnes med besparelse, investering og rente i formel 5.2.

$$IT = \frac{\ln [(1-I_0 \times r/B)^{-1}]}{\ln (1+r)} \quad (5.2)$$

$IT$ : Inntjeningstid.

$I_0$ : Investering omfatter kostnad til installasjon, varmeanlegg, varmeleveransesystem, varmedistribusjonssystem, reguleringsystem, osv.

$B$ : Årlig netto inntjening.

$r$ : Rente. Her benytter rente på 6% iht. kostnad ved produksjon av kraft og varme i NVEs håndbok.

### **Inntjeningstiden beregning for væske-til-vann varmepumpe**

Investering  $I_0$  omfatter væske/vann varmepumpe, varmtberede, solfangere og solcellere.

$$\begin{aligned} I_0 &= Vv vp + el + solfangere + solceller = 450\,000 + 40\,000 + 200\,000 + 300\,000 \\ &= 990\,000 \text{ kr} \end{aligned}$$

$B$  er 70 938 kroner.

Enova støtte væske/vann varmepumpe 1600 kr /kW. Solfangere kan få støtte 6 030 kroner.

Total støtten er 14 400 kroner.

$$IT = \frac{\ln(1 - I_0 \times r/B)^{-1}}{\ln(1 + r)} = \frac{\ln[(1 - (990\,000 - 14\,400) \times 0,06/70\,938)^{-1}]}{\ln(1 + 0,06)} = 29,4$$

Det viser et positivt resultat. Det mener at inntjeningstid på kombinasjonen av væske/vann varmepumpe, elektrisitet med solenergi er ca. 30 år.

### **5.3.3 Resultat etter TEK 17, N og nullenergi- og plussus**

Beregningen resultater av alle løsninger etter TEK 17 vist i tabell 5.2. 10 typer løsninger løsningene omfatter ikke kombinasjon bioenergi med elektrisitet på grunn av denne løsningen har høyere levert energi enn varmebehov. Løsningen 100% elektrisitet omfattes ikke med samme årsaken.

Energibesparelsen har største verdien 129 448 kWh i løsningen væske/vann varmepumpe, elektrisitet med solenergi. Men denne løsningen har en negativ nåverdi og lang inntjeningstid 29,4 år. Det betyr at denne løsningen er ulønnsom.

Nåverdiene har større verdien av to løsningene, som elektrisitet med solfangere og elektrisitet med luft/vann varmpumpe. Inntjeningstidene er henholdsvis 5,1 og 7,7 år. De to løsningene er lønnsomme. Og Løsningen elektrisitet med solfangere er best.

Tabell 5.2 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger etter TEK 17.

Energiforsyninger etter TEK 17	Nåværende kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikk levertenergi kWh/m <sup>2</sup>	Energi besparelse kWh	Besparelse Kroner/år	Investering Kroner	Støtte fra Enova Kroner	NV Kr.	Inntjenings-tid År
Lv vp.+el.	216	72,1	102 745	56 304	340 000	0	206 839	7,7
Vv vp.+el.	216	66,6	106 672	58 456	490 000	14 400	92 140	11,5
Lv vp.+el.+solfangere	216	62,1	109 885	60 217	540 000	6 030	50 870	13,0
Vv vp.+el.+solfangere	216	58,6	112 384	61 586	690 000	20 430	-71 429	18,1
El.+solfangere	216	76,3	99 746	54 661	240 000	6 030	392 984	5,1
Bio.+el.+solfangere	216	90,3	89 750	49 183	370 000	16 230	123 906	9,7
Lv vp.+el.+solf.+solceller	216	38,1	127 021	69 607	840 000	6 030	-157 927	21,8
Vv vp.+el.+solf.+solceller	216	34,7	129 448	70 938	990 000	20 430	-280 606	29,4
El.+solf.+solceller	216	52,3	116 882	64 051	540 000	6 030	200 693	11,9
Bio.+el.+solf.+solceller	216	65,7	107 314	58 808	670 000	16 230	-82 610	18,9

■ Energikilde+el. ■ Energikilde+el.+solfangere ■ Energikilde+el+solfangere+solceller

I simuleringen som passivhus, er det fremdeles to løsningene som ble valgt før, som elektrisitet med solfangere og elektrisitet med luft/vann varmpumpe. Den beste løsningen er elektrisitet med solfangere med nåverdien 438 578 kroner og inntjeningstiden 4,6 år, som vist i tabell 5.3. Denn løsningen er enkel og lett for å montere.

Tabell 5.3 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger som passivhus.

Energiforsyninger etter passivhus	Nåværende kWh/m <sup>2</sup>	Spesifikk levertenergi kWh/m <sup>2</sup>	Energi besparelse kWh	Besparelse Kr./år	Investering Kr.	Støtte fra Enova Kr.	Nåverdi Kr.	Inntjenings-tid År
Lv vp.+el.	216	61,7	110 170	60 373	320 000	0	266 360	6,6
Vv vp.+el.	216	57,8	112 955	61 899	470 000	9 600	140 781	10,1
Lv vp.+el.+solfangere	216	52,0	117 096	64 169	510 000	4 824	118 045	11,0
Vv vp.+el.+solfangere	216	50,9	117 881	64 599	660 000	14 424	-18 174	15,7
El.+solfangere	216	68,1	105 601	57 869	230 000	4 824	438 578	4,6
Bio.+el.+solfangere	216	73,1	102 031	55 913	350 000	11 624	204 663	7,7
Lv vp.+el.+solf.+solceller	216	26,9	135 017	73 990	810 000	4 824	-86 571	18,2
Vv vp.+el.+solf.+solceller	216	25,7	135 874	74 459	960 000	14 424	-222 411	24,6

El.+solf.+solceller	216	39,9	125 735	68 903	530 000	4 824	265 136	10,5
Bio.+el.+solf.+solceller	216	47,9	120 023	65 773	650 000	11 624	426	15,0

I simuleringen som nullenergi- og plussus, er det mulige løsninger som vist i tabell 5.4. Løsningene er ulønnsomme når nåverdien er negativ. For lang tilbakebetalingstiden er ulønnsom. Derfor er den beste løsningen elektrisitet med solfangere og solceller. Løsningen kan få nåverdien 136 707 kroner og inntjeningstid 19 år.

Tabell 5.4 Økonomisk analyse beregningene av ulike løsninger som nullenergi- og plussus.

Energiforsyninger etter nullenergi- og plussus	Nåværende	Spesifikk levertenergi	Energi besparelse	Besparelse	Investering	Støtte fra Enova	Nåverdi	Inntjenings-tid
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	Kr./år	Kr.	Kr.	Kr.	År
Lv vp.+el.+solf.+solceller	216	-0.4	154 510	84 671	1 080 000	4 824	-252 828	24,6
Lv vp.+el.+solceller	216	-1.6	155 366	85 141	995 000	0	-168 091	20,7
Vv vp.+el.+solf.+solceller	216	-1.3	155 152	85 023	1 230 000	14 424	-240 364	33,5
El+solf+solceller	216	-0.3	154 438	84 632	950 000	4 824	136 707	19,0
Bio+el+solf+sole	216	-1.2	155 081	84 984	1 145 000	11 624	-46 992	27,6

Løsningen av elektrisitet med solfangere kan oppgraderes fra dagens standard til plussus. Selv om løsningen som plussus bruker ca. 480 m<sup>2</sup> solceller, er investeringen fremdeles laveste. Inntjeningstiden er 19 år som mindre enn solfangerne og solcellernes levetid. Blokken i Beisfjordveien 88-90 har yttervegg mot vest 168 m<sup>2</sup>/ blokk og uteareal ca 1600 m<sup>2</sup>. Da har det mulig å oppgradere gamelt blokk til plussus.

## 5.4 Diskusjon

Høye energieffektive bygg har mindre behov til romoppvarming. Varmtvannsbehovet er jevnt i hel år, men romoppvarmingsbehovet er fokusert i kalde dager. God isolert og tettere klimaskjermen kan redusere varmetap slik at behovet til romoppvarming er lavt. Passivhus har tettere og mer isolert bygningskroppen enn bygg etter TEK 17. Da kan passivhus bruke lav effekt varmekilde enn TEK 17. Resultatet av løsningen solfangere med elektrisitet kan verifisere denne meningen. Etter TEK 17 har solfangere effekt behov 25 kW og elektrisitets effekt behov 5kW. I simulering som passivhus synker effekt behovet av solfangere og elektrisitet henholdsvis til 18 kW og 4 kW. Det vil si tettere og varmeisolert klimaskjermen kan bruke lavere effekt varmekilde.

I mange tilfeller kan man bruke en grov måte å evaluere energiforsynings lønnsomhet. Det kan bruke en formel (5.3) [38].

$$N = \frac{I}{B} \quad (5.3)$$

Det vil si at tilbakebetalingstiden (N) kan beregnes med investering (I) og beparelse (B).

Det kan bruke den enkle måten å vurdere energiforyninger. Væske/vann varmpumpe har høy investering og høy virkningsgrad som kan få høy energibesparelse. Solfangere har mindre investering og høyere virkningsgrad enn varmpumpe. Derfor er tilbakebetalingstiden av solfangere kortere enn varmpumpe. Økonomisk analysen har et samme resultat med enkle vurdering.

Simuleringens resultatet viser at det kan velge en forenklet og kostnadseffektiv løsning til boligens rehabilitering. Forusetningen til effektiv løsning er en rekke tiltak på klimaskjerm og ventilasjon system. Simuleringen benytter balansert ventilasjon med varmegjenvinner. Da varmetapet gjennom luft blir reduseres. Simuleringen etter TEK 17 og NS 3700 påser at varmetapet gjennom klimaskjerm er under grenset verdier. På grunnlag av de to forutsetninger, har det mulighet å renovere til plusshus.

Løsningen av elektrisitet og solfangere er den beste med mindre investering og lang inntjeningsstid. Denne løsningen er lett for drift og vedlikehold. Men solfangere har lav virkningsgrad i kalde dager. Da må el-kolben eller el-ovnen benyttes med høy effekt på

vinteren. Det vil føre til relativ høy strømskostnad fra november til mars. Den andre god løsningen luft/vann varmpumpe med elektrisitet har samme problem.

Simuleringen benytter data i teori, derfor har det mulighet å få avvik i simulering. Det vil føre til for lite levert energien. Men simulering er til alle løsninger. Derfor kan avviket bli liten. Det er også mulig å få avvik i dimensjonering med tommelfingerregelet. Regelene fra erfaring er enkle å bruke. Men noen ganger kan det føre til for lite kostnad og effekt.

## 6 Konklusjon

Simuleringen viser at det er mulig å rehabilitere eldre bygg til moderne boligbygg, passivhus og til og med plusshus.

To løsningene har god nåverdier etter TEK 17, som solfangere med elektrisitet og luft/vann varmepumpe med elektrisitet. Løsningene har lav investeringer og høy energibesparelser. Nåverdi analysene av to løsninger er positive, og inntjeningstidene er kortere enn levetid. Løsningene elektrisitet med solfangere har høyere nåverdi 392 984 kroner og lavere inntjeningstid 5,1 år. Denne løsningen er best.

Passivhus simuleringen har et likt resultat. De to løsningene er fortsatt god i simuleringer som passivhus. Løsningen elektrisitet og solfangere har den største nåverdien 438 578 kroner og minste inntjeningstiden 4,6 år.

I mulige løsningere som plusshus, er det kun løsningen elektrisitet med solfangere og solceller har positiv nåverdi. Inntjeningstiden er 19 år som er mindre enn levetid 20-25 år.

Derfor skal løsningen elektrisitet med solfangere anbefales. Løsningen luft/vann varmepump har god ytelse og kan bli tenkt videre.

## 7 Videre arbeid

Oppgaven utreder ulike energiforsyninger i energieffektiv boliger fra etter TEK 17 til nullenergibygg og plusshus. På grunn av grenset tid , kan ikke ZEB som zero emission building omfattes. Rehabiliteringen av eldre bygg kan evalueres CO<sub>2</sub> utslipp. Det kan være interessant å vurdere mer på ZEB og grønne bygg.

Energiforsyningen kan bli smart. Flere typer smart materialer og automatisk styringssystemet kan benyttes til fremtids bygg. For eksempel varmestyringssystem. Det er også en interessant teme å utrede.



## Referanseliste

- [1] Jostein Skree, Jens-Dag Vatndal (2008), Energibruk i bygg- rammer, krav og muligheter.
- [2] SSB (2018). Bolig, via <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/boligstat>
- [3] Byggeforskserien (2015), Energieffektive bygninger. Begreper og definisjoner (473.003).  
[https://www.byggforsk.no/dokument/4153/energieffektive\\_bygninger\\_begreper\\_og\\_finisjoner](https://www.byggforsk.no/dokument/4153/energieffektive_bygninger_begreper_og_finisjoner)
- [4] Geir Thorsnæs, 2019, Nord- Norge, <https://snl.no/Nord-Norge>,
- [5] Wikipedia (2018).Arktisk klima, via [https://no.wikipedia.org/wiki/Arktisk\\_klima](https://no.wikipedia.org/wiki/Arktisk_klima)
- [6] Wikipedia (2019)Köppens klimaklassifisering, via  
[https://no.wikipedia.org/wiki/Köppens\\_klimaklassifisering](https://no.wikipedia.org/wiki/Köppens_klimaklassifisering)
- [7] Årlige gjennomsnittværet i Narvik (1985- 2015) Timeanddate,  
<https://www.timeanddate.no/vaer/norge/narvik/klima>
- [8] Harold Mc Innes 1, Geir Bruun 2,etc (2015), Klimaendringenes betydning for Statnett sine overføringsanlegg, Studie på grunnlag av klimafremskrivninger utført i forbindelse med IPCC sin femte hovedrapport
- [9] Jan Asle Olseth,(2016) Ny fornybar energi del 2- solenergi.
- [10] Energisenteret, Vindenergi, via <https://eis.no/energikilder/vind-2/>
- [11] Store norske leksikon (2018), Vindenergi, via <https://snl.no/vindenergi>
- [12] Dibk.no (1949), Byggeforskrifter av 15. desember 1949, bind I, via  
<https://dibk.no/byggeregler/Tidligere-regelverk/Byggereglene-for-1997/>
- [13] Boligenøk, Vår metode, via <https://boligenok.no/vår-metode>
- [14] Dibk.no (2017), Byggeteknikk forskrift (TEK 17).  
Via<https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>
- [15] Standard Norge (2013), Kriterier for passivhus og lavenergibygninger. Boligbygninger (NS 3700: 2013)
- [16] Karsten Voss, Eike Musall (2011) Net zero energy buildings
- [17] Stein Anda, Anne Sofie H.Bjelland (2013) Fra passivhus til plussus
- [18] Jørn Stene (2006), Oppvarmingssystemer for lavenergi boliger, SINTEF teknisk rapport TR A6182

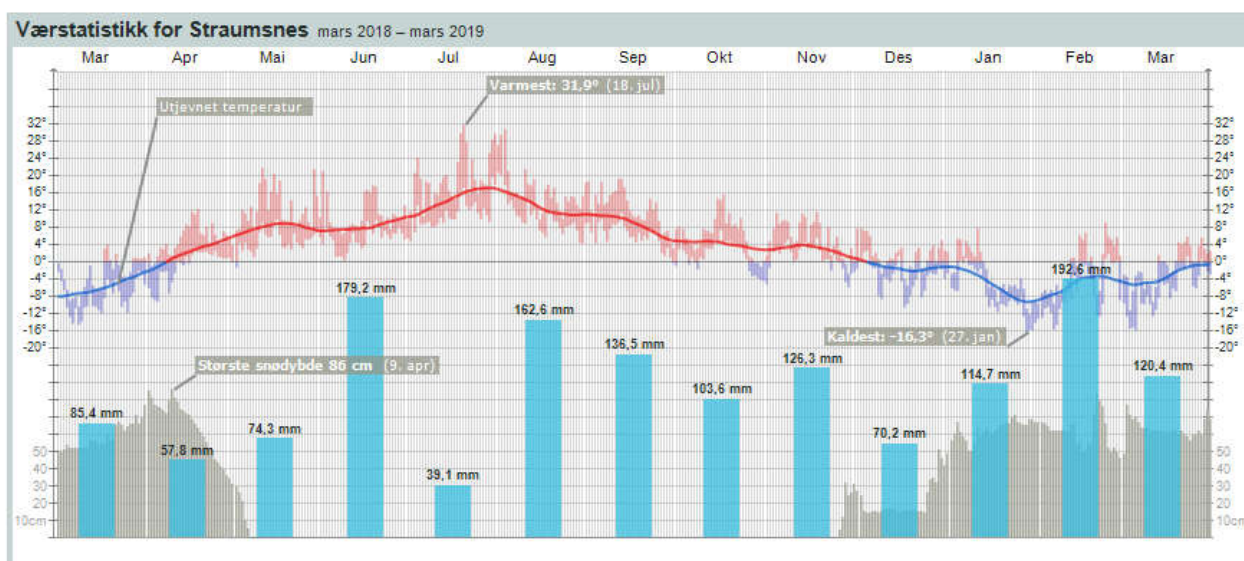
- [19] PHIUS (2018), 2018 PHIUS passive house projects competition, [www.phius.org/2018-phius-passive-house-projects-competition](http://www.phius.org/2018-phius-passive-house-projects-competition)
- [20] Carey Finn (2018), Why Japanese buildings are so cold in winter  
<https://www.rethinktokyo.com/why-japanese-buildings-are-so-cold-winter>
- [21] Energifaktanorge(2019), Energibruken i ulike sektorer, via  
<https://energifaktanorge.no/norsk-energibruk/energibruken-i-ulike-sektorer/>
- [22] Svorka (2018)Hva er fornybarenergi, <https://svorka.no/hva-er-fornybar-energi/>  
(04.07.2018)
- [23] Wikipedia (2019) Norges klima, via [https://no.wikipedia.org/wiki/Norges\\_klima](https://no.wikipedia.org/wiki/Norges_klima)
- [24] IEA SHC, [iea-shc.org](http://iea-shc.org) (2018) SolarHeatWorldwide2018
- [25] Solfanger (2016), [ungenergi.no/energikilder/solenergi/solfanger/](http://ungenergi.no/energikilder/solenergi/solfanger/)
- [26] Husbanken (2017) Solvarme i kombinasjon med andre varmekilde
- [27] Pål Preede Revheim (2017), Småskala vindkraft kan være et alternativ til solenergi
- [28] Norsk varmepumpeforening (2018)  
[www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/avtrekksvarmepumpe](http://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/avtrekksvarmepumpe)
- [29] Markus kristoffersen (2015), Varmepumpe, <http://slideplayer.no/slide/2113326>
- [30] Jørn Stene (2012), Utfasing av oljefyr- varmepumpe, biovarme og solvarme,  
<http://slideplayer.no/slide/1928577>
- [31] Solkart.no
- [32] SunCalc.net
- [33] Norsk solenergiforening (2015), Bruk av solenergi i Norge, Opplag 2
- [34] Cato Kjølstad, Norsk bioenergiforening (2011), Veien til biovarme, manual for produksjon av biovarme fra biobrensler
- [35] Linda P. Haugerud, Ingvild Lien (2015), Enova SF, Analyse av feltmålinger av varmepumper i boliger.
- [36] Varmepumpeinfo (2019), Bergvarme- og jordvarmepumpe,  
<https://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/bergvarmepumpe-og-jordvarmepumpe>

[37] CSD engineers ingenious by nature(2017), CSD congratulates the Swiss team, winner of the Solar Decathlon 2017.<https://www.csd.ch/en/news/171024-csd-sponsoring-neighborhub-solar-decathlon>

[38] SINTEF (2016), Enøk i bygninger effektivt energibruk.

# Vedlegg 1 Historisk klima data i Narvik

## Historisk temperatur, vind og nedbør i Narvik fra mars 2018 til mars 2019



**Den svarte streken:** viser normalen (både nedbør og temperatur). På enkelte stasjoner er det foreløpig ikke utarbeidet normalverdier.

**Den røde/blå streken:** viser middeltemperatur over døgnet (som er utjevnet over 30 dager for å kunne sammenlignes med normaltemperaturen). Streken er rød ved plussgrader, blå ved minusgrader.

**De røde/blå feltene:** viser temperaturvariasjonene gjennom døgnet, med maks- og minimumstemperatur som endepunkter. Feltene er rød ved plussgrader, blå ved minusgrader.

**De lyseblå søylene:** viser total nedbør denne måneden. De svarte strekene som krysser dem er nedbørnormalen.

**De mørkegrå søylene bak nedbøren:** viser målt snødybde dag for dag.

### Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Temperatur				Nedbør			Vind	
	Gjennomsnitt	Normal	Varmest	Kaldest	Totalt	Normal	Mest på ett døgn	Gjennomsnitt	Sterkest vind
mar 2019	-3,7°		5,9° 23. mar	-16,0° 5. mar	120,4 mm		25,4 mm 29. mar	2,8 m/s	13,8 m/s 24. mar
feb 2019	-4,1°		9,1° 23. feb	-15,7° 5. feb	192,6 mm		34,9 mm 15. feb	3,1 m/s	16,0 m/s 15. feb
jan 2019	-5,6°		7,9° 10. jan	-16,3° 27. jan	114,7 mm		14,1 mm 11. jan	2,7 m/s	16,1 m/s 10. jan
des 2018	-1,1°		7,9° 1. des	-10,6° 16. des	70,2 mm		16,2 mm 28. des	2,2 m/s	11,0 m/s 29. des
nov 2018	3,3°		11,5° 16. nov	-5,9° 27. nov	126,3 mm		16,8 mm 17. nov	2,4 m/s	15,7 m/s 20. nov
okt 2018	3,3°		15,6° 15. okt	-5,2° 30. okt	103,6 mm		21,1 mm 19. okt	2,2 m/s	10,2 m/s 19. okt
sep 2018	8,6°		19,4° 9. sep	-1,0° 29. sep	136,5 mm		22,0 mm 24. sep	2,2 m/s	11,1 m/s 23. sep
aug 2018	12,2°		30,8° 1. aug	4,2° 28. aug	162,6 mm		23,4 mm 20. aug	2,0 m/s	10,7 m/s 30. aug
jul 2018	15,8°		31,9° 18. jul	6,9° 1. jul	39,1 mm		8,6 mm 4. jul	1,3 m/s	7,6 m/s 23. jul
jun 2018	7,6°		17,7° 17. jun	0,2° 7. jun	179,2 mm		21,9 mm 20. jun	2,4 m/s	13,1 m/s 27. jun
mai 2018	8,7°		21,8° 10. mai	-1,3° 1. mai	74,3 mm		18,4 mm 21. mai	2,5 m/s	12,8 m/s 6. mai
apr 2018	1,8°		12,3° 18. apr	-9,2° 4. apr	57,8 mm		8,8 mm 20. apr	1,6 m/s	9,7 m/s 7. apr
mar 2018	-5,8°		4,1° 18. mar	-14,6° 8. mar	85,4 mm		22,4 mm 18. mar	2,3 m/s	12,3 m/s 18. mar

## Vedlegg 2 Dimensjonering

Varmeanleggenes effekt kan beregnes fra energibehov. Effekten er avhengig av fordelt energibehov som energiforsyningens dekker. I beregningen skal elektrisitet være elektrisk anlegg for oppvarming.

### Beregning av energiforsyningens kombinasjon avvarmepumpe, solfangere og elektrisitet

Tabell 1 Effekt beregning for kombinasjon av varmepumpe, solfangere og elektrisitet

Energibehov kWh	Fordelingandel	Fordeltenergibehov kWh	Spesifikkenergibehov kWh/m <sup>2</sup>
Romoppvarming 24,508	65% varmepumpe	15,930	22.3
	25% solfangere	6,127	8.6
	10% el	2,451	3.4
Varmtvann 21,264	40% varmepumpe	8,506	11.9
	50% solfangere	10,632	14.9
	10% el	2,126	3.0

Energiforsyninger	Fordeltenergibehov kWh	Driftstid	Effekt kW
Varmepumpe	24,436	3000	9
Solfangere	16,759	800	25
El	4,577	5840	1

### Beregning av energiforsyningens kombinasjon av bioenergi, solfangere og elektrisitet

Tabell 2 Effekt beregning for kombinasjon av bioenergi, solfangere og elektrisitet

Energibehov kWh	Fordelingandel	Fordeltenergibehov kWh	Spesifikkenergibehov kWh/m <sup>2</sup>
Romoppvarming 24,508	45% bio	11,029	15.4
	25% solfangere	6,127	8.6
	30% el	7,352	10.3
Varmtvann 21,264	20% bio	4,253	6.0
	50% solfangere	10,632	14.9
	30% el	6,379	8.9

Energiforsyninger	Fordeltenergibehov kWh	Driftstid	Effekt kW
Bio	15,281	2000 t	6
Solfangere	16,759	800 t	25
El	13,732	5840 t	4

## Beregning av energiforsyningenes kombinasjon av solfangere og elektrisitet

Tabell 3 Effekt beregning for kombinasjon av solfangere og elektrisitet

Energibehov kWh	Fordelingandel	Fordeltenergibehov kWh	Spesifikkenergibehov kWh/m <sup>2</sup>
Romoppvarming 24,508	25% solfangere	6,127	8.6
	75% el	18,381	25.7
Varmtvann 21,264	50% solfangere	10,632	14.9
	50% el	10,632	14.9

Energiforsyninger	Fordeltenergibehov kWh	Driftstid	Effekt kW
Solfangere	16,759	800 t	25
El	29,013	5840 t	5

## **Vedlegg 3 Simulering etter Tek 17 og passivhus**

### **Kombinasjon etter TEK 17**

Væske/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Luft/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Bioenergi

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Eletrisitet og solfangere

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

### **Kombinasjon som passivhus**

Væske/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering

- Energimerke

Luft/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Bioenergi

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Eletrisitet og solfangere

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

### **Kombinasjon som nullenergibygge og plusshus**

Væske/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

Luft/vann varmepumpe

- Evaluering
- Årsimulering



- Energimerke

#### Bioenergi

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke

#### Eletricitet og solfangere

- Evaluering
- Årsimulering
- Energimerke



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	30646 kWh	42,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	20809 kWh	29,1 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	51455 kWh	72,1 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	51455 kWh	72,1 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/data simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,83	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:37 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		Lin Li
Kommentar		



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62





Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	29,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	1,1 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	24443 kWh	34,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	670 kWh	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72073 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	31252 kWh	43,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	16909 kWh	23,7 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	48161 kWh	67,5 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	48161 kWh	67,5 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,11	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:45 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	30646 kWh	42,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	13275 kWh	18,6 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	414 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	44335 kWh	62,1 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	44335 kWh	62,1 kWh/m <sup>2</sup>





Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,59	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:35 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	29,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	1,1 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	24443 kWh	34,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	670 kWh	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72073 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	31252 kWh	43,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	10243 kWh	14,3 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	450 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	41946 kWh	58,7 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	41946 kWh	58,7 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,99	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	





# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:41 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	53529 kWh	75,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	952 kWh	1,3 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	54481 kWh	76,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	54481 kWh	76,3 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,65	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:31 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62





Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	43711 kWh	61,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	414 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	20335 kWh	28,5 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	64460 kWh	90,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	64460 kWh	90,3 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 0.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,23	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		Lin Li
Kommentar		



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstillter kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillter omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstillter energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillter minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillter minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillter byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon. Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	30646 kWh	42,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	13275 kWh	18,6 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	414 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11322 kWh	-15,9 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	33013 kWh	46,2 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-5789 kWh	-8,1 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	27224 kWh	38,1 kWh/m <sup>2</sup>





Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 15.9 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,59	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:34 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 lv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	29,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	1,1 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	24443 kWh	34,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	670 kWh	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72073 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	31252 kWh	43,8 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	10243 kWh	14,3 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	450 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11308 kWh	-15,8 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	30638 kWh	42,9 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-6255 kWh	-8,8 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	24382 kWh	34,1 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 15.8 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,99	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	





# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:42 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon. Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	53529 kWh	75,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	952 kWh	1,3 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-12169 kWh	-17,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	42312 kWh	59,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-4942 kWh	-6,9 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	37371 kWh	52,3 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 17.0 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,65	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:29 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		Lin Li
Kommentar		



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-2 (2)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-2 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	15,0	25,0
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,18
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,07
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,12	0,11
Varmetapstall tak	0,05	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04	0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,07
Varmetapstall infiltrasjon	0,03	0,03
Varmetapstall ventilasjon	0,11	0,11
Totalt varmetapstall	0,52	0,62





Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,9 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	94,9 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))	
Boligblokker skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann når de har sentral produksjon av av varme til romoppvarming, ventilasjonsvarme eller sentral varmtvannsproduksjon.	
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.  
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

### Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	19668 kWh	27,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4840 kWh	6,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	4430 kWh	6,2 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	594 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8758 kWh	12,3 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	72062 kWh	100,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	43711 kWh	61,2 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	414 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	20335 kWh	28,5 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11816 kWh	-16,5 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	52644 kWh	73,7 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-5747 kWh	-8,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	46897 kWh	65,7 kWh/m <sup>2</sup>



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Solcellepanel (PV-system)

Energiproduksjonen fra solcellepaneler tilsvarer 16.5 kWh/m<sup>2</sup> (når denne er større enn 20 kWh/m<sup>2</sup> økes energirammen med 10 kWh/m<sup>2</sup>)

### Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,17	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	101	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,23	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,72/1,00/0,68/0,59	



# SIMIEN

## Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering  
Tid/dato simulering: 09:33 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\TEK17 bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:53 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evalueringsmetode	Beskrivelse
Evalueringsmetode mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	57,8 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter			
Beskrivelse	Verdi	Krav	
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03	
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50	
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:53 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	12689 kWh	17,8 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	41236 kWh	57,8 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	41236 kWh	57,8 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:53 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evalueringsinformasjon	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	Beregning
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:53 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,19	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:53 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Resultater av evalueringen

Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

### Varmetapsbudsjett

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### Energiytelse

Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	57,8 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Minstekrav enkeltkomponenter

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	12689 kWh	17,8 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	41236 kWh	57,8 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	41236 kWh	57,8 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvv-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,19	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:52 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluerings mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	50,9 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:52 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Lvert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	7409 kWh	10,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	36311 kWh	50,9 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	36311 kWh	50,9 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:52 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:52 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	3,15	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:52 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evalueringsmetode	Beskrivelse
Evalueringsmetode mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	50,9 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	7409 kWh	10,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	36311 kWh	50,9 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	36311 kWh	50,9 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvv-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	3,15	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:56 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:59 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Resultater av evalueringen

Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

### Varmetapsbudsjett

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### Energiytelse

Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	65,0 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Minstekrav enkeltkomponenter

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:59 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	45890 kWh	64,3 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	543 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	46433 kWh	65,0 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	46433 kWh	65,0 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:59 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:59 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,66	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:59 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:09 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	55,1 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:09 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	39005 kWh	54,6 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	11680 kWh	16,4 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	51040 kWh	71,5 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	51040 kWh	71,5 kWh/m <sup>2</sup>





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:09 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:09 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,37	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering

Tid/dato simulering: 10:09 16/5-2019

Programversjon: 6.012

Simuleringsansvarlig: Lin Li

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi

Prosjekt: Beisfjordveien 88

Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Boligblokker
Simuleringsansvarlig		Lin Li
Kommentar		



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:12 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluerings mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	35,3 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:12 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Lvert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	7409 kWh	10,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11137 kWh	-15,6 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	25175 kWh	35,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-8018 kWh	-11,2 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	17156 kWh	24,0 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:12 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:12 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	3,15	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:12 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus lvvp-el 1.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:55 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Resultater av evalueringen

Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

### Varmetapsbudsjett

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### Energiytelse

Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	35,3 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Minstekrav enkeltkomponenter

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:55 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Lvert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	7409 kWh	10,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11137 kWh	-15,6 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	25175 kWh	35,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-8018 kWh	-11,2 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	17156 kWh	24,0 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:55 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:55 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvv-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	3,15	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:55 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus vvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:58 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	47,4 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:58 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Lvert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	45890 kWh	64,3 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	543 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-12617 kWh	-17,7 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	33816 kWh	47,4 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-6796 kWh	-9,5 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	27020 kWh	37,8 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:58 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:58 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,66	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 09:58 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus bio-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:07 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	39,0 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:07 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	39005 kWh	54,6 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	11680 kWh	16,4 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-11486 kWh	-16,1 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	39554 kWh	55,4 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-6465 kWh	-9,1 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	33089 kWh	46,3 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:07 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:07 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,37	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering

Tid/dato simulering: 10:07 16/5-2019

Programversjon: 6.012

Simuleringsansvarlig: Lin Li

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: F:\...\Passivhus 2204 cav med lav u bio+sol.smi

Prosjekt: Beisfjordveien 88

Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:17 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus lvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	32,4 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:17 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus lvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	28613 kWh	40,1 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	8145 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	402 kWh	0,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-14008 kWh	-19,6 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	23152 kWh	32,4 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-23757 kWh	-33,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	-604 kWh	-0,8 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:17 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus lvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:17 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus lvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,93	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:17 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus lvvp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:18 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Resultater av evalueringen

Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

### Varmetapsbudsjett

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### Energiytelse

Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	32,1 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Minstekrav enkeltkomponenter

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:18 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Lvert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	28547 kWh	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	7409 kWh	10,4 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-13399 kWh	-18,8 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt lvert energi, sum 1-7	22913 kWh	32,1 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-22988 kWh	-32,2 kWh/m <sup>2</sup>
Netto lvert energi	-75 kWh	-0,1 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:18 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:18 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	3,15	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:18 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\Nullhus vv vp-el.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:20 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Resultater av evalueringen

Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

### Varmetapsbudsjett

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

### Energiytelse

Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	42,3 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

### Minstekrav enkeltkomponenter

Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:20 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	45890 kWh	64,3 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	543 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-16234 kWh	-22,7 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	30199 kWh	42,3 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-30411 kWh	-42,6 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	-212 kWh	-0,3 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:20 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluerings mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:20 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,66	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:20 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:21 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus bio-el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,07
Varmetapstall tak	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,10
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,03
Totalt varmetapstall	0,31
Krav varmetapstall	0,43

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,9 kWh/m <sup>2</sup>	20,3 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	33,5 kWh/m <sup>2</sup>	69,9 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:21 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus bio-el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

### Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1693 kWh	2,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	21264 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	3839 kWh	5,4 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	583 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	8130 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	12509 kWh	17,5 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	60526 kWh	84,8 kWh/m <sup>2</sup>

### Levert energi til bygningen (NS 3700)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	39005 kWh	54,6 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	355 kWh	0,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	11680 kWh	16,4 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-15425 kWh	-21,6 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	35615 kWh	49,9 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-36457 kWh	-51,1 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	-842 kWh	-1,2 kWh/m <sup>2</sup>





# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:21 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus bio-el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	506	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	296	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	107	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	714	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	1777	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,69	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	15,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:21 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus bio-el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,30	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,70	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,37	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,70/1,00/0,65/0,55	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 10:21 16/5-2019  
Programversjon: 6.012  
Simuleringsansvarlig: Lin Li  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: F:\...\nullhus bio-el-sol.smi  
Prosjekt: Beisfjordveien 88  
Sone: 1. etg; 2. etg; Kjeller (leiligheter);

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Boligblokker
Simuleringsansvarlig	Lin Li
Kommentar	

# Spesifikke energiforsyningskonsepter i Smart Arctic Building

Lin Li (140672)

UiT Norges arktiske universitet, campus Narvik

---

## Sammendrag

Med dataprogram SIMIEN, simuleres boligblokkene for å oppnå TEK 17 med god isolert og tettere klimaskjerm. Ulik bruk av fornybare energikilder benyttes for å beregne energiforbruket som netto levert energi. Simuleringen viser at kombinasjonen væske/vann varmpumpe med elektrisitet kan synke total spesifikk levert energi til 66,6 kWh/m<sup>2</sup> når bygget oppgraderes til TEK 17. Med solfangere og solceller, fikk denne kombinasjonen lavere spesifikk levert energi til 34,7 kWh/m<sup>2</sup>. I passivhus simulering, krever denne kombinasjonen spesifikk levert energi kun 25,7 kWh/m<sup>2</sup> for hel blokkens energiforbruk. Men gjennom lønnsomhetsanalyse ser man at kombinasjonen væske/vann varmpumpe med elektrisitet har negativ nåverdi og for lang inntjeningstid. Annen løsningen solfangere og elektrisitet er best på grunn av høy positiv nåverdi og kort inntjeningstid. Gjennom økonomisk analyse ble de optimale og lønnsomme løsningene funnet for byggene. Nullenergibygg og plusshus valgte optimal løsninger med samme metode. Det vil si at eldre bolig kan renoveres til TEK 17, passivhus, nullenergibygg og til og med plusshus. Oppgaven vil anbefale en energieffektivisering modell for rehabilitering for eldre boligbygg.

*Keywords:* Klimaskjerm; fornybar energikilde; spesifikk levert energi; netto levert energi; økonomisk analyse

---

## 1. Innledning

På grunn av spesielt klima, har Norge egnet krav og stort energibehov i bygninger. Bygg står for 40 % av total energiforbruk i Norge [1]. Norge har eldre boligbygg 0,25 million som ble bygget før 1961 med flere problem i energiforbruk [2]. Liten varmeisolasjonen og lavt energieffektivitet er de hovedårsaken til at eldre bygg bruker langt mer energi enn nødvendig. I henhold til klimaforliket skal norsk energikravet i bygg oppnå passivhus i 2015 og nesten nullenergibygg i 2020 [3]. Det er fremdeles store utfordringer knyttet til oppgradering av bygningsmassen ut fra nye behov og forskriftskrav.

### 1.1. Problemstilling

Oppgaven ser på to eldre lavboligblokker som ligger i Beisfjordveien 88 og 90, som eies av Ofoten Midt-Troms Boligbyggerlag. Byggene ble tatt i bruk i 1961. Byggene har flest originale bygdeler som yttervegg, tak og gulv. Med gamle klimaskjerm og lav effektiv energikilde, har boligblokkene stort varmetap og høyt energiforbruk som ønskes å utbedres gjennom renovering. Byggene benytter elektrisitet som energikilde og har stor strømsforbruk 216 kWh/kvm. Det er nødvendig for å benytte fornybare energi til å få redusert energiforbruk og en moderne bygning.

### 1.2. Tilstand av boligblokk

Byggene har høy energiforbruk og gamle luftbehandling. Byggenes klimaskjerm er originale fra byggeåret 1961 som har liten isolasjon på vegg, tak og gulv. Varmtvannsbereder og el-panelovn, som ligger i hvert leilighet, dekker varmebehov til hver familie. Gjennomsnitt målerdata av strømmålerne er 216 kWh/m<sup>2</sup>.

Bygningen benytter naturlig ventilasjon med ventiler i gjennom yttervegg. Bruktluften ble avtrekket av kjøkken og bad slik at det byggene er trekkfulle med høy lekkajetall.

## 2. Definisjon

### 2.1. Definisjon av arktisk klima

Med påvirkning av Golfstrømmen, har Norge temperert klima i lavlandet og polarklima i fjellet, langs kysten av Finnmark og på Svalbard. Nordlige land områdene i bred definisjon inkluderer nord delene av Skandinavia under polarsirkelen. Nord-Norge har areal på 112 973 kvadratkilometer og ha 486 001 innbyggere, som står henholdsvis i 34,9 % av Norges areal og 9,2 % av Norges befolkning [4]. Lav temperaturer, mye snø og lang mørketid på vinteren er utfordring til befolkningen som bor der.

Beisfjordveien 88 - 90 ligger i Narvik som i Nord-Norge. Byggene er i temperert klimasone, og geografisk området er innen polarsirkelen med lange kyster. Der har milde vinter og relativt kjølige sommer med temperatur varierer fra -6 til 17 grader. Gjennomsnitt nedbør er 46,2 mm pr måned og vind hastighet er 4 m/s [5].

Solinnstråling i Norge varierer mellom 700 og 1000 Wh/m<sup>2</sup> pr år fra nord til sør. I Nord- Norge fokuseres innstrålingen på sommeren. Gjennomsnitt innstrålingen i Nord-Norge varierer fra 400 til 4500Wh/m<sup>2</sup> pr dag mellom april og oktober. Potensialet av solenergi gir stor mulighet til utnyttelse som både på solfanger og solceller [6].

Narvik har solstråling mengden mellom 500 – 4000 Wh/m<sup>2</sup> pr dag [6]. Gjennomsnitt solstråling tiden i teori er 20 timer fra april til oktober uten beregning av overskyet dager. Midnattsolen øker solstrålingstiden i Nord-Norge slik at mer solenergi kan brukes.

### 2.2. Definisjoner for energieffektive bygg

TEK 17 er dagens byggteknisk forskrift. Byggene som etter TEK 17 må oppfylle krav til energiltak og energiramme. Energiltaket omfatter transmisjonsvarmetap, ventilasjonsvarmetap og spesifikk vifteeffekt som viser i tabell 1 [7]. Energirammen er et øvre grense for totalt netto energibehov i definerte bygningskategoriene. Det viser som årlig totalt netto energibehov per kvadratmeter oppvarmet BRA. Forskjellige bygningskategoriene beregnes energiramme og energiltak under sammen forutsetninger etter TEK 17. Boligblokk har energiramme under 95 kWh/BRA m<sup>2</sup> pr år.

Passivhus skiller seg fra vanlig boliger med svært strengt krav til klimaskjerm og energibehov. Klimaskjermen har strengere grenser av varmetapstall og energiltak enn bygg etter TEK 17. Varmebehov har maksimal verdi som beregningen av oppvarmet areal og årsmiddeltemperatur. I tillegg har det energiforsynings krav til elektrisitet bruk andel og kjølebehov [8].

Nullenergibygg kan defineres som null energiforsyninger eller nullutslipp bygg. På grunnlag av passivhusets klimaskjerm, kan nullenergibygg oppnå med mer fornybare energi for eksempel solceller og vindkraft.

Plusshus og aktivhus har ikke presis definisjoner. Vanligvis kan plusshus oppnås ved passivhus med mer egen produsert energi enn energibehov. Uttrykket som aktivhus benyttes om mange ulike kategorier hus som fra passivhus med aktive systemer for bruk av solenergi til økologisk hus med naturlig ventilasjon [9].

Vannbåren oppvarmingssystem bruker vann som energibærer til å levere varme for oppvarmings- eller kjølesystemer. Vannbåren systemet er fleksibelt og kan jobbe sammen med ulike fornybare varmekilder. Vannbåren gulvvarme, radiatorer eller viftkonvektorer er vanlig metoder som benyttes i system. Gjennom rørene som blir lagt inn i bygningskonstruksjonen, kan varmt vann av en varmekilde sirkulere i rørsystemet. Vannbåren systemet gir en jevn varme i huset og bidra til et behagelig innneklima. Det har mulighet å bruke lavtemperatur varmeløsninger i bolig for å spare energi videre [10].

Tabell 1. Data av byggenes nåværende tilstand og ulike standard.

Energiltak bolig	Beisfjordveien 88-90	TEK 1949	TEK 17	NS 3700
U-verdi yttervegg	0,78	0,8 – 1,0	≤0,18	≤0,1 – 0,12
U-verdi tak	0,78	0,6	≤0,13	≤0,08 – 0,09
U-verdi gulv	1,97	0,7	≤0,1	≤0,08
U-verdi vindu/dør	1,4	2,2	≤ 0,8	-
Vindu/dørareal per BRA	14,6%	-	≤ 25%	-
Lekkasjetall n50på	-	-	≤ 0,6	≤ 0,6
Kuldebroverdi	-	-	≤ 0,07	-
Varmegjenvinner	-	-	≥ 80%	≥ 80%
SFP ventilasjon	-	-	≤ 1,5	≤ 1,5

### 3. Mulighet og løsninger

#### 3.1. Mulighet for energiforsyninger

Solenergien har stor potensial til å bruke i Beisfjordveien 88 - 90. Solkart viser at solinnstrålingen på taket er 196,5 kWh/m<sup>2</sup> i juni og 35,5 kWh/m<sup>2</sup> i oktober. Gjennomsnitt solstrålingen er 128,3 kWh/ m<sup>2</sup> ved 6 måneder på sommeren. Sør- og vest ytterveggene er hovedsakelig fasader til å absorbere solenergi.

Luft-til-vann varmepumpen kan benyttes for å dekke varmebehov. Narvik har lokalt gjennomsnitt vintertemperatur med -8,4 grader i 100 år. Utetemperaturen er over -20 grade i den kaldeste dagene på vinteren. Ved hjelpen av akkumulatortank, kan luft/vann varmepumpe levere nok varme til oppvarmingssystem.

Væske-til-vann varmepumpen kan brukes for å dekke varmebehov med tre typer varmepumper som jordvarme, fjordvarme og bergvarme. Jordvarme trenger plass å sette kollektorrørsløyfer. Utearealet i Beisfjordveien er ca. 1.400 m<sup>2</sup> som er for lite for to blokker å hente varme Mer uteareal kreves hvis jordvarmepumpen benyttes. Fjordvarme kan hente varme fra Beisfjorden. Ledningens lengden er ca. 150 – 200 m. Rørledningen må gå via naboenes tomta og 100-metersbeltet område langs sjøen. Løsningen må få tillatelse fra nabo og kommune. Bergvarme er enkel og kan levere jevn varme til bygg. Kravet til to energibønnene er avstanden må være større enn 15 meter. Tomtas lengden er ca 84 meter. Det er mulig å bore energibønner i Beisfjordveien 88-90.

Bioenergien er kostnadeseffektiv med mindre investering. Det har mulighet å benytte bioenergi som vedkjele, pelleskjele og pellets-kamin.

#### 3.2. Metoder og Løsninger

Oppgaven simuleres med dataprogram SIMIEN. Simulering arealet er 714 m<sup>2</sup> med 2 etasjer og 1 kjeller. Ventilasjonssystemet er banlansert ventilasjon med CAV (ventilasjon med konstant luftmengde).

Energiforsyninger er kombinasjoner av varmepumpe, elektrisitet, solenergi eller bioenergi. Ulike kombinasjonene har forskjellige levert energi. Minste levert energien betyr at største energibesparelse . Simuleringen kan vise leverte energien og hjelper å velge den løsningen som har større energibesparelse etter TEK 17, som passivhus, nullenergibygg og plussus.

Økonoimisk analyse viser lønnsomhet til kombinasjoner. Det benytter nåverdi og inntjeningstid til å evaluere løsninger. Positiv nåverdien og kort inntjeningstiden mener lønnsom.

Tabell 2 Mulige løsninger for energieffektivisering til bygg

Energiforsyninger	Energi fordeling		Solfangere andel		Solceller areal m <sup>2</sup>
	Rom. %	Vann %	Rom. %	Vann. %	
Lv vp./el.	90/10	90/10	0	0	0
Vv vp./el.	90/10	90/10	0	0	0
Lv vp./el./solfangere	65/10	40/10	25	50	0
Vv vp./el./solfangere	65/10	40/10	25	50	0
El./solfangere	75	50	25	50	0
Bio./el./solfangere	35/40	10/40	25	50	0
Lv vp./el./solf./solceller	65/10	40/10	25	50	200
Vv vp./el./solf./solceller	65/10	40/10	25	50	200
El./solf./solceller	75	50	25	50	200
Bio./el./solf./solceller	35/40	10/40	25	50	200

Energi/el.
  Energi/el./solfangere
  Energi/el./solfangere/solceller

Rom.: Romoppvarming;

Vann: Varmtvann

Lv vp.: Luft/vann varmpumpe

Vv vp.: Væske/vann varmpumpe

El.: Elektrisitet

Solf.: Solfangere

Bio.: Bioenergi

#### 4. Resultat og analyse

Simuleringen viser resultater av alle løsninger etter TEK 17. Ti typer løsninger viser i tabell 3. Løsningene omfatter ikke kombinasjon 100 % bioenergi eller 100 % elektrisitet på grunn av disse løsningene har høyere levert energi enn varmebehov.

Blant de løsningene er væske/vann varmpumpen har minste levert energi og bioenergien har den største. Væske/vann varmpumpe bør kombinere med elektrisitet etter erfaring. Løsningen væske/vann varmpumpe med solenergi har den minste spesifikke levert energi 34,7 kWh/m<sup>2</sup>. Løsningene varmpumpe avgir jevn varmt vann til system og har høy virkningsgrad.

Løsningen med elektrisitet og solfangere er enkle. Det kan synke spesifikke levert energi til 76,3 kWh/m<sup>2</sup> uten solceller. Ved hjelp av solceller, kan spesifikke levert energi fortsatt synke til 52,3 kWh/m<sup>2</sup>. Systemet kun trenger el-ovn og solfangere med solceller. Det vil ikke kost mye sammenligning med andre løsninger.

I økonomisk analyse, har løsningen væske/vann varmpumpe, elektrisitet med solenergi minste spesifikke levert energien verdien 34,7 kWh/m<sup>2</sup>. Men denne løsningen har en negativ nåverdi og lang inntjeningsstid 29,4 år. Det betyr at denne løsningen er ulønnsom.

Nåverdiene har større verdiene av to løsningene, som elektrisitet med solfangere og elektrisitet med luft/vann varmpumpe. Inntjeningsstidene er henholdsvis 5,1 og 7,7 år. De to løsningene er lønnsomme. Og Løsningen elektrisitet med solfangere er best.

Tabell 3 Energi beparelse og inntjeningstid etter TEK 17

Energiforsyninger etter TEK 17	Spesifikk levertenergi kWh/m <sup>2</sup>	Nåverdi Kr.	Inntjeningstid År
Lv vp./el.	72.1	206 839	7,7
Vv vp./el.	66.6	92 140	11,5
Lv vp./el./solfangere	62.1	50 870	13,0
Vv vp./el./solfangere	58.6	-71 429	18,1
El./solfangere	76.3	392 984	5,1
Bio./el./solfangere	90.3	123 906	9,7
Lv vp./el./solf./solceller	38.1	-157 927	21,8
Vv vp./el./solf./solceller	34.7	-280 606	29,4
El./solf./solceller	52.3	200 693	11,9
Bio./el./solf./solceller	65.7	-82 610	18,9

Passivhus har strengere krav til klimaskjerm og energiforsyninger. Elektrisk energibruk må ikke over 69,9 kWh/m<sup>2</sup> i simuleringen. Det kan fremdeles velge bioenergi som løsningen til passivhus, og spesifikk levert energien av bioenergi er 47,9 kWh/m<sup>2</sup>. Minste levert energi er fra løsningen varmepumpe, som er på 25,7 kWh/m<sup>2</sup> med 10 % elektrisitet.

I økonomisk analyse, er det fremdeles to løsningene som ble valgt før, som elektrisitet med solfangere og elektrisitet med luft/vann varmepumpe. Den beste løsningen er elektrisitet med solfangere med nåverdien 438 578 kroner og inntjeningstiden 4,6 år, som vist i tabell 4. Denne løsningen er enkel..

Sammenligning med løsningen etter TEK 17, har passivhus mindre oppvarmingsbehov. Ved tettere og isolert klimaskjerm, kan passivhus minske varmetap kraftig. Varmetilskuddet i bygg, for eksempel varme fra personer og utstyr, kan beholde inne og kan levere varme til bygg for egen bruk.

Tabell 4 Energi beparelse og inntjeningstid etter passivhus

Energiforsyninger av passivhus	Spesifikk levertenergi kWh/m <sup>2</sup>	Nåverdi Kr.	Inntjenings-tid År
Lv vp./el.	61,7	266 360	6,6
Vv vp./el.	57,8	140 781	10,1
Lv vp./el./solfangere	52,0	118 045	11,0
Vv vp./el./solfangere	50,9	-18 174	15,7
El./solfangere	68,1	438 578	4,6
Bio./el./solfangere	73,1	204 663	7,7
Lv vp./el./solf./solceller	26,9	-86 571	18,2
Vv vp./el./solf./solceller	25,7	-222 411	24,6
El./solf./solceller	39,9	265 136	10,5
Bio./el./solf./solceller	47,9	426	15,0

Nullenergibygg og plusshus kan oppnå med oppgraderingen på grunnlag av passivhus. Med tettere og godisolert klimaskjerm som passivhus, har boligene nok liten varmetap. Solcellene leverer solstrøm og reduserer netto levertenergi til null eller negative verdier. Ved hjelp av solceller, kan alle løsningene være plusshus og nesten null energibygge. Løsningen væske/vann varmepumpe og luft/vann varmepumpe er



lettere å oppdate til nullenergibygg med 380 m<sup>2</sup> solceller. Løsningene elektrisitet med solfangere benytter 480 m<sup>2</sup> solceller for negativ levert energi. Løsningen bioenergi har største solceller 530 m<sup>2</sup>.

Økonomisk analysen viser at løsningen er ulønnsom når nåverdien er negativ. Det var kun løsningen elektrisitet med solfangere og solceller har positiv nåverdi. Løsningen kan få nåverdien 136 707 kroner og inntjeningstid 19 år.

Tabell 5 Energi beparelse og inntjeningstid som nullenergibygg og plussus

Energiforsyninger av nullenergi- og plussus	Spesifikk levert energi	Nåverdi	Inntjeningstid
	kWh/m <sup>2</sup>	Kr.	År
Lv vp./el./solf./solceller	-0.4	-252 828	24,6
Vv vp./el./solf./solceller	-1.3	-240 364	33,5
El./solf./solceller	-0.3	136 707	19,0
Bio./el./solf./solc	-1.2	-46 992	27,6

## 5. konklusjon

Simuleringen viser at det er mulig å rehabilitere eldre bygg til moderne boligbygg, passivhus og til og med plussus.

To løsningene har store nåverdier etter TEK 17, som solfangere med elektrisitet og luft/vann varmepumpe med elektrisitet. Løsningene har lav investeringer og høy energibesparelser. Nåverdi analysene av to løsninger er positive, og inntjeningstidene er kortere enn levetid. Løsningene elektrisitet med solfangere har høyere nåverdi 392 984 kroner og lavere inntjeningstid 5,1 år. Denne løsningen er best.

Passivhus simuleringen har et likt resultat. De to løsningene er fortsatt god i simuleringer som passivhus. Løsningen elektrisitet og solfangere har den største nåverdien 438 578 kroner og minste inntjeningstiden 4,6 år.

I mulige løsningene som plussus, er det kun løsningen elektrisitet med solfangere og solceller har positiv nåverdi. Inntjeningstiden er 19 år som er mindre enn levetid 20-25 år.

Derfor skal løsningen elektrisitet med solfangere anbefales. Løsningen luft/vann varmepump har god ytelse og kan bli tenkt videre.

## 6. Referanse

[1] Jostein Skree, Jens-Dag Vatndal, 2008, Energibruk i bygg- rammer, krav og muligheter.

[2] SSB, 2018, Bolig, <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/boligstat>

[3] DIBK, 2012, Klimameldingen: Passivhusnivå fra 2015, <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/Klimameldingen-Passivhusniva-fra-2015/>

[4] Geir Thorsnæs, 2019, Nord- Norge, <https://snl.no/Nord-Norge>

[5] Årlige gjennomsnittværet i Narvik, 1985- 2015 Timeanddate, <https://www.timeanddate.no/vaer/norge/narvik/klima>

[6] Jan Asle Olseth, 2016, Ny fornybar energi del 2- solenergi.

[7] DIBK, 2017, Byggeteknikk forskrift (TEK 17). <https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>

[8] Standard Norge, 2013, Kriterier for passivhus og lavenergibygninger. Boligbygninger (NS 3700: 2013)

[9] Stein Anda, Anne Sofie H.Bjelland (2013) Fra passivhus til plusshus