

**Energibudsjett for fritidsbolig bygd etter norsk
passivhusstandard -
Hvordan redusere bidraget til effekttopper i
strømnettet**

**Energy budget for cabins built according to Norwegian
passive house standards -
How to reduce contribution to effect peaks on the power
grid**

Trondheim, Mai 2019

Aleksander S. Brekke
Banzragch Jargalsaikhan

Intern veileder:
Laurina C. Felius,
NTNU

Ekstern kontakt:
Tina Lihaug Selbæk,
Nasjonalparken Næringshage

Prosjektnr: 34 - 2019

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

Målet med oppgaven er å undersøke om fritidsboliger bygd etter norsk passivhuskrav kan dekke egne krav til energibehov kun ved hjelp av fornybar energi. Hvilke kostnader kan man påberegne ved å bygge etter norsk passivhuskrav sammenlignet med tradisjonelle byggemåter, og hvilke tiltak må innføres for at en fritidsbolig skal være selvforsynt med fornybar energi, både når det gjelder byggutførelse og energiforsyning.

Fritidsboliger i Oppdal Kommune har en årlig bruksperiode på 60 dager, og det vil derfor være lengre perioder hvor bygg har lavere energibehov, enn ved i bruk. Vil fritidsboliger som er i stand til å dekke egne energikrav kunne føre strøm tilbake på strømmettet i perioder utenfor bruk?

Foreligger det nok kompetanse blant norske utbyggere innen passivhusbygg? Settes det andre krav til bruk av materialer og komponenter, ved bygging av fritidsboliger bygd etter norsk passivhuskrav? Og vil dette føre til større kostnader enn tradisjonell utbygging? Kan man med god kostandsberegning, og riktig utførelse, produsere et konkurransedyktig prosjekt i et konkurransedrevet marked?

For å kunne evaluere gjennomførbarhetsgraden av prosjektet må det utføres simulering av-, og gjøres energiregnskap på forskjellige bygningskomponenter som vegg, tak, golv og fundament. U-verdi og normaliserte kuldebroverdier må kalkuleres for de aktuelle bygningskomponente samt ved innsetting av vinduer og dører. Nødvendige beregninger for å etterkomme krav til oppføring av passivhus, som lekkasjetall, SFP-faktor og solskjerming, vil også måtte gjøres etter NS3700:2013 og TEK17.

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet i forbindelse med avsluttende byggingeniørutdanning ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet (NTNU), Trondheim. Oppgaven utgjør 100 prosent av den totale karakteren og emnet gir 20 studiepoeng.

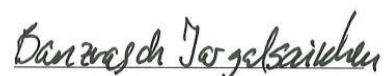
Oppgaven er skrevet av Aleksander S. Brekke og Banzragch Jargalsaikhan.

Vi ønsker å rette en stor takk til intern veileder ved NTNU, Laurina C. Felius for gode innspill og tilbakemeldinger. Videre vil vi takke ekstern veileder Tina Lihaug Selbæk i Nasjonalparken Næringshage for

Trondheim, 29.mai 2019



Aleksander S. Brekke



Banzragch Jargalsaikhan

Sammendrag

Å utføre fritidsboliger etter passivhuskrav gir en stor gevinst hva gjelder reduksjon av årlig netto energibehov. Reduksjonen i behov for oppvarming tillater å benytte egenprodusert energi til større virkning, enn fritidsboliger utformet etter vanlig og byggestandard. Lokal lagring av energi viser seg å være en av, om ikke den beste måten å redusere effekttopper i strømmettet, skapt av fritidsboliger. Innenfor studiens rammer kan selvprodusert energi fra solcellepanel på tak redusere det årlige netto behovet for levert energi med opptil 33 prosent.

Ved hjelp av energibudsjettering og simulering kan man i tidlig fase se på og evaluere hvor i tidsperioden energibehovet er størst, for så å effektivt kunne gjøre tiltak for reduksjon.

Thesis

Building cabins according to Norwegian passive house requirements, yields a large gain in terms of reducing annual net energy needs. The reduction in the need for heating allows the use of self-produced energy to greater effect, than cabins designed according to regular building standards. Local energy storage proves to be one of, if not the best, ways to reduce power peaks in the electricity grid, created by holiday homes. Within the framework of the study, self-produced energy from roof mounted solar panels can reduce the annual net demand for delivered energy by up to 33 percent.

By means of energy budgeting and simulation, one can in the early phase evaluate where in the time period the energy demand is greatest, so that one can effectively make measures for reduction.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn for oppgaven.....	1
1.2	Studiens formål og omfang	2
2	Teori.....	3
2.1	Plusskunde	3
2.2	Energiforsyninger	4
2.2.1	Solenergi	4
2.2.2	Varmepumper.....	6
2.2.3	Varmegjenvinning fra gråvann	7
2.2.4	Varmestyring.....	7
3	Innovasjon.....	8
3.1	Batteri.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Forbruksprofil	8
4	Metode	9
4.1	Rammesetting	9
4.1.1	Rammer for beregninger etter kriterier for passivhus og lavenergibygninger	10
4.1.2	Rammer for simulering gjort i SIMIEN.....	11
4.2	Beregning av energibehov for tenkt fritidsbolig etter passivhuskrav	13
4.2.1	Beregning av netto årlig energibehov for tenkt fritidsbolig.....	13
4.2.2	Reduksjonsfaktorer og sparetiltak.....	16
4.2.3	Beregninger forutsatt 100% bruksandel av fritidsbolig etter NS 3700:2013	17
4.2.4	Beregninger forutsatt 60 dagers bruk av fritidsbolig etter NS 3700:2013	18
4.3	Simulering av passivhuskrav, energibehov og selvprodusert energi i SIMIEN.....	19
5	Resultater	21
5.1	Resultat av beregning av netto årlig energibehov forutsatt 100% bruksandel	21
5.2	Resultat av beregning av netto årlig energibehov forutsatt 60 dagers bruksandel	25
5.3	Resultat av simulering.....	27
5.3.1	Simulert energibudsjett av passivhus og årssimulering	27

5.3.2	Simulert levert energi for passivhus og årssimulering	29
6	Diskusjon og analyse	31
6.1	Energibehov	31
6.2	Levert energi, energiforsyning og produksjon av egen energi.....	32
7	Konklusjon.....	33

Liste over figurer

Figur 1: Fra venstre: Fordeling av strømforbruk i Norge 2016, fordeling av strømforbruk i husholdninger og jordbruk i Norge 2016 (3).	1
Figur 2: Strømforbruk fordelt på hytter og fritidshus, jordbruk, skogbruk, fiske, driv- og veksthus fra 1993 til 2016 (3).	1
Figur 3 Forholdet mellom SCOP og energisparing	6
Figur 4: Forskjøvet forbruksmønster ved bruk av husholdningsbatterier (16).	8
Figur 5: Prosentvis årlig fordeling av energi til oppvarming	15
Figur 6: Illustrert timesfordeling av energibehov til belysning og oppvarming av varmtvann, etter SN/TS 3031:2016 (8).	17
Figur 7: Timesfordeling av energiforbruk til oppvarming, etter vintersimulering i SIMIEN - 20 dagers forløp fra 1. januar.	18
Figur 8: Formålsdelt andel av levert energi ved 365 bruksdøgn.....	23
Figur 9: Fordeling av beregnet årlig netto energibehov etter måned.	24
Figur 10: Sammenligning av energibehov i , og utenfor bruk, ved 60 bruksdøgn.....	26
Figur 11: Formålsdelt andel av levert energi ved 60 bruksdøgn.....	26
Figur 12: Simulert energiproduksjon fra solcelle tak og vegg 15. juli 2019.....	30

Liste over tabeller

Tabell 1 Solinnstråling og forventet produsert solenergi i fem Norske byer. (5)	4
Tabell 2: Dokumentasjon av sentrale inndata for simulering i SIMIEN.....	12
Tabell 3: Varmetapsbudsjett for simulering av passivhuskrav i SIMIEN.	12
Tabell 4: Klimadata for Trondheim etter inndata SIMIEN.....	12
Tabell 5: Normert spesifikt årlig energibehov til varmtvann etter SN/TS 3031:2016(21).	14
Tabell 6: Normert inndata for varmtvann, belysning, teknisk utstyr og personer, for småhus (21).	14
Tabell 7: Normert inndata for varmtvann, belysning, teknisk utstyr og personer, for småhus; utenfor brukstid (21).....	14
Tabell 8: Beregning av varmegjenvinning fra gråvann fra SN/TS 3031:2016, tillegg G (15).....	16
Tabell 9: Andel av energibehov per time som forutsettes tilført sonen som varme fra SN/TS 3031:2016, tabell A.7 (15).....	16
Tabell 10: Eksempel på beregning av spesifikt energibehov for en vilkårlig dag i januar.	17
Tabell 11: Reduksjonsfaktor og andel energi tilført som varme.....	18
Tabell 12: Beregnet verdi etter reduksjonsfaktor og andel tilført som varme for ett døgn.	18
Tabell 13: Beregnet netto årlig energibehov ved 100% bruksandel.	21
Tabell 14: Beregning av formålsdelt årlig netto energibehov.....	22
Tabell 15: Beregnet netto årlig levert energi ved 100% bruksandel.	22
Tabell 16: kontroll av andel tilført elektrisk energi.	23
Tabell 17: Beregnet årlig fordeling av spesifikt levert energi ved 100% bruksandel.	23
Tabell 18: Beregnet netto årlig energibehov for tenkt fritidsbolig ved 60 bruksdøgn i året.	25
Tabell 19: Beregnet netto årlig levert energi for tenkt fritidsbolig ved 60 bruksdøgn i året.....	25
Tabell 20: Simulert energibudsjett ved simulering av passivhus, årssimulering av konfigurasjon 1 og årssimulering av konfigurasjon 2.....	27
Tabell 21: Formålsdelt årlig energibudsjett.	27
Tabell 22: Simulert månedlig netto energibehov uavhengig konfigurasjon	28
Tabell 23: Simulert levert energi for simulering av passivhus, årssimulering konfigurasjon 1 og årssimulering konfigurasjon 2.....	29
Tabell 24: Simulert energibehov og energiproduksjon - Årssimulering konfigurasjon 2.....	29
Tabell 25: Beregnet og simulert årlig netto energibehov	31

Akronymer og forkortelser

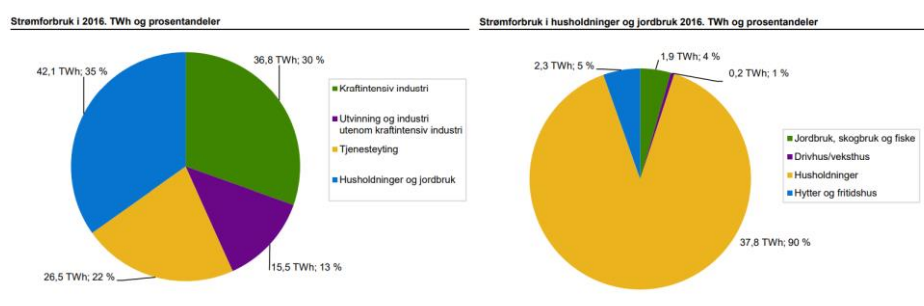
BRA	Bruksareal
A_{fl}	Oppvarmet del av BRA
$E_{del,el}$	Energi fra årlig levert elektrisitet
$E_{del,oil}$	Energi fra årlig levert fossil olje
$E_{del,gas}$	Energi fra årlig levert fossil gass
E_{oppv}	Krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming
E_t	Totalt årlig netto energibehov
θ_{ym}	Årsmiddeltemperatur
ψ''	Normalisert kuldebroverdi
U	Varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi)
$H''_{tr,inf}$	Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap
$Q_{W,nd}$	Energibehov for varmt tappevann
Q_{EX-DWH}	Gjenvunnet varme av varmtvannsbehovet
Q_{DHW}	Varmtvannsbehovet i tidssteget
η_{flow}	Momentan virkningsgrad ved balansert flow (varmtvann og kaldtvann)
K_t	Faktor for tilkoblingsvarianter fra gjenvinner til varmtvannssystemet
K_S	Faktor for ikke-ideelt tappemønster
K_a	Faktor for andel dusjer som går til gjenvinner
$V2G$	Vehicle to grid

1 Innledning

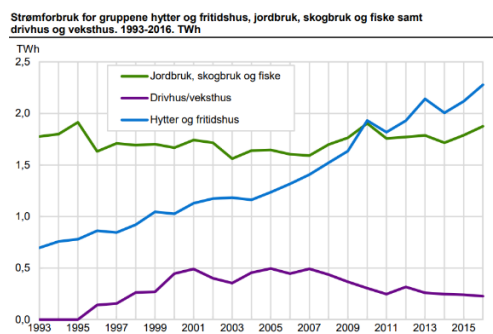
1.1 Bakgrunn for oppgaven

Norske hytter og fritidsboliger blir stadig større, og per 01. januar 2019 var mer enn 10% av Norges eksisterende bygningsmasser hytter og fritidshus, målt i antall oppførte bygg (1). I følge Statistisk Sentralbyrå (SSB), ble det i 2019 oppført 6159 nye fritidsboliger, med et gjennomsnittlig bruksareal (BRA) på 96,0 m² (2). Fra Figur 1 kan man se at husholdninger og jordbruk utgjorde 35% av det totale strømforbruket, målt i TWh, i 2016. Strømforbruket i hytter og fritidshus har en økende trend, sammenlignet med annet strømforbruk i husholdning og jordbruk.

Figur 1: Fra venstre: Fordeling av strømforbruk i Norge 2016, fordeling av strømforbruk i husholdninger og jordbruk i Norge 2016 (3).



Figur 2: Strømforbruk fordelt på hytter og fritidshus, jordbruk, skogbruk, fiske, driv- og veksthus fra 1993 til 2016 (3)



Oppgaven tar utgangspunkt i prosjektoppgaven «Analyse av bærekraftige energiforsyningsløsninger for hyttekonseptet *Seterhytta* i Grønn fjellhageby-prosjektet», skrevet av Julie Gade Gørbitz, i samarbeid med Nasjonalparken Næringshage. Prosjektoppgaven til Gørbitz, omhandler i grove trekk, miljøpåvirkning og belastning på infrastruktur i hytteområder, med et fokus på bærekraftig energiforsyning og begrensning av hyttenes medvirkning til effekttopper i strømmettet. Gørbitz benytter livsløpsvurdering (LCA) i programvaren SimaPro til å evaluere og analysere forskjellige energiforsyningsløsninger ut ifra miljø- og økonomisk aspekt (1). Det ønskes å videreføre arbeidet gjort av Gørbitz ved hjelp av energibehovsberegninger og simulering. Denne studien vil også ha et fokus på reduksjon av påvirkning til effekttopper, med større vekt på energibehovsanalyse og potensiell lagring av selvprodusert energi.

1.2 Studiens formål og omfang

Hovedformålet med denne studien er å kartlegge energibehov for en tenkt fritidsbolig bygd etter norsk passivhuskrav. Energiforbruket vil estimeres både gjennom beregninger gjort etter standarder og relevante tillegg, så vel som gjennom simulering i programvaren SIMIEN. Gjennom dette formålet, ønsker studentene å få et innblikk i utførelse av bærekraftige bygg, nærmere bestemt bygg etter norsk passivhuskrav. Bakgrunnen for studien baseres på hyttebruk i Oppdal Kommune, hvor det er en gjennomsnittlig bruksandel på 60 bruksdøgn i året. På bakgrunn av bruksandelen er det ønskelig å gjøre beregninger både for 60 dagers- og 365 dagers bruk. Fritidsboligens geografisk plassering blir benyttet som et utgangspunkt i beregning av energibehov, mens standardisert geografisk inndata blir benyttet i simulering av fritidsboligens energibehov.

For å kunne evaluere gjennomførbarhetsgraden av prosjektet må det settes begrensninger i hva som angår det økonomiske aspektet ved tilføring av forskjellige energibesparende tiltak og energiforsyningsløsninger. Energiforsyninger som vannkraft, vindkraft og bioenergi er mindre egnet på grunn av topografiske utfordringer og audiovisuell forurensning, og dermed ikke vurdert.

Miljøpåvirkning og livsløpsanalyse vil heller ikke tas i betraktning, da det er ønskelig å se resultatene uavhengig de overnevnte faktorene. Ved å ekskludere kostnader og miljøpåvirkning, kan resultat observeres upåvirket av disse faktorene.

Med disse begrensningene tatt i betraktning, er studiens ønskede fokusfelt som følger:

- Energebudsjett for fritidsboliger bygd etter norsk passivhusstandard – Hvordan redusere bidraget til effekttopper i strømmettet?

Det er i tillegg ønskelig å få svar på en sekundær problemstilling:

- Hvordan vil lagring av selvprodusert energi føre til endring i strømforbruksprofil?

2 Teori

2.1 Plusskunde

Betegnelsen for en plusskunde er en kunde som produserer egen strøm og selger/leverer de eventuelle overskudd av produksjonen inn på strømmettet. NVE har utarbeidet følgende definisjon av plusskunder fra 1. januar 2017: *«Sluttbruker med forbruk og produksjon bak tilknytningspunkt, hvor innmatet effekt i tilknytningspunktet ikke på noe tidspunkt overstiger 100 kW. En plusskunde kan ikke ha konsesjonspliktig anlegg bak eget tilknytningspunkt eller omsetning bak tilknytningspunktet som krever omsetningskonsesjon.»*(3) Dersom innmatet effekt er høyere enn 100 kW gjelder andre regler.

Plusskunden må ha eller finne kraftleverandør som villig til å kjøpe kraften som blir produsert, fordi en kraftleverandør må håndtere både forbruk og produksjon for plusskunden. Avtalen kan variere fra selskap til selskap mens pris på strømmen kan variere med strømmarkedet.

2.2 Energiforsyninger

2.2.1 Solenergi

«På en indirekte måte er lyset og varmen fra sola opphavet til mesteparten av de primære energikildene som finnes på Jorden» (4)

Solenergi er en gratis, miljø- og klimavennlig lys og varmestråler fra sola. Energien er relativt jevnt fordelt mellom alle land. Energien som treffer jorden er om lag 15 000 ganger større enn hele verdens årlige energiforbruk.(5) Derfor kan solenergi utnyttes og bli den viktigste fornybare energikilden i fremtiden.

Solinnstråling i Norge varierer mellom 600-1000kWh/m²*per år, fra nord til øst. Innstråling i Trondheim ligg på ca. 800kWh/m²*år, siden Oppdal ligger nærme mot Trondheim(5), antar vi innstrålingen ligg på ca. samme nivå. Solinnstråling og forventet produsert energi avhengig av teknologi og helningsvinkel for 5 byer i Norge er vist i tabellen under. (4)

Tabell 1 Solinnstråling og forventet produsert solenergi i fem Norske byer. (5)

Sted	Solinnstråling mot horisontalplanet [kWh/m ² *år]	Produsert energi – solceller [kWh/m ² *år]		Produsert energi – solfanger [kWh/m ² *år]	
		Skråvinkel ca 30°	90° vinkel	Skråvinkel ca 30°	90° vinkel
Oslo	875	140	110	450	315
Kristiansand	965	150	115	500	350
Bergen	790	110	80	390	273
Trondheim	800	130	100	400	280
Tromsø	700	110	80	350	245

Potensialet for solenergi

Solenergi kan utnyttes både til å produsere elektrisitet og varme. En solcelle (Photovoltaic - PV) eller stort solcelleanlegg omdanner solenergi til elektrisitet, mens solfangere kan omforme solenergien til varme. Disse produktene er viktig bidragsyttere for å oppnå god energibesparelser. Solenergisystemer, både solceller og solfangere, slipper ut CO₂ i løper av driftsårene. Selv om indirekte utslipp av CO₂ skjer under faser av livssyklusen, er disse betydelig mye mindre enn fossil energiproduksjon.

Systemene kan integreres med bygningsfasadene eller bygges på taket, noe som fører til små natur inngrep(4, 5).

Sol-elektrisitet:

Solcellepanel er en elektronisk enhet med lysfølsomme halvledere som konverterer solenergi til elektrisk energi ved hjelp av fotovoltaisk effekt. Solcellene som mest brukes i dag er laget av monokrystallinske silisiumsolceller og multikrystallinske flere krystallkorn solceller.

Monokrystallinsk solcelle har høyere effektivitet enn multikrystallinske, men den er dyrere.

Silisium er nest mest vanlig grunnstoffet i jordskorpen, men energikrevende å fremstille. Samtidig er slik at det normalt tar mindre enn to år før solcellene har produsert like mye energi som de trengte i produksjonen, avhengig av anleggsytelse og produksjonssted av solceller. (6)

Silisiumsolcellene har virkningsgrad mellom 15 til 20 prosent i praksis, mens den teoretiske effektiviteten ligger opp mot 30%. Virkningsgraden er ikke bare avhengig av materialer, temperaturen har noe å si. Norge er i et kaldt klimasone, og det er positivt for energiproduksjon for solcelleanlegg. Effektiviteten øker når omgivelsestemperaturen synker. Det medfører høy produksjon om vår og høsten, om temperaturen for lavt eller høgt vil den ikke fungere optimalt. (5)

Et solcelleanlegg produserer 90-170 kWh/m² avhengig av hvor i landet solcelleanlegget er, systemløsningen og effektiviteten på anlegget vil utgjøre

Sol-varme:

Solenergi brukt til oppvarming av rom og/eller tappevann kan deles inn i passive og aktive løsninger.

Passiv solenergi er direkte romoppvarmingsmetode ved at solstråler slipper inn gjennom vinduer, og absorberes i gulv, vegger og interiør. Dette bidrar med ca ti prosent av oppvarmingsbehovet i bygninger. Bidraget kan økes med rett arkitektonisk utforming, valg av energieffektive bygningsmaterialer og komponenter. (4)

Aktiv utnyttelse av solvarme krever et anlegg som fanger varmen (solfanger) fra sola og transporterer den videre til egnet sted slik at den kan brukes til oppvarming av rom eller tappevann.

Et solfangeranlegg består av gjennomsiktig lokk (glass eller pleksiglass), absorbatoren, rørføring, varme lager (akkumulatortank) og styringssystem med pumpe. (7) Det finnes to typer solfangersystem, trykksatte og trykkløse systemer. I de trykksatte systemene finnes de to forskjellige typer også, flate (plane) og vakuumsolfanger. I de trykksatte systemene er det blanding av vann og glykol, for å forhindre vannet fryser, slik at det kan være væske i systemet hele året. I de trykkløse systemene er det rent vann, og har automatisk drenering om det blir nødvendig når temperaturen blir for høy (damp) eller lav (frost). Solfanger har en utnyttelse energi grad på 400-450 kWh årlig per m². (7)

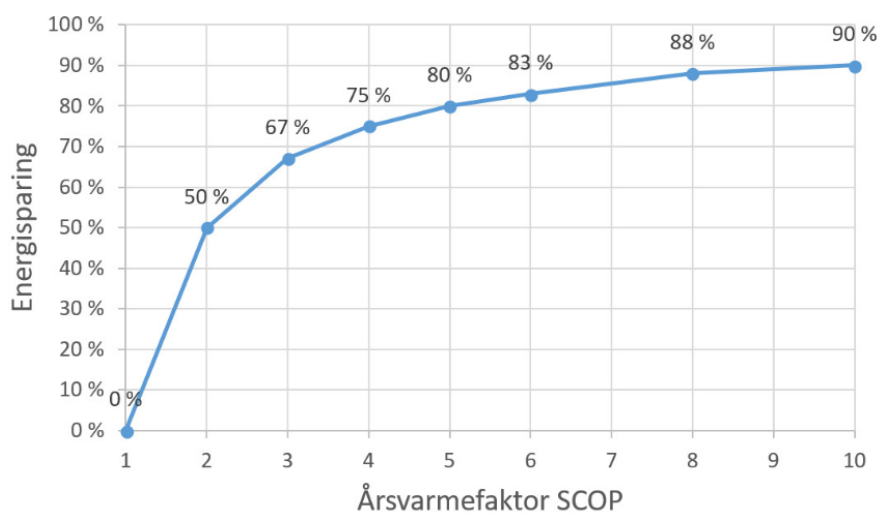
2.2.2 Varmepumper

Varmepumpen var beregnet for kjøling å begynne med, men i 1940 ble det gjort forbedring i teknologien slik at den fungerte som varmpumpe. De første varmpumpene i Norge ble installert 70-tallet. Varmepumper er et effektivt og klimavennlig alternativt produkt for oppvarmingssystemer som er basert seg på ren elektrisitet eller fossilt energianlegg. Elektrisk energi og olje representerer såkalte høyverdige energiformer som mange mener ikke burde anvendes i så stor grad til rene oppvarmingsformål. Varmepumpen er et alternativt slikt oppvarmingssystem. (8)

Varmepumpene utnytter den energien som finnes gratis i luft, jord, berge eller vann, med hjelp av elektrisitet. Varmepumpene i dag regnes som miljøvennlig produkt, fordi den klarer å levere fra seg opptil to til tre ganger så mye energi enn den forbruker. De fleste varmpumpene kan distribuere kjølig luft også om det er behov for det, dermed er varmpumpen et svært fleksibelt apparat for innnetemperaturen i en bygning.

De fleste varmpumpene har en årsvarmefaktor (SCOP) mellom 2 til 4, den uttrykker hvor mye varmeenergi anlegget leverer i forhold til hvor mye elektrisk energi det bruker i løpet av et år.(9)

Figur 3 Forholdet mellom SCOP og energisparing



Det finnes mange forskjellige typer av varmpumpe, men det mest vanlige er luft til luft og luft/vann varmpumpesystemer siden de er veldig effektive, kostnadsvennlig og enkel å montere.

Luft til luft:

Systemet som er mest vanlig i Norge. De fleste varmepumpene kan hente ut varme/- energi fra uteluften helt ned mot -25°C . Ved bruken av luft- til luft varmepumpe kan en dekke opptil 60 prosent av det totale oppvarmingsbehovet, med forutsetninger som åpen romløsninger.

Luft/luft varmepumpen har den store fordelen, siden uteluft er tilgjengelig overalt og gratis. L-L varmepumpene sørger for jevn varme og filtrer vekk støv og partikler som fører til bedre inneklime. Nyere modeller leveres ofte med innebygget WiFi, og kan styres med smartenhet eller smarthusssystem. (10)

Luft-til-vann:

Varmepumpen henter energi fra uteluft og kan varme opp vann til radiatorer, vannbåren gulvvarme eller til å forvarme tappevannet. Med denne typen varmepumpe kan en spare opptil 70 prosent energi til oppvarming. I tillegg til å kutte kostnader, vil en luft til vann varmepumpe gi et godt inneklime med jevn varme i hele boligen.(11)

2.2.3 Varmegjenvinning fra gråvann

Mye av vannet som vi bruker går direkte til spille, spesielt avløpsvann. Rundt 80 prosent eller mer av oppvarmede vannet renner ut igjen.(12)

Vann som har brukt til oppvask, klesvask og dusjing kalles gjerne gråvann, og dette vannet kan brukes til forvarme kaldtvann slik at en sparer energi på oppvarming av vann. Dette energitiltaket er rimelig og enkel å montere, og egner seg for alle boligtyper. Teknologien er en fornybar og smartenergiløsning som er ganske ny på markedet.(13) Varmegjenvinning av gråvann kan redusere energien som brukes til oppvarming av vann med 15 til 40 prosent. (13)

2.2.4 Varmestyring

En av enkleste energi sparingstiltak er å installere smartstyring, som kan regulere alt fra husets temperatur, ventilasjon, lys og andre apparater. Teknologien har kommet såpass langt at en kan styre alt i huset ved hjelp av mobilen i lomma, med et tastetrykk kan en regulere temperaturen til komfortsone slik man ønsker. Ved hjelp noen av de mer avanserte smartstyringssystemer kan en spare opptil 20 prosent av det totale energibehovet.(14)

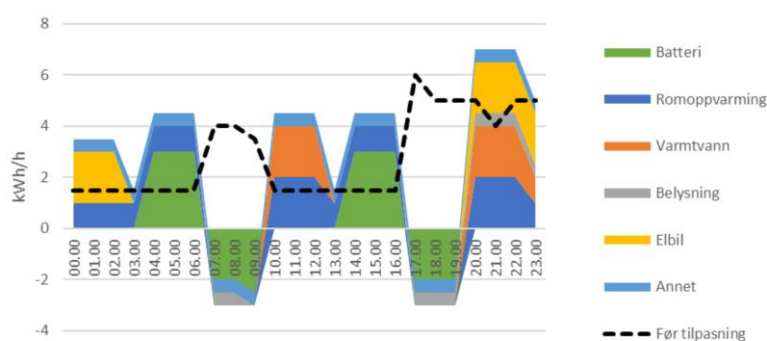
3 Innovasjon

3.1 Forbruksprofil

I et høringsdokument om forslag til endring i forskrift om kontroll av nettvirksomheten, utgitt av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) påpekes det at effektuttaket i Norge øker ved en hyppigere rate enn energiforbruket. Årsaken til de forskjellige vekstratene begrunnes ved befolkningsvekst og at bruk av energieffektive apparater ofte har et høyt effektuttak. Problemet oppstår når disse apparatene har like forbruksmønstre, som gjør at nettselskapene må utvide deres nettkapasitet. Nettselskapenes utbygging av strømmettet vil dermed gjenspeiles i at forbruker må forvente økt nettleie. NVE mener derfor at en mulig løsning vil være utbygging av strømmnett i forkant av forbruksutviklingen, og i tillegg pålegge forbrukere effekttariffer avhengig av hvor mye strøm (kWh/h) kunden forbruker (15).

Som et svar på høringsrapporten, har Nelfo, en landsforening i Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO), gitt ut en rapport ved navn «Effekteffektivisering i husholdningene – et alternativ til nettinvestering», hvor de påpeker at en økt utnyttelse av dagens overføringsnett vil redusere belastning av effektforbruket, og at strømmettet, spesifikt overføringsnett, har tilstrekkelig kapasitet, selv tatt i betraktning en økning i effektbehov fra fullelektrifisering av bensin- og dieselkjøretøy, så vel som det stigende effektbehovet fra befolkningsvekst. Nelfos rapport trekker frem lokale lagringsløsninger som husholdningsbatterier eller el-biler som kilde for å føre strøm tilbake til nettet i perioder med generell stor belastning på strømmettet. Forskyvning av «uprioritert forbruk», som i rapporten omtales som «forbruk som kan flyttes i tid, uten at det går på bekostning av husholdningens opplevde nytte eller komfort» (16).

Figur 4: Forskjøvet forbruksmønster ved bruk av husholdningsbatterier (16).



På **Error! Reference source not found.** vises det at ved hjelp av endring av forbruksprofil og lokale strømlagringsløsninger kan en boenhet redusere forbruk med 75 prosent mellom kl. 07.00 og 09.00, og en reduksjon på 86 prosent mellom kl. 17.00 og 19.00. I rapporten kommer det også frem at hvis det foreligger incentiv til å føre strøm tilbake på nettet, kan forbruket mellom kl. 17.00 og 19.00 reduseres med ytterligere 44 prosent. (16)

4 Metode

4.1 Rammesetting

Boenheten skal etterkomme krav som stilles NS 3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger for boligbygninger, hvor det i denne studien legges vekt på passivhuskrav, med et ønsket fokus på energibehovsanalyse. Standarden omfatter forskjellige retningslinjer og krav for at boligbygninger skal kunne defineres som et passivhus eller lavenergibygning.

I et utdrag fra NS 3700:2013 beskrives det som følger:

Standarden omfatter definisjoner, krav til varmetap, oppvarmingsbehov, og energiforsyning samt minstekrav til enkelte bygningskomponenter. Standarden gir også krav til lekkasjetall, prøvingsprosedyrer, målemetoder og rapportering av energiytelsen ved ferdigstillelse av boligbygninger.

Standarden angir tre nivåer av energieffektive boligbygninger:

- Passivhus;
- Lavenergibygningsklasse 1;
- Lavenergibygningsklasse 2.

Kravene i standarden gjelder for hele bygninger, men kriteriene kan også benyttes til å projekte deler av, slik som en del av en flerfunksjonsbygning.

Standarden gjelder både for nye boligbygninger og oppgradering av eksisterende boligbygninger til lavenergi- eller passivhusstandard.

Standarden kan brukes til å

- Vurdere om bygningen tilfredsstiller kravene til passivhus og lavenergibygninger;
- Stille krav til produkter og bygningselementer som benyttes i passivhus og lavenergibygninger;
- Stille utførelseskrav til bygningstekniske arbeider som passivhus og lavenergibygninger.

Standarden bygger på energibehovsberegninger etter NS 3031. (17)

Da det er ønskelig å se på en boenhet som kan generaliseres etter gjennomsnittlig størrelse på en fritidsbolig i Norge, og ikke etter et spesifikt realisert byggeprosjekt, må det gjøres antakelser angående hva gjelder byggteknisk utforming og løsning.

For studiets formål er det gitt at boenheten etterkommer krav som er satt i byggteknisk forskrift (TEK 17), så vel som krav som settes til at fritidsboligen kan defineres som et passivhus. (18)

4.1.1 Rammer for beregninger etter kriterier for passivhus og lavenergibygninger

Energibehovsanalysen vil basere seg på en tenkt fritidsbolig med $96,0m^2$ BRA utformet etter norske passivhuskrav (Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger, NS 3700:2013) ved hjelp av NS 3031:2014 Beregning av boligens energiytelse – Metode og data. Beregninger vil baseres på geografisk plassering i Oppdal, hvor det fra april 2018 til april 2019 registrert årsmiddeltemperatur $\theta_{ym} = 2,5^{\circ}\text{C}$ (19).

- Antar at tabulerte årsverdier for energiforbruk kan deles på tidsenhet for å finne gjennomsnittlig forbruk per tidsenhet
- Antar at det ikke vil bli benyttet energi til oppvarming i perioden mai til august
- Antar at energibehovet til teknisk utstyr, belysning, oppvarming og varmtvann reduseres med 90% i perioder utenfor bruk.
- Antar at daglig timesfordelt oppvarming følger fordeling illustrert i Figur 7
- Antar at A_{fl} er $85m^2$, og at varmemotstanden til uoppvarmet rom er tilfredsstillende god nok til å oppfylle minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall
- Varmetransmisjonstap fra oppvarmet- til uoppvarmet sone i fritidsboligen er tilnærmet lik null.
- Antar at antall bruksdøgn kan benyttes som en multiplikasjonsfaktor (antall bruksdøgn/365) ved beregning av månedlig og årlig netto energibehov, og at bruksdøgn fordeles jevnt over hver måned.

Beregninger etter NS 3700:2013, NS 3031:2014 og SN/TS 3031:2016 vil bli gjort for følgende bruksandel for fritidsboligen:

- Beregning av årlig netto energibehov ved 100% bruksandel – 365 dager
- Beregning av årlig netto energibehov ved $\approx 16,4\%$ bruksandel – 60 dager

4.1.2 Rammer for simulering gjort i SIMIEN

Datasimuleringsprogrammet SIMIEN er for beregning av energibruk og vurdering av inneklime i bygninger. Simuleringsverktøyet benyttes blant annet til evaluering mot byggeteknisk forskrift (TEK07, TEK10 og TEK17), evaluering mot lavenergibygninger og passivhuskriterier, energimerking, simulering av halv og helårs energibehov, validering av inneklime, dimensjonering av oppvarming og ventilasjonsanlegg (20).

Det er ønskelig å ha en generalisert tilnærming av den tenkte fritidsboligen, for å lett kunne gjenskape resultatene av simulering ved senere anledning. Den tenkte fritidsboligen vil ha en rektangulær form med sørvendt langvegg, noe som resulterer i stort takareal i sørvendt retning, egnet for både solcellepanel og solfanger. De største vindusflatene vil også være på den sørvendte veggen for mest mulig soloppvarming i vinterstid. Det vil trolig kunne oppstå problematikk rundt kjølebehov i sommerstid, men det tenkes løst gjennom naturlig ventilasjon og solskjerming.

Verdier og inndata som blir benyttet i simuleringen er i hovedsak hentet fra tabulerte minstekrav etter NS 3700:2013 (18). Der minstekrav ikke oppfylles, blir inndata justert marginalt for oppnåelse av passivhuskrav. Eksempelvis ved oppnåelse hvor høyeste tillatte varmetapstall for transmisjon- og infiltrasjonstap skal være lavere enn $0,53 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ikke blir oppfylt med mindre U-verdi for golv på grunn justeres fra $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ til $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Simuleringen gjort i SIMIEN er forutsatt at alle krav er teoretisk gjennomførbare og at minstekrav er oppfylt der de kreves oppfylt. I tillegg til krav og tabulerte verdier vil simuleringen benytte seg av inndata generert av studentene for å ha et simuleringsgrunnlag hva angår de fysiske målene på fritidsboligen, der mål er antatt og tilnærmet for et bruksareal på 95 m^2 .

Minstekrav som skal oppnås ved simulering av passivhus etter NS 3700:2013 i tenkt fritidsbolig:

• Høyeste varmetapstall for transmisjon- og infiltrasjonstap	0,53	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
• Høyeste U-verdi for vindu og dør	0,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
• Høyeste normaliserte kuldebroverdi	0,03	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
• Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming	35,59	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$
• Høyeste SFP-faktor for ventilasjonsanlegg	1,5	$\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
• Høyeste lekkasjetall ved 50 Pascal	0,60	h^{-1}
• Minste årsgjennomsnittlige temp.virkningsgrad for varmegjenvinner	80	%

Fysiske mål som har blitt benyttet i simulering av tenkt fritidsbolig i SIMIEN fremkommer i Tabell 2, mens dokumentasjon av varmetapstall fremkommer i Tabell 3. Verdier for energiforsyning, selvprodusert energi (der det benyttes), ventilasjon, internlast og oppvarming for hvert simuleringsscenario kan finnes i vedlegg C til I.

Tabell 2: Dokumentasjon av sentrale inndata for simulering i SIMIEN

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	111	
Areal tak [m ²]:	130	
Areal gulv [m ²]:	96	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	12	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	85	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	306	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,07	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	14,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	57	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

Tabell 3: Varmetapsbudsjett for simulering av passivhuskrav i SIMIEN.

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,12
Varmetapstall tak	0,12
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,08
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,11
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,52
Krav varmetapstall	0,53

Det bør også merkes at ved evaluering mot byggforskrifter og energimerking, vil SIMIEN alltid benytte seg av klimadata for Oslo, så det vil foreligge en misvisning når det kommer til oppvarmings-spesifikke verdier. Det vil bli diskutert ytterligere i kapittel 6. Ved andre simuleringer er Trondheim valgt som klimasted med verdier vist i Tabell 4. Detaljert oversikt over sentrale inndata for simulering kan finnes i vedlegg H.

Tabell 4: Klimadata for Trondheim etter inndata SIMIEN

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

4.2 Beregning av energibehov for tenkt fritidsbolig etter passivhuskrav

4.2.1 Beregning av netto årlig energibehov for tenkt fritidsbolig

Med utgangspunkt i antakelser gjort i delkapittel 4.1.1, kan et totalt årlig netto energibehov beregnes etter formler gitt i NS 3700:2013, NS 3031:2014 og SN/TS 3031:2016. For boligbygninger der oppvarmet del av BRA er mindre enn $250m^2$, og årsmiddeltemperatur er mindre $6,3^{\circ}C$ kan Formel 1 benyttes for å finne krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming. Da den tenkte fritidsboligen har et bruksareal på $96m^2$ og befinner seg i et område hvor årsmiddeltemperaturen er under $6,3^{\circ}C$ vil E_{oppv} bli benyttet som teoretisk verdi for årlig oppvarmingsbehov i videre beregninger. E_{oppv} representerer krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming, målt i $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$, A_{fl} er oppvarmet del av BRA i m^2 , og θ_{ym} er årsmiddeltemperatur i Oppdal i $^{\circ}C$ (18).

Formel 1: Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming etter NS 3700:2013

$$E_{oppv} = 15 + 5,4 \times \frac{(250 - A_{fl})}{100} + \left(2,1 + 0,59 \times \frac{(250 - A_{fl})}{100} \right) \times (6,3 - \theta_{ym})$$

Det stilles også krav til at varmesystemet i vesentlig grad kan benytte andre energivarer enn elektrisitet og fossile brensler. Beregnet mengde levert elektrisk og fossil energi skal være mindre enn totalt netto energibehov fratrukket 50% av netto energibehov til varmtvann. $E_{del,el}$, $E_{del,oil}$ og $E_{del,gas}$ er årlig levert energi, i $kWh/\text{år}$, for respektivt elektrisitet, fossil olje og gass. E_t er totalt årlig netto energibehov, målt i $kWh/\text{år}$. $Q_{W,nd}$ er årlig netto energibehov for oppvarming av tappevann, i $kWh/\text{år}$, og beregnes etter Tabell 5 (18).

Formel 2: Beregnet mengde levert elektrisk og fossil energi etter NS 3700:2013

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

Da det antas å ikke benyttes noen form for fossile brensler som kilde for energiforsyning, vil bidraget fra $E_{del,oil}$ og $E_{del,gas}$ være null, og resultere i modifisert Formel 3.

Formel 3: Modifisert beregnet mengde levert elektrisk energi etter NS 3700:2013

$$E_{del,el} < E_t - 0,5 \times Q_{W,nd}$$

For å tilfredsstille krav til beregnet mengde levert elektrisk energi til oppvarming, benyttes det varmepumpe av typen luft-til-luft. Varmepumpen har en årsvarmefaktor (SCOP) på 2,5. SCOP er faktor som beskriver hvor mye varmeenergi varmepumpen kan levere i forhold til hvor mye elektrisk energi som tilføres enheten. Det estimeres at varmepumpen vil gi en energibesparelse på 60%, hva angår levert energi til oppvarming(10).

For å tilfredsstille krav til beregnet mengde levert elektrisk og fossil energi kan det fra Formel 2 være hensiktsmessig å redusere både $E_{del,el}$, men det er også mulig å oppnå krav ved å redusere $Q_{W,nd}$ ved eksempelvis bruk av solfanger.

Tabell 5: Normert spesifikt årlig energibehov til varmtvann etter SN/TS 3031:2016(21).

Bygningskategori Småhus	Verdi	Enhet
Spesifikt årlig energibehov for varmtvann	25	kWh/(m ² *år)
Bruksareal (BRA)	96	m ²
Oppvarmet del av BRA	85	m ²
Resultat	2125	kWh/år

Ved beregning av energibehov til belysning, teknisk utstyr og varmtvann, benyttes normert inndata for kontrollberegning mot offentlige krav. Det bør merkes at disse verdiene ikke nødvendigvis representerer reelle forhold.

Tabell 6: Normert inndata for varmtvann, belysning, teknisk utstyr og personer, for småhus (21).

Tabulerte verdier for Småhus i bruksperiode - etter SN/TS 3031:2016				
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Personer (varmetilskudd)
Wh/(m ² ·døgn)	68,67	31,28	48,05	36
Driftstimer/døgn	18	17	24	24
Bruksreduksjon (%)	0 %	0 %	0 %	0 %

Da den tenkte fritidsboligen ikke har noen spesifikke verdier for byggelementer utover minstekrav satt i NS 3700:2013, BRA og A_{fl} , vil de normerte verdiene fra Tabell 6 og Tabell 7, sammen med resultatet fra Formel 1 benyttes for å estimere totalt årlig netto energibehov.

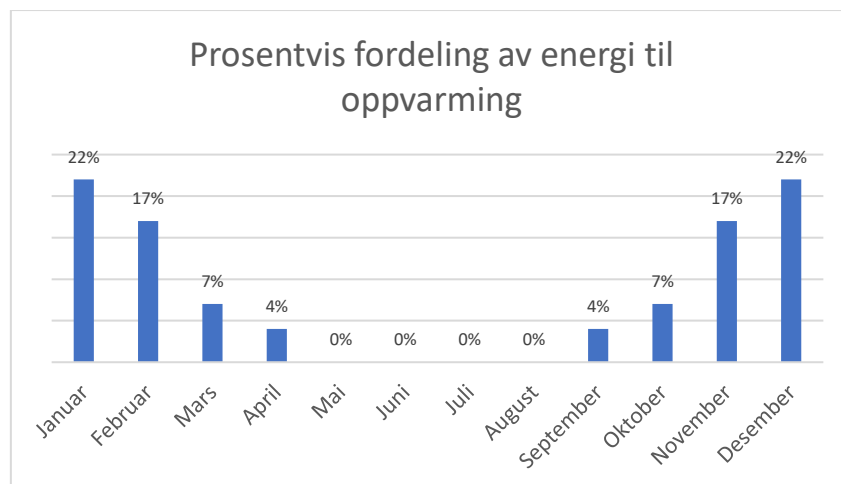
Tabell 7: Normert inndata for varmtvann, belysning, teknisk utstyr og personer, for småhus; utenfor brukstid (21).

Tabulerte verdier for Småhus utenfor bruksperiode - etter SN/TS 3031:2016				
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Personer (varmetilskudd)
Wh/(m ² ·døgn)	6,87	3,128	4,805	0
Driftstimer/døgn	-	-	-	-
Bruksreduksjon (%)	90 %	90 %	90 %	100 %

Beregnet energibehov til oppvarming antas fordelt prosentvis som vist i Figur 5.

Antakelsen gjøres på bakgrunn av beregnet månedlig energibehov for Mesterhus sin lavenergibolig - «Ninni» (22). Da den tenkte fritidsboligen skal være bygd etter norske passivhuskrav er det trolig at oppvarmingsbehov vil være noe lavere i månedene april, mai, september og oktober, men også generelt gjennom hele året.

Figur 5: Prosentvis årlig fordeling av energi til oppvarming



4.2.2 Reduksjonsfaktorer og sparetiltak

Gjennom energibehovsanalyse etter SN/TS 3031:2013;2016 er det flere sparetiltak som antas aktuelle for den tenkte fritidsboligen, hvor varmegjenvinning av gråvann, og styringssystem basert på tilstedeværelse, er blant de mest aktuelle.

Gjenvunnet varme tilført varmtvannsbehov kommer til uttrykk, hvor Q_{EX-DWH} er varmen gjenvunnet som kan tilføres varmtvannsbehovet, Q_{DHW} er varmtvannet i tidssteget, oppgitt i W. η_{flow} er momentan virkningsgrad ved balansert flow for både varmtvann og kaldtvann, K_t er faktor for tilkoblingsvarianter fra gjenvinner til varmtvannssystemet, K_S er faktor for ikke-ideelt tappemønster, og K_a er faktor for andel dusjer som går til gjenvinner.

$$Q_{EX-DWH} = Q_{DHW} \times \eta_{flow} \times K_t \times K_S \times K_a \quad (X)$$

Da styringssystem basert på tilstedeværelse er et ønsket besparestiltak i fritidsboligen, kan energibehovet til belysning reduseres med 20%, men da må vil også varmetilskuddet fra belysning reduseres fra 100% til 80% (21).

Tabell 8: Beregning av varmegjenvinning fra gråvann fra SN/TS 3031:2016, tillegg G (15).

Varmegjenvinning fra gråvann				
Tiltak	Enhet [W]	Forkortelse	Virkningsgrad	Beskrivelse
Varmtvannsbehovet i tidssteget	250	QDHW		Daglig varmtvannsbehov (eksempelverdi)
Verdi for momentan virkningsgrad		n	0,5	Gjenvinner med tank, normal virkningsgrad
Faktor for tilkoblingsvariant		Kt	1	Tilkoblet varmtvannstank og kaldtvann til dusj
Verdi for ikke-ideelt tappemønster		Ks	0,7	Dusjanlegg med akkumulering for gråvann
Verdier for andel dusjvann som gjenvinnes		Ka	1	Alle dusjer til gjenvinning
Gjenvunnet varme av varmtvannsbehovet	87,5	QEX-HWD		
Andel energibesparelse til varmtvannsbehov	35 %			

I tillegg til reduksjonsfaktorene fra varmegjenvinning av gråvann og styringssystem, vil det forekomme energibidrag i form av varme fra både teknisk utstyr, personer og belysning, som igjen vil ha et positivt bidrag på energibehovsberegningen. Ved perioder utenfor bruk av fritidsboligen, vil disse også reduseres med 90%, med unntak av andelen fra 'personer', som reduseres med 100%.

Tabell 9: Andel av energibehov per time som forutsettes tilført sonen som varme fra SN/TS 3031:2016, tabell A.7 (15)

Andel energibehov per time som forutsettes tilført sonen som varme				
Bygningskategori	Varmtvann	Teknisk utstyr	personer	Belysning
Småhus	0 %	60 %	100 %	80 %

4.2.3 Beregninger forutsatt 100% bruksandel av fritidsbolig etter NS 3700:2013

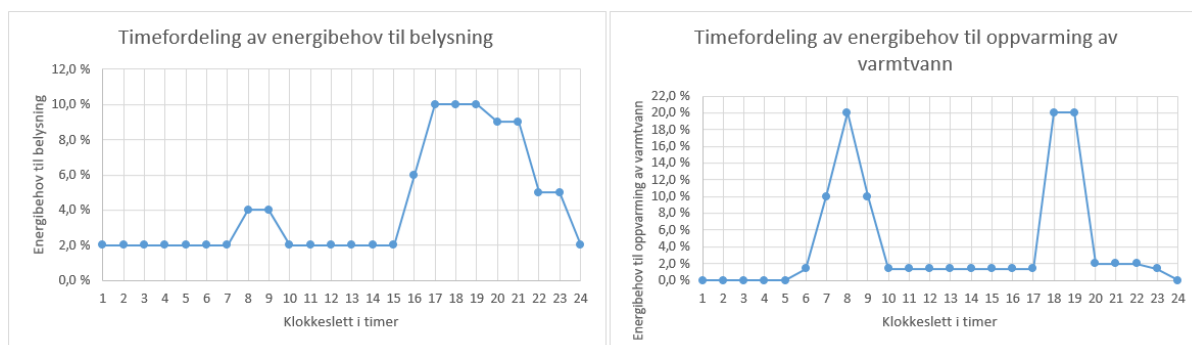
For å finne fritidsboligens årlige netto energibehov er det ønskelig å utføre beregning av energibehov for hver måned, da oppvarmingsbehovet varierer etter Figur 5. Postene 'Varmtvann', 'Belysning', 'Teknisk utstyr' og 'Personer' fylles inn etter tabulerte verdier fra SN/TS 3031:2016. Verdiene i posten 'Oppvarming' fylles inn etter høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming (formel XX)

Tabell 10: Eksempel på beregning av spesifikt energibehov for en vilkårlig dag i januar.

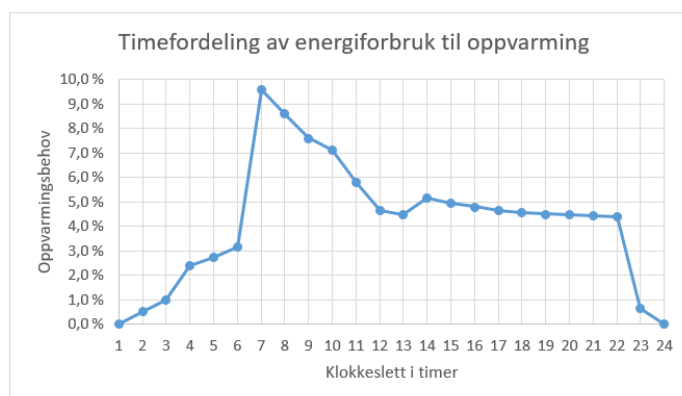
Tidsperiode		Energibehovsberegning - 24 timer - januar					
		Varmtvann Wh/m ²	Belysning Wh/m ²	Teknisk utstyr Wh/m ²	Personer (varmetilskudd) Wh/m ²	Oppvarming Wh/m ²	
0	-	1	0,00	0	0,96	-1,5	0,00
1	-	2	0,00	0	0,96	-1,5	1,25
2	-	3	0,00	0	0,96	-1,5	2,50
3	-	4	0,00	0	0,96	-1,5	6,05
4	-	5	0,00	0	0,96	-1,5	6,89
5	-	6	0,96	0	0,96	-1,5	7,93
6	-	7	6,87	1,84	0,96	-1,5	24,21
7	-	8	13,74	1,84	1,92	-1,5	21,70
8	-	9	6,87	1,84	1,92	-1,5	19,20
9	-	10	0,96	1,84	0,96	-1,5	17,95
10	-	11	0,96	1,84	0,96	-1,5	14,61
11	-	12	0,96	1,84	0,96	-1,5	11,69
12	-	13	0,96	1,84	0,96	-1,5	11,27
13	-	14	0,96	1,84	0,96	-1,5	13,02
14	-	15	0,96	1,84	0,96	-1,5	12,52
15	-	16	0,96	1,84	2,88	-1,5	12,10
16	-	17	0,96	1,84	4,81	-1,5	11,69
17	-	18	13,74	1,84	4,81	-1,5	11,48
18	-	19	13,74	1,84	4,81	-1,5	11,35
19	-	20	1,37	1,84	4,33	-1,5	11,27
20	-	21	1,37	1,84	4,33	-1,5	11,18
21	-	22	1,37	1,84	2,4	-1,5	11,06
22	-	23	0,96	1,84	2,4	-1,5	1,67
23	-	24	0,00	0	0,96	-1,5	0,00
Wh/(m ² -døgn)			68,67	31,28	48,05	-36	252,57
Driftstimer/døgn			18	17	24	24	22

Fordeling av energiforbruk til de forskjellige postene (Figur 6) baseres på tabulerte verdier fra TS/NS 3031:2016, med unntak av oppvarming (Figur 7), som baseres på en 20-dagers simulering av vintermåneden januar i SIMIEN.

Figur 6: Illustrert timesfordeling av energibehov til belysning og oppvarming av varmtvann, etter SN/TS 3031:2016 (8).



Figur 7: Timesfordeling av energiforbruk til oppvarming, etter vintersimulering i SIMIEN - 20 dagers forløp fra 1. januar.



Når tabellen for daglig energibehovsberegning er fylt ut (Tabell 10), benyttes reduksjonsfaktorer og andelen av energi som blir tilført sonen som varme subtraheres fra energibehovet til oppvarming (Tabell 11). Det bør merkes at grunnet bruk av behovsbasert styring av belysning, har andelen av energi tilført som varme fra belysning, blitt redusert fra 100% til 80%.

Tabell 11: Reduksjonsfaktor og andel energi tilført som varme.

Reduksjonsfaktor og andel energi tilført som varme					
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Personer (varmetilskudd)	Oppvarming
Reduksjonsfaktor	35 %	20 %	0 %	0 %	0 %
Redusert verdi [Wh/(m ² ·døgn)]	44,64	25,02	48,05	-36,00	252,57
Andel tilf. Som varme	0 %	80 %	60 %	100 %	
Tilført varme [Wh/(m ² ·døgn)]	0,00	-20,02	-28,83	-36,00	167,72

Verdiene fra beregning av dagsenergiebehovet multipliseres deretter med antall dager i den aktuelle måneden (Tabell 12). Beregningene gjentas for de resterende 11 månedene, og en netto årlig energibehovsberegning kan estimeres.

Tabell 12: Beregnet verdi etter reduksjonsfaktor og andel tilført som varme for ett døgn.

Verdi etter reduksjonsfaktor og andel tilført som varme						
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Personer (varmetilskudd)	Oppvarming	Total
Wh/(m ² ·døgn)	44,64	25,02	48,05	-36,00	167,72	285,43
kWh/døgn	3,794	2,127	4,084	-3,060	14,257	24,262

4.2.4 Beregninger forutsatt 60 dagers bruk av fritidsbolig etter NS 3700:2013

Ved beregning av en bruksandel mindre enn 100%, benyttes samme fremgangsmetode for de dagene hvor fritidsboligen er i bruk, mens reduksjonsfaktorene fra Tabell 7 benyttes for å beregne dagene utenfor bruk. Hver måned vil ha fem bruksdøgn, hvor de resterende dagene beregnes med overnevnt reduksjonsfaktor.

4.3 Simulering av passivhuskrav, energibehov og selvprodusert energi i SIMIEN

I tillegg til energiberegninger gjort etter NS 3700:2013, NS 3031:2014 og SN/TS 3031:2016 er det ønskelig å ha et sammenligningsgrunnlag fra et simuleringsverktøy. Det kan gi en indikasjon på kvaliteten av beregningene som har blitt gjort etter standardene, og vil kunne supplere energibehovs-analysen med mer utfyllende data som er betraktelig mye vanskeligere å utføre for hånd.

Med et ønske om å kunne redusere fritidsboligenes bidrag til effekttoppene på strømmettet, vil det gjøres simuleringer av scenarier der fritidsboligen produserer energi til eget forbruk, men også til potensiell lokal lagring eller redistribusjon til strømmettet gjennom en plusskundeordning.

Følgende simulering vil bli utført:

- Simulering av passivhuskrav etter NS 3700:2013
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 100% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann

- Årssimulering - Konfigurasjon 1
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 100% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann

- Årssimulering - Konfigurasjon 2
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann
 - Solfanger 0% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Solcellepanel Egenprodusert energi Takmontert
 - Solcellepanel Egenprodusert energi Veggmontert

- Sommersimulering for 15. juli 2019 - Konfigurasjon 1
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 100% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann

- Sommersimulering for 15. juli 2019 - Konfigurasjon 2
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann
 - Solfanger 0% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Solcellepanel Egenprodusert energi 30m² Takmontert
 - Solcellepanel Egenprodusert energi 2m² Veggmontert

- Vintersimulering for 1. januar 2019 - Konfigurasjon 1
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 100% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann

- Vintersimulering for 1. januar 2019 - Konfigurasjon 2
 - Aktive energikilder:
 - Elektrisitet 40% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Varmepumpe 60% romoppvarming 0% oppvarming av tappevann
 - Solfanger 0% romoppvarming 50% oppvarming av tappevann
 - Solcellepanel Egenprodusert energi 30m² Takmontert
 - Solcellepanel Egenprodusert energi 2m² Veggmontert

5 Resultater

I dette kapittelet fremlegges resultater fra beregning av netto årlig energibehov, så vel som resultat av simuleringer gjort i programvaren SIMIEN. Beregningsresultatene fordeles etter forbruksandel av den tenkte fritidsboligen, og blir presentert i tabeller og figurer. Resultater fra simulering blir presentert i tabell- og figurform hentet fra utdata produsert av SIMIEN.

5.1 Resultat av beregning av netto årlig energibehov forutsatt 100% bruksandel

Tabell 13 viser det beregnede spesifikke- og årlige netto energibehovet ved 365 dagers bruk, mens Tabell 14 viser formålsdelt beregnet årlig energibehov. Beregningene følger fremgangsmåten beskrevet i delkapittel 4.2.1 og 4.2.3, og er beregnet med den hensikt å ha et sammenligningsgrunnlag for simuleringer gjort i SIMIEN. Det er ønskelig å observere fritidsboligens totale årlige netto energibehov med kun nettstrøm som energikilde, for å senere kunne evaluere effektgraden av energibesparingstiltak og tilførsel av selvprodusert energi.

Tabell 13: Beregnet netto årlig energibehov ved 100% bruksandel.

Netto årlig energibehov ved 100% bruksandel			
Måned	Antall døgn	Spesifikt energibehov	Månedlig energibehov
		kWh/m ²	kWh
Januar	31	12,418	1055,51
Februar	28	10,194	866,52
Mars	31	7,079	601,74
April	30	5,864	498,41
Mai	31	4,588	389,98
Juni	30	4,440	377,40
Juli	31	4,588	389,98
August	31	4,588	389,98
September	30	5,864	498,41
Oktober	31	7,079	601,74
November	30	10,490	891,68
Desember	31	12,418	1055,51
Årlig sum	365	89,610	7616,85

Tabell 14: Beregning av formålsdelt årlig netto energibehov

Årlig fordeling av netto energibehov ved 100% bruksandel [Wh/m ²]				
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Oppvarming
Januar	180,9	82,4	126,6	665,5
Februar	163,4	74,4	114,4	514,3
Mars	180,9	82,4	126,6	211,8
April	175,1	79,8	122,5	121,0
Mai	180,9	82,4	126,6	0,0
Juni	175,1	79,8	122,5	0,0
Juli	180,9	82,4	126,6	0,0
August	180,9	82,4	126,6	0,0
September	175,1	79,8	122,5	121,0
Oktober	180,9	82,4	126,6	211,8
November	175,1	79,8	122,5	514,3
Desember	180,9	82,4	126,6	665,5
Total	2130,5	970,5	1490,8	3025,2

Tabell 15 viser beregnet netto årlig levert energi, hvor bidrag fra gjenvinning av gråvann og styringssystem basert på tilstedeværelse har blitt inkludert, da dette er vanskelig å gjenskape i simuleringer gjort i SIMIEN.

Tabell 15: Beregnet netto årlig levert energi ved 100% bruksandel.

Netto årlig levert energi ved 100% bruksandel			
Måned	Antall døgn	Spesifikt levert energi	Månedlig levert energi
		kWh/m ²	kWh
Januar	31	8,848	752,12
Februar	28	6,970	592,48
Mars	31	3,649	310,16
April	30	3,531	300,16
Mai	31	3,649	310,16
Juni	30	3,531	300,16
Juli	31	3,649	310,16
August	31	3,649	310,16
September	30	3,531	300,16
Oktober	31	3,649	310,16
November	30	7,036	598,07
Desember	31	8,848	752,12
Årlig sum	365	60,542	5146,09

Krav satt til andel av levert elektrisk energi må overholdes, og har blitt beregnet med godkjent resultat i Tabell 16. Varmepumpe (luft til luft) med SCOP på 2,5 er tilstrekkelig for å dekke 60% av oppvarmingsbehov, men tilfører også i gjengjeld 40% av besparelsen som energibehov til teknisk utstyr, nærmere bestemt drift av varmpumpen.

Tabell 16: kontroll av andel tilført elektrisk energi.

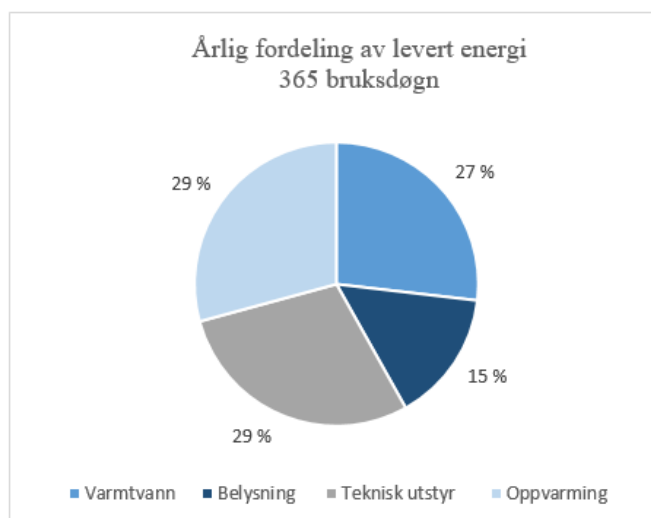
Kontroll av andel tilført elektrisk energi								
	Varmtvann	Teknisk utstyr	Belysning	Oppvarming	Totalt energibehov	Edel,el	Et-Qw,nd	Kontroll
[kWh/år]	1384,93	1852,81	776,27	1508,58	5522,59			
%vis andel av tilført el. energi	100 %	100 %	100 %	40 %				
Andel tilført el. Energi	1384,93	1852,81	776,27	603,43		4617,44	4830,12	OK

Tabell 17 viser den årlige fordelingen av spesifikt levert energi ved 365 dagers bruk av fritidsboligen. Fra tabellen og Figur 8 kan det observeres at bidraget til energibehov fra oppvarming, teknisk utstyr og varmtvann utgjør nesten en lik andel, mens bidraget fra energibehov til belysning er noe lavere.

Tabell 17: Beregnet årlig fordeling av spesifikt levert energi ved 100% bruksandel.

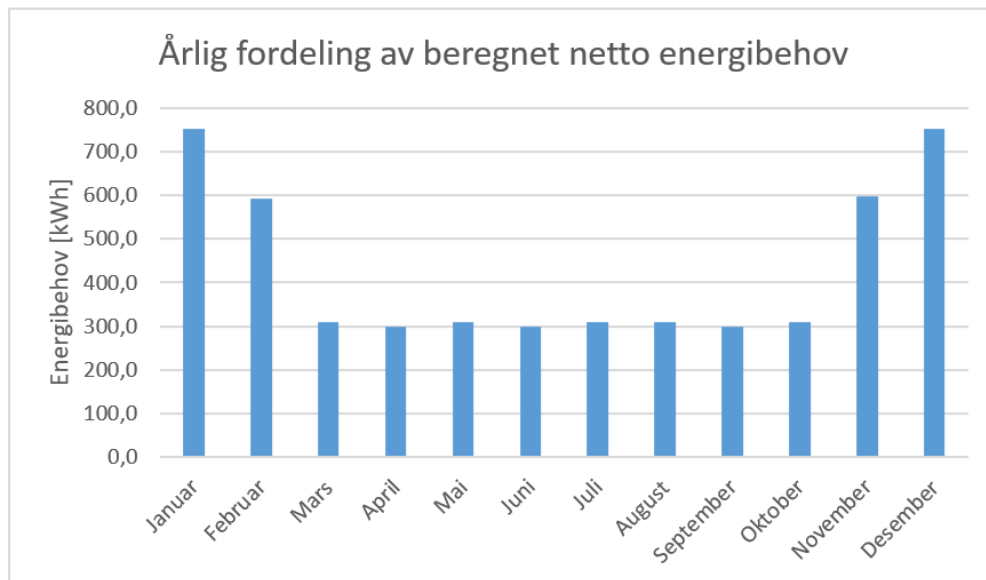
Årlig fordeling av levert energi ved 100% bruksandel [Wh/m2]				
	Varmtvann	Belysning	Teknisk utstyr	Oppvarming
Januar	1383,7	775,7	1489,6	5199,5
Februar	1249,8	700,7	1345,4	3674,5
Mars	1383,8	775,6	1489,6	0,0
April	1339,2	750,6	1441,5	0,0
Mai	1383,8	775,6	1489,6	0,0
Juni	1339,2	750,6	1441,5	0,0
Juli	1383,8	775,6	1489,6	0,0
August	1383,8	775,6	1489,6	0,0
September	1339,2	750,6	1441,5	0,0
Oktober	1383,8	775,6	1489,6	0,0
November	1339,2	750,6	1441,5	3674,5
Desember	1383,8	775,6	1489,6	5199,5
Total	16293,3	9132,5	17538,3	17748,0

Figur 8: Formålsdelt andel av levert energi ved 365 bruksdøgn



Fordelingen av årlig netto energibehov i Figur 9 følger som forventet årstid, og energibehovet blir diktet av utetemperatur og resulterende oppvarmingsbehov. Det beregnede energibehovet er størst i vintermånedene januar, februar, november og desember, og fordeler seg deretter jevnt over tidsperioden mars til oktober. Beregningene som har blitt utført for netto årlig energibehov forutsatt 365 dagers bruksandel kan finnes i vedlegg 0.

Figur 9: Fordeling av beregnet årlig netto energibehov etter måned.



5.2 Resultat av beregning av netto årlig energibehov forutsatt 60 dagers bruksandel

I Tabell 18 fremkommer det at det totale årlige energibehovet for tenkt fritidsbolig med 60 bruksdøgn blir estimert til å være 1891,80 kWh. Når bruksandelen reduseres fra 365 til 60 dager i året, reduseres årlig netto energibehov med omtrent 75%. Beregningene som har blitt utført for netto årlig energibehov, forutsatt 60 dagers bruksandel, kan finnes i vedlegg **Error! Reference source not found.**

Tabell 18: Beregnet netto årlig energibehov for tenkt fritidsbolig ved 60 bruksdøgn i året.

Netto årlig energibehov ved 60 bruksdøgn i året.						
Måned	Antall døgn i bruk	Antall døgn utenfor bruk	Spesifikt energibehov i bruk	Månedlig energibehov i bruk	Spesifikt energibehov utenfor bruk	Månedlig energibehov utenfor bruk
			kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh
Januar	5	26	2,003	170,244	1,041	88,53
Februar	5	23	1,820	154,735	0,837	71,18
Mars	5	26	1,142	97,055	0,594	50,47
April	5	25	0,977	83,068	0,489	41,53
Mai	5	26	0,740	62,900	0,385	32,71
Juni	5	25	0,740	62,900	0,370	31,45
Juli	5	26	0,740	62,900	0,385	32,71
August	5	26	0,740	62,900	0,385	32,71
September	5	25	0,977	83,068	0,489	41,53
Oktober	5	26	1,142	97,055	0,594	50,47
November	5	25	1,748	148,613	0,874	74,31
Desember	5	26	2,003	170,244	1,041	88,53
Årlig sum	60	305	14,773	1255,681	7,484	636,12

Totalt netto årlig energibehov ved 60 bruksdøgn	1891,80 kWh
---	-------------

Ved beregning av netto årlig levert energi for tenkt fritidsbolig med 60 bruksdøgn blir den totale årlige leverte energien estimert til å være 1309 kWh, etter Tabell 19.

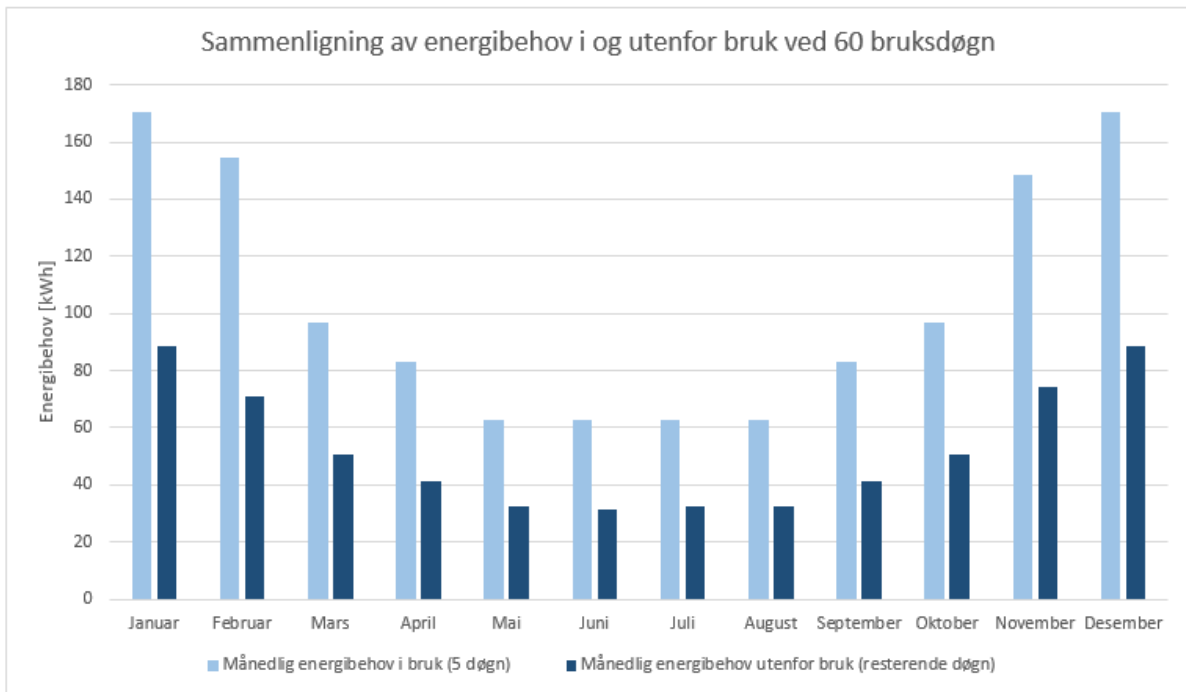
Tabell 19: Beregnet netto årlig levert energi for tenkt fritidsbolig ved 60 bruksdøgn i året.

Netto årlig levert energi ved 60 bruksdøgn i året.						
Måned	Antall døgn i bruk	Antall døgn utenfor bruk	Spesifikt levert i bruk	Månedlig levert energi i bruk	Spesifikt levert energi utenfor bruk	Månedlig levert energi utenfor bruk
			kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh
Januar	5	26	1,427	121,310	0,836	71,04
Februar	5	23	1,245	105,801	0,655	55,71
Mars	5	26	0,589	50,027	0,306	26,01
April	5	25	0,589	50,027	0,294	25,01
Mai	5	26	0,589	50,027	0,306	26,01
Juni	5	25	0,589	50,027	0,294	25,01
Juli	5	26	0,589	50,027	0,306	26,01
August	5	26	0,589	50,027	0,306	26,01
September	5	25	0,589	50,027	0,294	25,01
Oktober	5	26	0,589	50,027	0,306	26,01
November	5	25	1,173	99,678	0,676	57,49
Desember	5	26	1,427	121,310	0,836	71,04
Årlig sum	60	305	9,980	848,310	5,416	460,38

Totalt netto årlig levert energi ved 60 bruksdøgn	1308,69 kWh
---	-------------

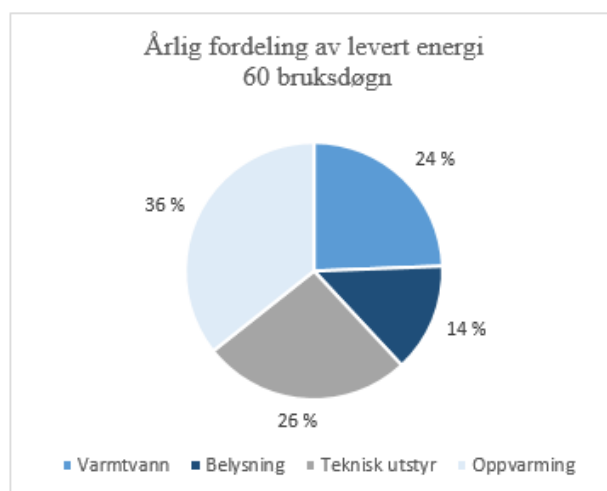
Fra Figur 10 kan det observeres at energibehovet er mellom 85- til 120% høyere for de fem dagene hvor fritidsboligen er i bruk, sammenlignet med resten av dagene i måneden hvor fritidsboligen ikke er i bruk. De fem dagene med bruk utgjør i snitt ca. 65% av det månedlige energibehovet.

Figur 10: Sammenligning av energibehov i , og utenfor bruk, ved 60 bruksdøgn.



Fra Figur 11 kan det observeres at andelen levert energi til oppvarming har økt fra 29% til 36% sammenlignet med når fritidsboligen er i bruk 365 dager i året. Årsaken til dette er trolig et fradrag fra internlasten av menneskelig tilstedeværelse i perioder hvor fritidsboligen ikke er i bruk.

Figur 11: Formålsdelt andel av levert energi ved 60 bruksdøgn



5.3 Resultat av simulering

5.3.1 Simulert energibudsjett av passivhus og årssimulering

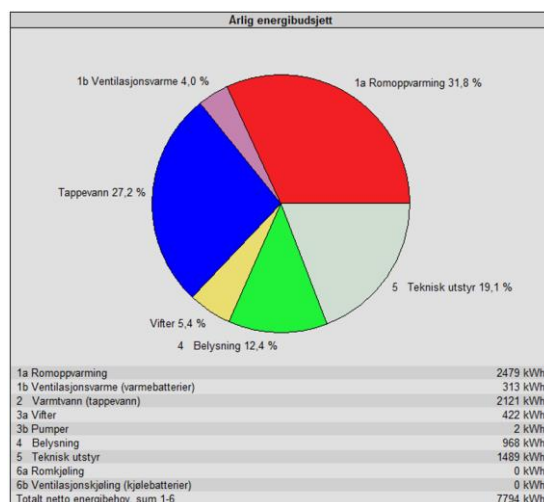
Resultatet av simulert energibudsjett av passivhus og årssimulering av konfigurasjon 1 og 2 fremstilles i Tabell 20. Det totale netto energibehovet forblir uendret ved tilføring av energivaren solcellepanel og solfanger, som kan observeres i likheten av totalt netto energibehov for ‘årssimulering konfigurasjon 1’ og ‘årssimulering konfigurasjon 2’. Forskjellen på totalt netto energibehov for simulering av passivhus og ved årssimuleringer forekommer trolig på grunn av at det spesifikke energibehovet til oppvarming av varmtvann henter tabulerte verdier fra NS 3031:2014 og ikke SN/TS 3031:2016 (17). Den tenkte fritidsboligen har et simulert totalt årlig netto energibehov på 7794 kWh.

Tabell 20: Simulert energibudsjett ved simulering av passivhus, årssimulering av konfigurasjon 1 og årssimulering av konfigurasjon 2.

Simulert årlig energibudsjett for tenkt fritidsbolig						
Energi-post	Simulering av passivhus		Årssimulering Konfigurasjon 1		Årssimulering Konfigurasjon 2	
	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energi-behov [kWh]	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energi-behov [kWh]	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energi-behov [kWh]
1a Romoppvarming	26,9	2285	29,2	2479	29,2	2479
1b Varmtvann (tappevann)	3,6	308	3,7	313	3,7	313
2 Varmtvann	29,8	2532	25,0	2121	25	2121
3a vifter	5,0	422	5,0	422	5	422
3b Pumper	0,0	2	0,0	2	0	2
4 Belysning	11,4	968	11,4	968	11,4	968
5 Teknisk utstyr	17,5	1489	17,5	1489	17,5	1489
6a Romkjøling	0,0	0	0,0	0	0	0
Ventilasjonskjøling	0,0	0	0,0	0	0	0
Totalt netto energibehov, sum 1-6	94,2	8005	91,7	7794	91,7	7794
Levert avtrekksvarmepumpe ihht. Tillegg N	21,7	1847	20,4	1732	20,4	1732
Energi-til drift av avtrekksvarmepumpe	7,7	657	7,3	620	7,3	620
Totalt netto energibehov ink. Avtrekksvarmepumpe	80,2	6815	78,6	6683	78,6	6683

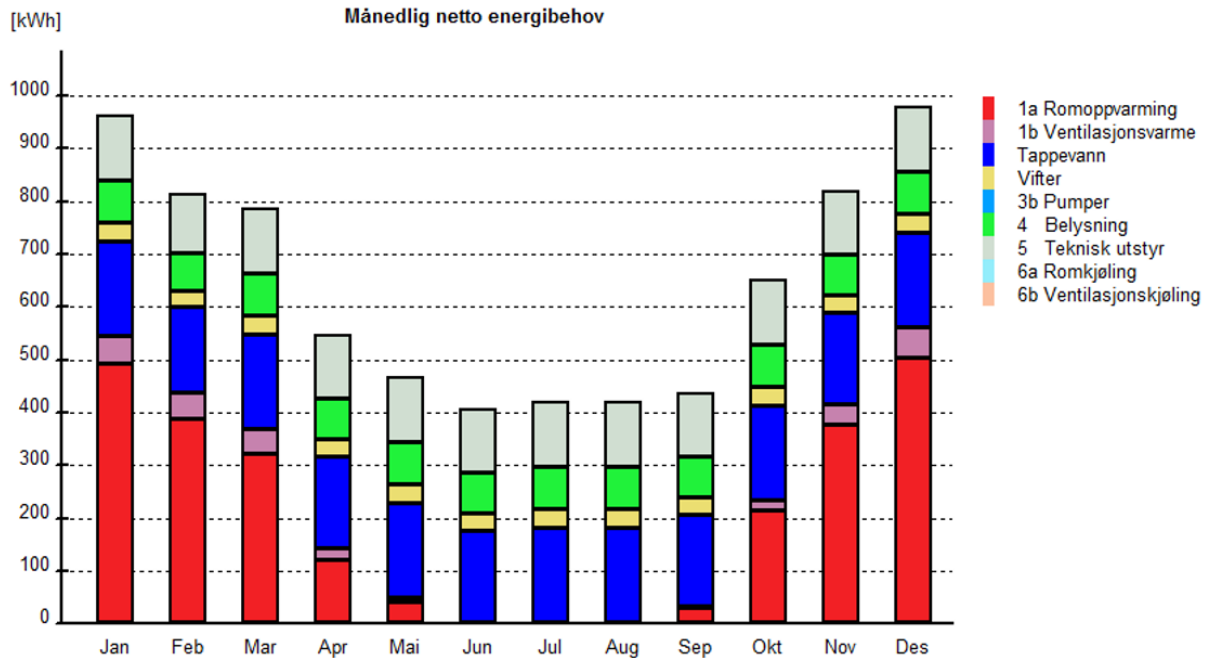
Det var ingen markante forskjeller på det formålsdelte energibehovet ved de forskjellige konfigurasjonene. Romoppvarming utgjør den største andelen av energibehovet, etterfulgt av energi til oppvarming av tappevann, teknisk utstyr og belysning. Det kan også observeres at den formålsdelte andelen av energibehov, har en god overenstemmelse andelen formålsdelt energibehov gjort i beregninger etter standard, vist i Figur 8.

Tabell 21: Formålsdelt årlig energibudsjett.



Tabell 22 viser fordelingen av energibehov på et månedlig basis. Oppvarmingsbehovet fordeles noe annerledes enn først antatt i beregninger gjort i delkapittel 4.2.1, og vil trolig ha større nøyaktighet, da fordelingen av oppvarmingsbehov i beregningene er basert på antakelser, til sammenligning med de simulerte verdiene, som baseres på døgnmiddeltemperatur.

Tabell 22: Simulert månedlig netto energibehov uavhengig konfigurasjon



5.3.2 Simulert levert energi for passivhus og årssimulering

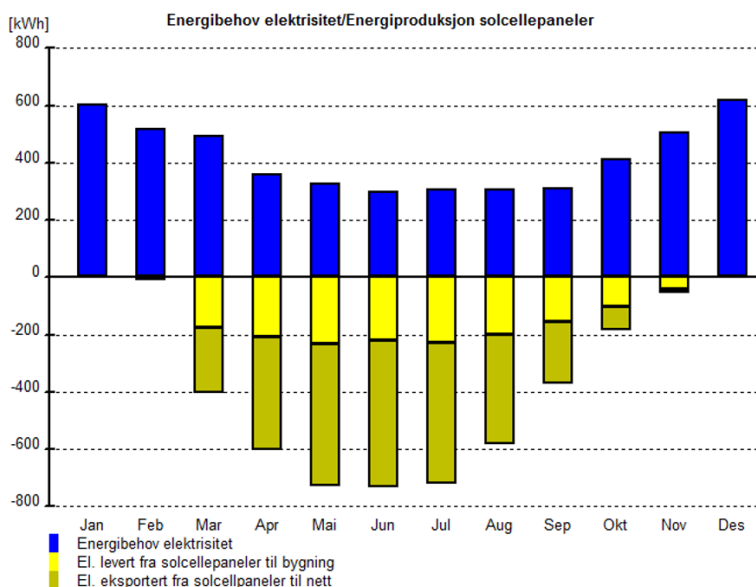
Tabell 23 viser den simulerte mengden levert energi til den tenkte fritidsboligen. I 'årssimuleringen konfigurasjon 2', hvor det benyttes produksjon av egen energi, kan det observeres en reduksjon i netto levert energi på 88%, sammenlignet med 'årssimulering konfigurasjon 1'. I konfigurasjonen hvor det produseres egen energi vil det være 2833 kWh til rådighet, enten for eksport til strømmettet gjennom en plusskundeordning, eller som potensiell lokal lagring.

Tabell 23: Simulert levert energi for simulering av passivhus, årssimulering konfigurasjon 1 og årssimulering konfigurasjon 2.

Simulert årlig netto levert energi for tenkt fritidsbolig						
Energivare	Simulering av passivhus		Årssimulering Konfigurasjon 1		Årssimulering Konfigurasjon 2	
	Spesifikt levert energi [kWh/m2]	Levert energi [kWh]	Spesifikt levert energi [kWh/m2]	Levert energi [kWh]	Spesifikt levert energi [kWh/m2]	Levert energi [kWh]
1a Direkte el.	45,5	3616	45,5	3610	41,2	3503
1b. El. til varmepumpesystem	18,9	1610	18,2	1550	18,2	1550
1c El. Til solfangersystem	0	0	0	0	0	3
2 Olje	0	0	0	0	0	0
3 Gass	0	0	0	0	0	0
4 Fjernvarme	0	0	0	0	0	0
5 Biobrensel	0	0	0	0	0	0
6. Annen energikilde	0	0	0	0	0	0
7. Solstrøm til egenbruk	0	0	0	0	-19,1	-1621
Totalt levert energi, sum 1-7	61,5	5226	60,7	5160	40,4	3435
Solstrøm til eksport	0	0	0	0	-33,3	-2833
Netto levert energi	61,5	5226	60,7	5160	7,1	602

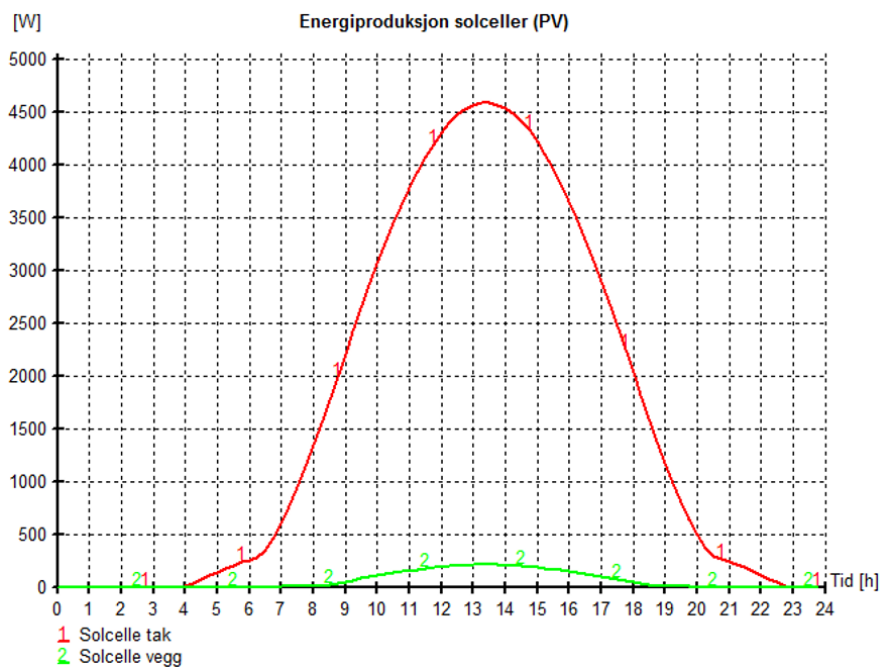
Andelen av energiproduksjon til eget forbruk og til eksport, er størst i månedene mai, juni og juli. Det kommer som en selvfølge, da mengden solstråling er størst i de overnevnte månedene.

Tabell 24: Simulert energibehov og energiproduksjon - Årssimulering konfigurasjon 2



Figur 12 viser produksjonen av energi fra solceller på tak og vegg i sommersimulering av konfigurasjon 2. Simuleringsdøgnet viser at den største andelen av produsert energi kommer fra solcellepanelene på tak, med 30° helningsvinkel. Produksjonen fra solcellepanel på vegg har en marginal produksjon av energi, sammenlignet med panel på tak. Arealet av solcellepanel på tak er 15 ganger større på tak, men produserer omtrentlig 18 ganger mer energi i perioden med størst solinnstråling. Det mest vesentlige forskjellene på takmonterte- og veggmonterte solcellepanel er at ved en ideell helningsvinkel vil det bli produsert en større andel energi, men det gjør også solcellepanelene utsatt for å bli tildekt i perioder med tungt snøfall.

Figur 12: Simulert energiproduksjon fra solcelle tak og vegg 15. juli 2019.



6 Diskusjon og analyse

I dette kapittelet vil resultat fra beregning av energibehov, levert energi, energiforsyning og produksjon av egen energi bli diskutert. Feilkilder vil også bli påpekt så godt det lar seg gjøre.

6.1 Energibehov

Ved beregning av den tenkte fritidsboligens energibehov har det blitt benyttet både manuell beregning og simulering av energibehov i simuleringsprogrammet SIMIEN. Det kan påpekes at det er en god overenstemmelse av beregnet og simulert årlig netto energibehov, med forskjell på 389 kWh på laveste og høyeste verdi for årlig netto energibehov. Da det, etter studentenes oppfatning, ikke er mulig å gjøre en simulering av redusert bruksandel i SIMIEN, fremkommer det ikke noe sammenlikningsgrunnlag for beregningene gjort med 60 dagers bruksandel. Det vil trolig redusere presisjonen på beregning av netto årlig energibehov for 60 dagers bruksandel. I en rapport fra SINTEF Byggforsk om energibruk i bygninger, påpekes det at den virkelige energifordeling i bygg sammenlignet med beregninger i eksempelvis Enøk Normtall samsvarte innenfor et avvik på $\pm 20\%$ (23). Det er betryggende, og underbygger resultat av beregninger og simuleringer som har blitt gjort.

Tabell 25: Beregnet og simulert årlig netto energibehov

Beregnet og simulert årlig energibudsjett for tenkt fritidsbolig								
Energipost	Simulering av passivhus		Årssimulering Konfigurasjon 1 & 2		Beregnet etter NS 3700:2013 365 bruksdøgn		Beregnet etter NS 3700:2013 60 bruksdøgn	
	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energibehov [kWh]	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energibehov [kWh]	Spesifikt energibehov [kWh/m ²]	Energibehov [kWh]	Spesifikt energibehov	Energibehov [kWh]
Totalt netto energibehov	94,2	8005	91,7	7794,0	89,61	7616,85	22,26	1891,80

Det er naturlig å tro at når en fritidsbolig er bygd etter norsk passivhuskrav, vil ikke bare det netto årlige energibehovet bli redusert, men også andelen av energibehov til oppvarming, sammenlignet med fritidsboliger bygd etter eldre byggestandarter og forskrifter. Som tidligere nevnt i studien, er de manuelle beregningene basert på tabulerte verdier, og ikke hentet fra et realisert- eller planlagt byggeprosjekt. Ulempen ved dette er nøyaktigheten på verdiene brukt i beregninger. I retrospekt hadde det vært ønskelig å se på spesifikke bygningsdetaljer og komponenter for å kunne tilnærme seg et verdier for årlig netto energibehov i et realiserbart byggeprosjekt. Å benytte seg av faktiske U-verdier Fordelingen av oppvarmingsbehov etter kalendermåned ble også estimert med et jevnt fordelt anslag, og vil ikke representere den faktiske fordelingen av oppvarmingsbehov. SIMIEN kan til en viss grad simulere fordelingen, men uten den spesifikke klimadataen fra Oppdal, vil også disse verdiene være noe upresise.

Beregningene som har blitt gjort for energibudsjett ved redusert bruksandel baseres også på antakelse om at fritidsboligen er bebodd fem dager i måneden, 60 dager i året. Anslaget vil trolig ikke være det faktiske forholdet, da bruksperioden trolig vil være større i sesongbaserte perioder, som ferier og høytider, men også ujevnt fordelt over sommer vinter. Behov for kjøling i sommerhalvåret har ikke blitt inkludert i energibehovsberegningene, og vil trolig bidra til et større årlig netto energibehov. I et realistisk scenario vil trolig kjøling måtte dekkes av både naturlig ventilasjon og bruk av kjølebatteri ved varmepumpe. I studien har det blitt antatt at kjøling tenkes løst med naturlig ventilasjon.

6.2 Levert energi, energiforsyning og produksjon av egen energi

Fra Figur 12 kan det observeres at produksjon av egen strøm i hovedsak skjer mellom klokken 07:00 og 20:00. Andelen produsert energi i tidsperioden 07:00 til 09:00 og 17:00 til 19:00 er ikke tilstrekkelig til å dekke eget energibehov i vinterhalvåret, hvor oppvarmingsbehovet er størst.

I simuleringskonfigurasjon 2 har blitt satt at solcellepanel på taket er dekt av snø fra start av desember til start av mars. Det vil i realiteten trolig ikke være tilfellet, og det vil også trolig forekomme energiproduksjon fra solcellepanel på tak i perioden desember til mars.

7 Konklusjon

Fritidsboliger bygd etter passivhuskrav har et betraktelig mindre energibehov enn bygninger utformet etter forskrifter med høyere energirammer. Reduksjonen av energibehov til oppvarming trekkes frem som en av de største bidragsyterne for å effektivt redusere fritidsboligens bidrag til effekttopper.

Selvprodusert energi fra takmontert solcellepanel kan drastisk redusere behov for levert strøm, noe som indirekte fører til et redusert bidrag til effekttopper. Selvprodusert energi i samhandling med lokal lagring, som husbatteri eller V2G, sammen med insentiver til redusert effektforbruk i tidsrom hvor det er høyt effektforbruk. Begrensninger i teknologi, kostnader og forbrukervillighet hemmer i skrivende stund bruk av husholdningsbatteri, men det kan tenkes at utvikling i batteriteknologi kan gjøre aktuelle produkter mer effektive, mer kostnadseffektive og enklere å bruke.

Referanseliste

1. Statistisk Sentralbyrå. Bygningsmassen [Internett]. Norge: Statistisk sentralbyrå; 2019 [updated 20. februar 2019; cited 12. mai 2019]. Available from: <https://www.ssb.no/bygningsmasse>.
2. Sentralbyrå S. Norske hytter. Gjennomsnittlig bruksareal og nye bygg [Internett]. Norge: SSB; 2019 [cited 17. april 2019]. Available from: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/faktaside/hytter-og-ferieboliger>.
3. NVE. Plusskunder Norge: NVE; 2015 [updated 22.01.2019; cited 01. juni 2019]. Available from: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten-for-energi-rme-marked-og-monopol/nettjenester/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/>.
4. Hofstad K. Solenergi [Digital artikkel]. Norge: Store Norske Leksikon; 2019 [updated 12.03.2019; cited 01. april 2019]. Available from: <https://snl.no/solenergi>.
5. NVE. Solenergi [Internett]. Norge: NVE; 2019 [updated 24.04; cited 01. mai 2019]. Available from: <https://www.nve.no/energiforsyning/solenergi/?ref=mainmenu>.
6. Hofstad K. Solceller [Internett]. Norge: Store Norske Leksikon; 2019 [updated 12. april 2019; cited 14. april 2019]. Available from: <https://snl.no/solceller>.
7. Norsk solenergiforening ÅLS, Camilla Bakken Torp, Hilde Kari Nylun. Solvarme i kombinasjon med andre varmekilder [Digital håndbok]. Norge: Norsk solenergiforening; 2017 [updated 2017; cited 2019 15.04]. Available from: https://static1.squarespace.com/static/597512eb579fb3d3de0207aa/t/59afb36de3df28513645e6dd/1504686997570/NorskSolenergi_ha%CC%8Andbok_solvarme_A4_web.pdf.
8. Enova, mfl. Kompetansekompodium for varmeanlegg 2011 [Internett]. Norge: Enova; 2010 [updated 2010; cited 15. april 2019]. Available from: https://rornorge.no/getfile.php/136720-1436434524/Dokumenter/L%C3%A6reb%C3%B8ker/Kompodium_varmeanlegg_SISTE.pdf.
9. NOVAP. Nyttige Begrep [Internett]. Norge: Varmepumpeinfo.no; 2018 [updated 02.10.2018; cited 10. mai 2019]. Available from: <https://www.varmepumpeinfo.no/verdt-a-vite-om-varmepumper/nyttige-begreper>.
10. NOVAP. Luft til luft varmepumpe [Internett]. Norge: Varmepumpeinfo.no; 2019 [updated 29.01.2019]. Available from: <https://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/luft-til-luft-varmepumpe>.
11. NOVAP. Luft til vann varmepumpe [Internett]. Varmepumpe.no; 2018 [updated 29.11.2018]. Available from: <https://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/luft-til-vann-varmepumpe>.
12. Marienborg S. Varmegjenvinning fra avløpsvann i næringsbygg [Internett]. Norge 2017 [cited 20. mai 2019]. Available from: <https://blogg.vb.no/proff/varmegjenvinning-fra-avlopsvann-i-naringsbygg>.
13. Enova. Varmegjenvinning av gråvann [Internett]. Norge: enova.no; 2019 [cited 02. mai 2019]. Available from: https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/varmegjenvinning/varmegjenvinning-av-gravann-/?gclid=EAlaIqobChMIrKeUpuPD4gIVgqQYCh02kAjzEAAYASAAEgLdj_D_BwE.
14. Enova. Varmestyringsystem [Internett]. Norge: Enova; 2016 [cited 20. mai 2019]. Available from: <https://www.enova.no/privat/anbefalte-energitiltak-for-ditt-hus/hytte/>.
15. Mook, V., mfl. Forslag til endring i forskrift om kontroll av nettvirkosomhet - Utforming av uttakstarikker i distribusjonsnettet. Høringsdokument nr 5-2017 [Digital publisering]. Norge: Norges vassdrags- og energidirektorat; 2017 [cited 10. mai 2019]. Available from: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201706767/2242754>.
16. Nelfo. Effekteffektivisering i husholdningene - et alternativ til nettinvestering [Internett]. Norge: Nelfo; 2018 [cited 15. mai 2019]. Available from: <https://nelfo.no/Documents/NELFO/Bibliotek/Rapporter/effekteffektivisering.pdf>.
17. Standard Norge. SN/TS 3031:2014 Bygningers energiytelse - Beregning av energibehov og energiforsyning [Internett]. Norge: Standard Norge; 2014 [cited 12. mai 2019]. Available from:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=859500>.

18. Standard Norge. NS 3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Boligbygninger Norge: Standard Norge; 2013 [cited 2019 04.05.19]. Available from:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=636902>.

19. Meteorologisk Institutt. Været som var. Oppdal (Trøndelag) [Internett]. Norge: Yr; 2019 [cited 25. april 2019]. Available from:

<https://www.yr.no/sted/Norge/Tr%C3%B8ndelag/Oppdal/Oppdal/statistikk.html>.

20. Dokka, H. T, Dokka, A. K. SIMIEN [Internett]. Norge: programbyggerne.no; [cited 26. mai 2019]. Available from: <http://www.programbyggerne.no/>.

21. Standard Norge. SN/TS 3031:2016 Bygningers energiytelse - Beregning av energibehov og energiforsyning [Internett]. Norge: Standard Norge; 2016 [cited 12. mai 2019]. Available from:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=859500>.

22. Andresen, I. Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus. En introduksjon. Prosjektrapport nr. 22 [Internett]. Norge: SINTEF Byggforsk; 2008 [cited 13. mai 2019]. Available from:

https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb_prosjektrapport_22.pdf.

23. Dokka, T.H., Svensson, A., Wigenstad, T., et al. Energibruk i bygninger - Nasjonal database og sammenligning av beregnet og målt energibruk. Prosjektrapport nr. 76. [Internett]. Norge: SINTEF Byggforsk; 2011 [cited 10. mai 2019]. Available from: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmloi/bitstream/handle/11250/2420758/Prosjektrapport76.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Vedlegg

Vedleggsliste:

A	Beregning av energibehov etter NS 3700:2013, NS 3031:2014 og SN/TS 3031:2016 (365 bruksdøgn):	1
B	Beregning av energibehov etter NS 3700:2013, NS 3031:2014 og SN/TS 3031:2016 (60 bruksdøgn):	Error! Bookmark not defined.
C	Simulering av passivhuskrav- SIMIEN	2
D	Årssimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN	7
E	Årssimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN	12
F	Sommersimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN	18
G	Sommersimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN	21
H	Vintersimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN.....	23
I	Vintersimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN.....	26
J	Dokumentasjon av sentrale inndata for simulering i SIMIEN	29

Plakat

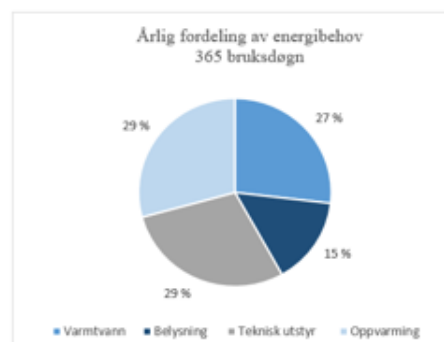
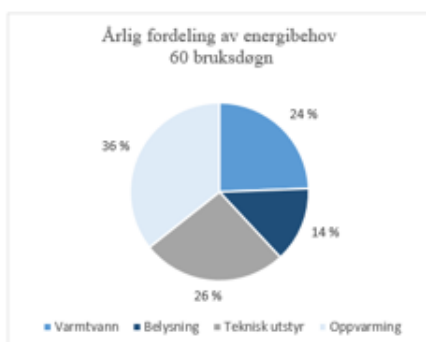
Energibudsjett for fritidsbolig bygd etter norsk passivhusstandard - Hvordan redusere bidraget til effekttopper i strømmettet

Energy budget for cabin built according to Norwegian passivehouse standard -
How to reduce contribution to effect peaks in the power grid

Prosjektnr 2019-34:
Intern veileder:
Ekstern kontakt:

Aleksander S. Brekke, Banzragch Jargalsaikhan
Laurina C. Felius, NTNU
Tina Lihaug Selbæk, Nasjonalparken Næringshage

- Energibudsjettering
- Energiberegning
- Simulering
- Strømforbruksprofil



A Simulering av passivhuskrav- SIMIEN



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 20:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone;

Resultater av evalueringen		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		Verdi
Beskrivelse		
Varmetapstall yttervegger		0,12
Varmetapstall tak		0,12
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri		0,08
Varmetapstall glass/vinduer/dører		0,11
Varmetapstall kuldebroer		0,03
Varmetapstall infiltrasjon		0,05
Totalt varmetapstall		0,52
Krav varmetapstall		0,53

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	27,0 kWh/m ²	27,4 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	61,5 kWh/m ²	65,3 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 20:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone;

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

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	2285 kWh	26,9 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	308 kWh	3,6 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	2532 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	422 kWh	5,0 kWh/m ²
3b Pumper	2 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	968 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	1489 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	8005 kWh	94,2 kWh/m ²
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	1847 kWh	21,7 kWh/m ²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	657 kWh	7,7 kWh/m ²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	6815 kWh	80,2 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 20:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone;

Levert energi til bygningen (NS 3700)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	3616 kWh	42,5 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	1610 kWh	18,9 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	5226 kWh	61,5 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	5226 kWh	61,5 kWh/m ²

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	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 20:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone;

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	111	
Areal tak [m ²]:	130	
Areal gulv [m ²]:	96	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	12	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	85	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	306	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,07	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	14,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	57	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,36	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,44	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	90	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 20:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone;

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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,38	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/1,00/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	ASB, BJ
Kommentar	

B Årssimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:42 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	2479 kWh	29,2 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	313 kWh	3,7 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	2121 kWh	25,0 kWh/m ²
3a Vifter	422 kWh	5,0 kWh/m ²
3b Pumper	2 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	968 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	1489 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	7794 kWh	91,7 kWh/m ²
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	1732 kWh	20,4 kWh/m ²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	620 kWh	7,3 kWh/m ²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	6683 kWh	78,6 kWh/m ²

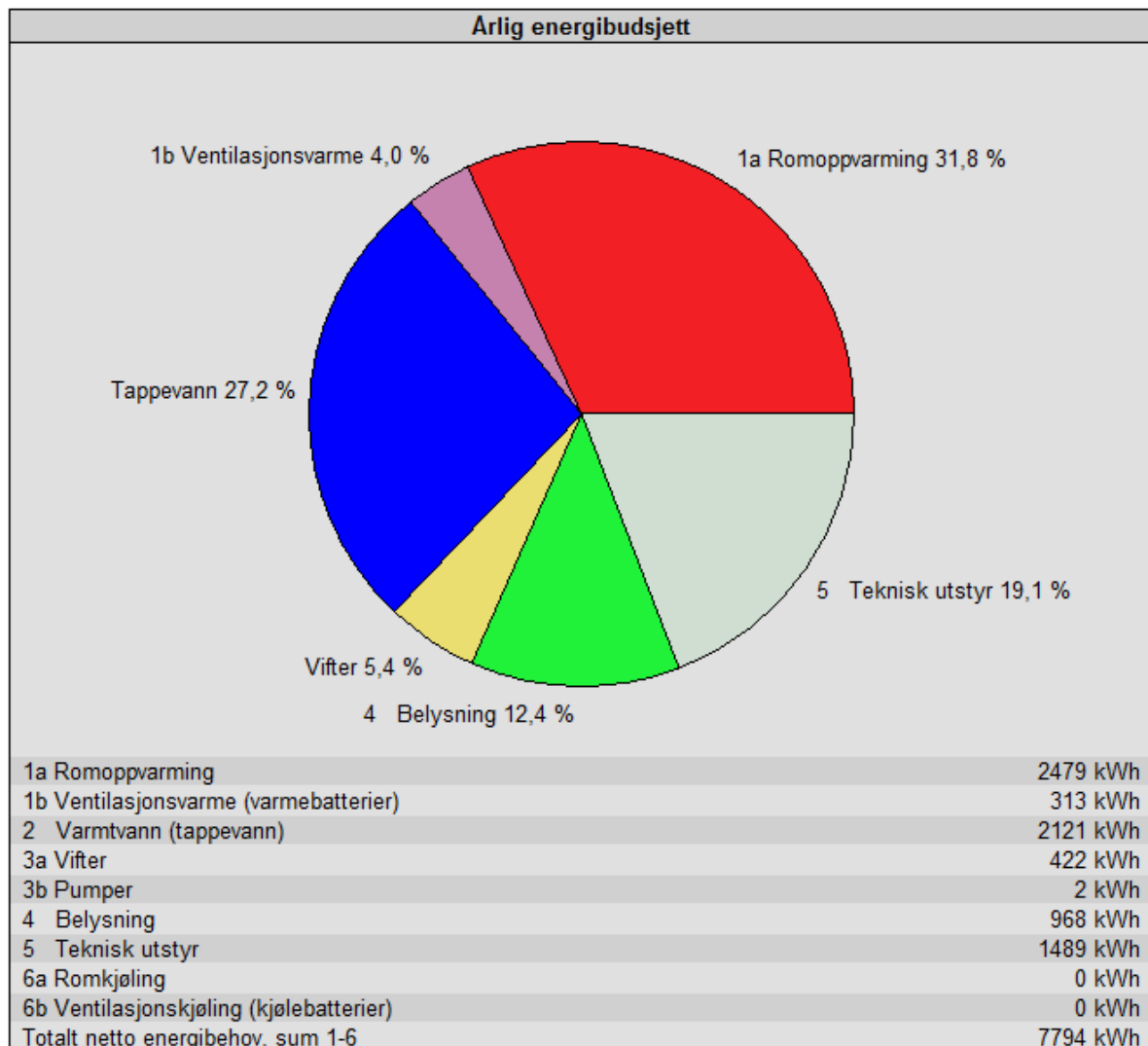
Lvert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	3610 kWh	42,5 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	1550 kWh	18,2 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt lvert energi, sum 1-7	5160 kWh	60,7 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto lvert energi	5160 kWh	60,7 kWh/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:42 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone





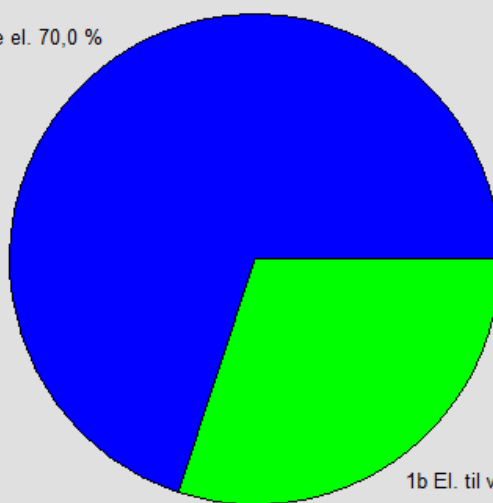
SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:42 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Lvert energi til bygningen (beregnet)

1a Direkte el. 70,0 %

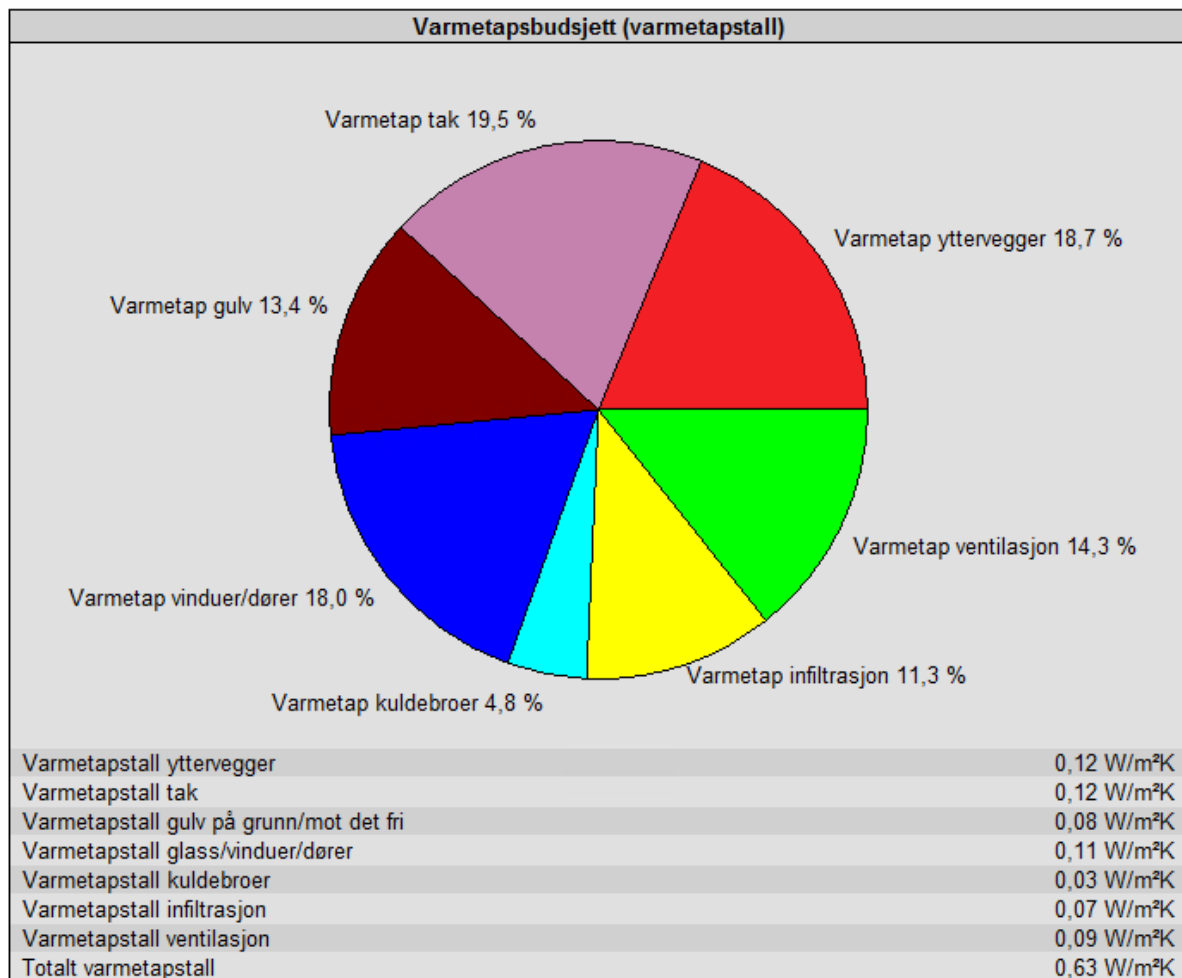


1b El. til varmepumpesystem 30,0 %

1a Direkte el.	3610 kWh
1b El. til varmepumpesystem	1550 kWh
1c El. til solfangersystem	0 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
Totalt levert energi, sum 1-7	5160 kWh



Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:42 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

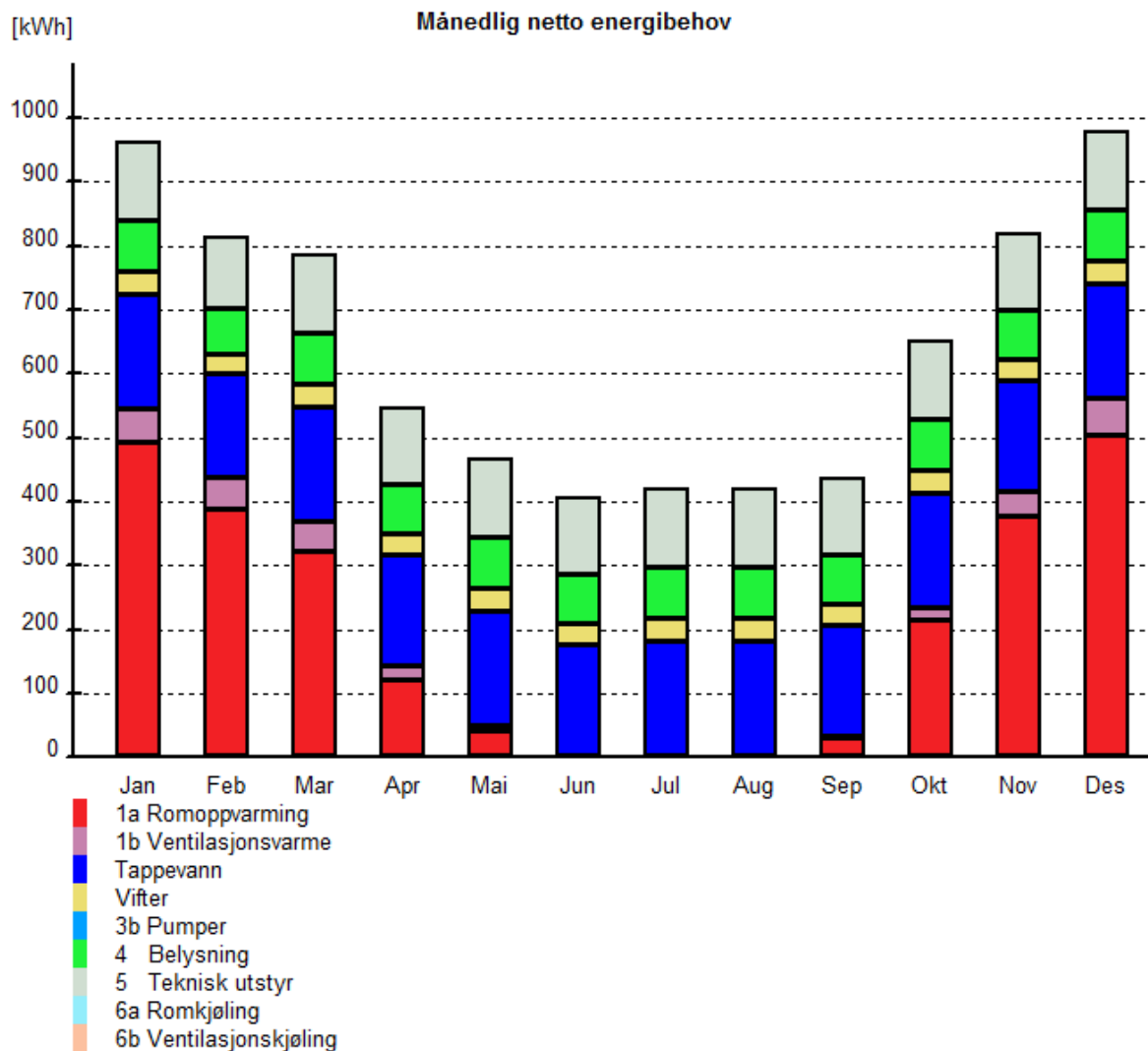




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:42 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone



C Årssimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	2479 kWh	29,2 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	313 kWh	3,7 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	2121 kWh	25,0 kWh/m ²
3a Vifter	422 kWh	5,0 kWh/m ²
3b Pumper	2 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	968 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	1489 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	7794 kWh	91,7 kWh/m ²
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	1732 kWh	20,4 kWh/m ²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	620 kWh	7,3 kWh/m ²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	6683 kWh	78,6 kWh/m ²

Lvert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	3503 kWh	41,2 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	1550 kWh	18,2 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	3 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-1621 kWh	-19,1 kWh/m ²
Totalt lvert energi, sum 1-7	3435 kWh	40,4 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-2833 kWh	-33,3 kWh/m ²
Netto lvert energi	602 kWh	7,1 kWh/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

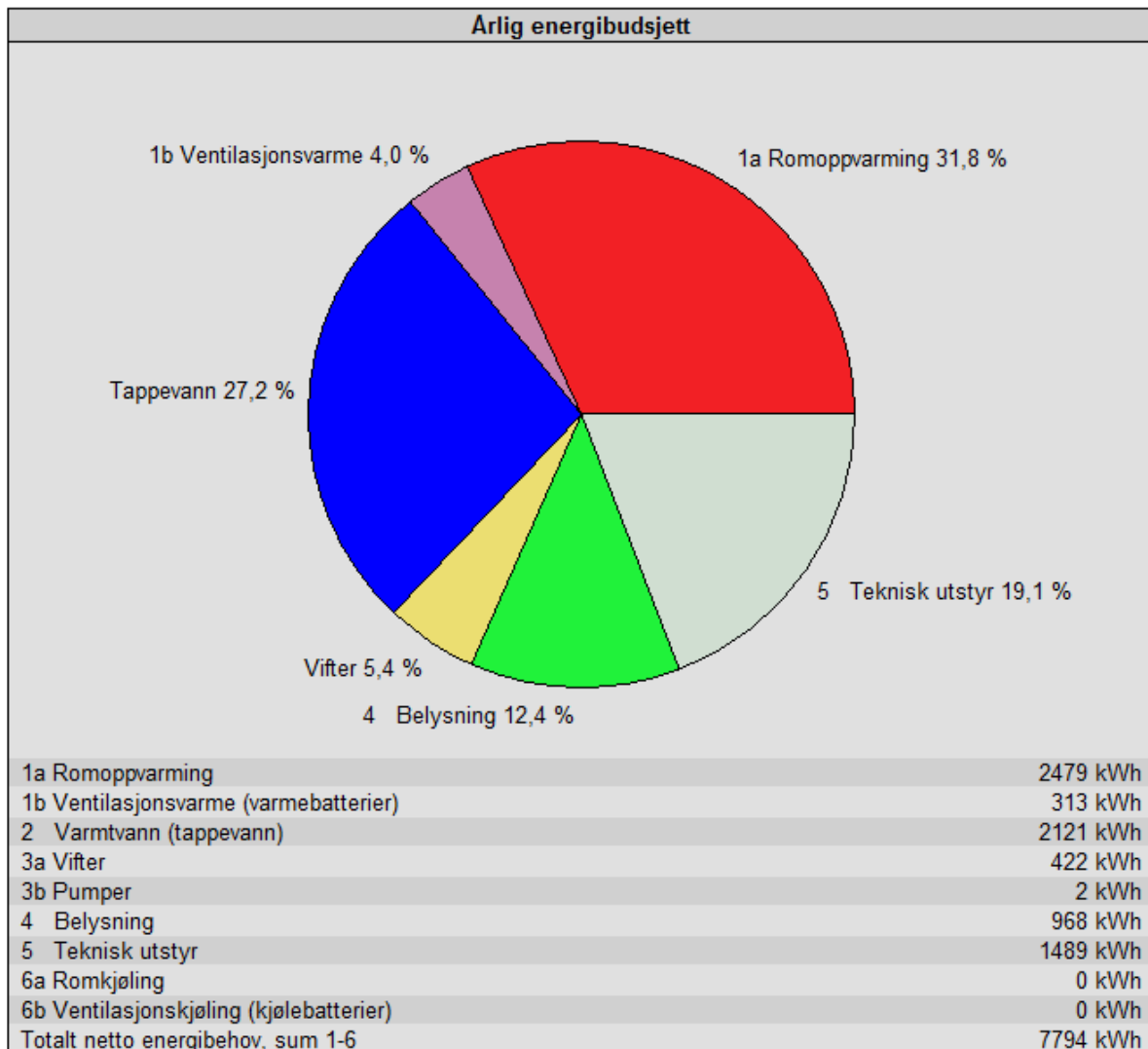
Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	1384 kg	16,3 kg/m ²
1b El. til varmepumpesystem	114 kg	1,3 kg/m ²
1c El. til solfangersystem	1 kg	0,0 kg/m ²
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m ²
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m ²
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m ²
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m ²
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-640 kg	-7,5 kg/m ²
Totalt utslipp, sum 1-7	859 kg	10,1 kg/m ²
Solstrøm til eksport	-1119 kg	-13,2 kg/m ²
Netto CO2-utslipp	-260 kg	-3,1 kg/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone





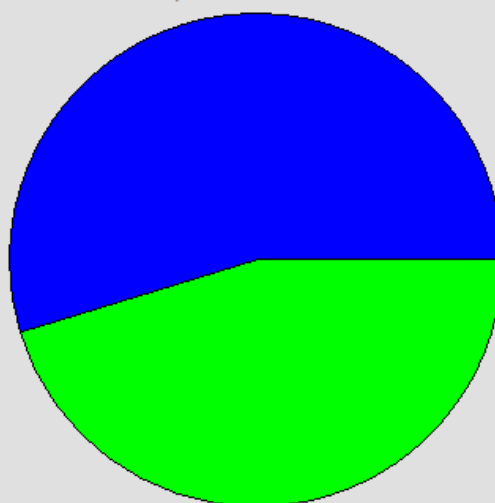
SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Levert energi til bygningen (beregnet)

1a Direkte el. 54,8 %



1b El. til varmepumpesystem 45,1 %

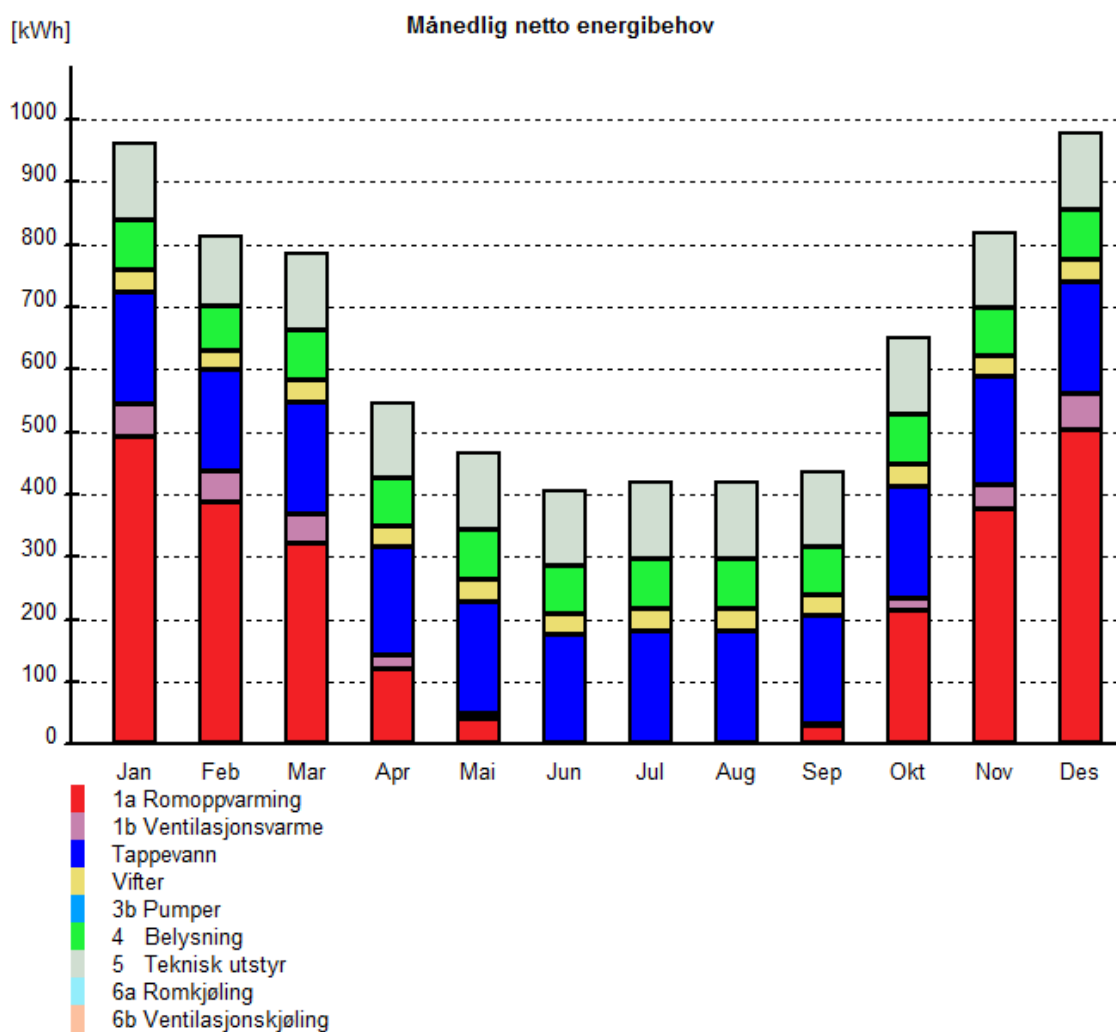
1a Direkte el.	1882 kWh
1b El. til varmepumpesystem	1550 kWh
1c El. til solfangersystem	3 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
Totalt levert energi, sum 1-7	3435 kWh



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

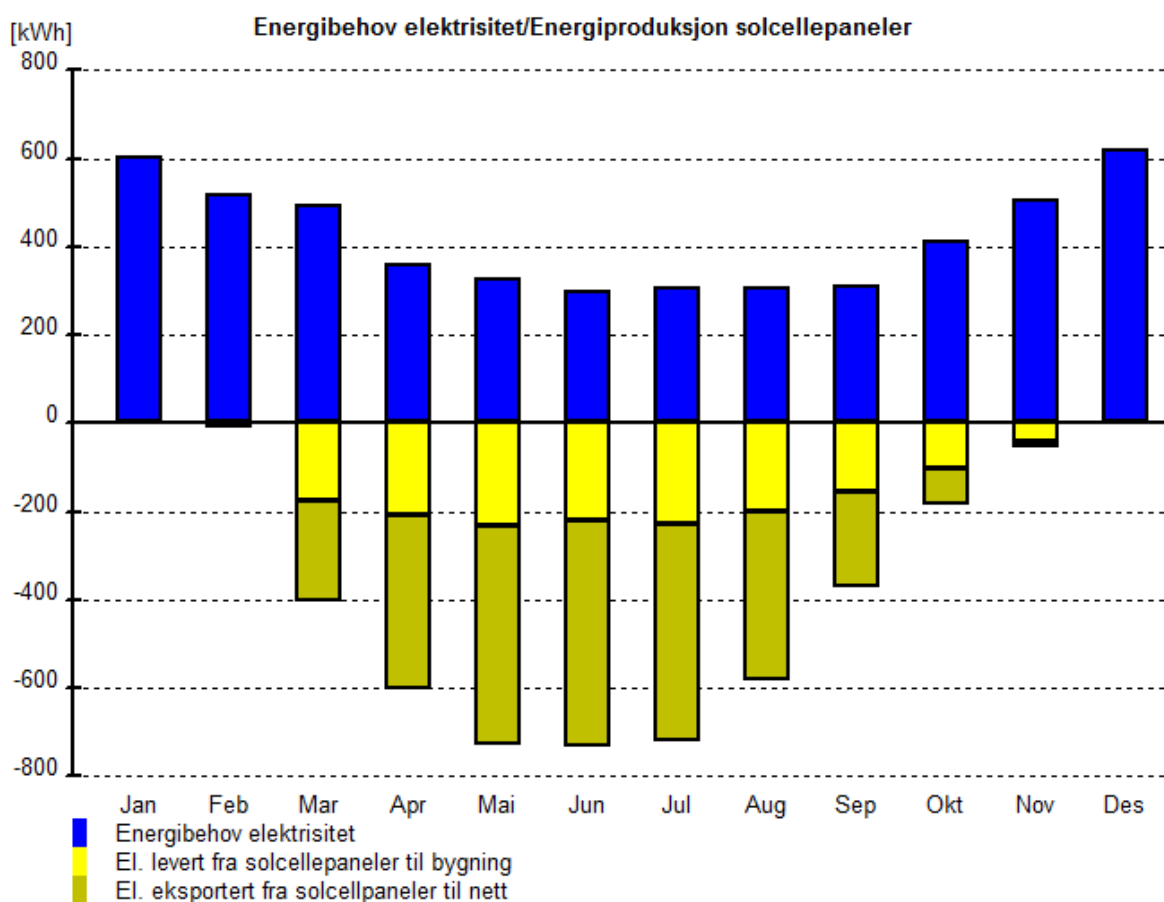




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
 Tid/dato simulering: 21:10 4/6-2019
 Programversjon: 6.010
 Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
 Firma: Undervisningslisens
 Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
 Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
 Sone: Total sone



Panel	Energiproduksjon solceller [kWh]												Totalt
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	
Produsert Solcelle tak	0	0	385	580	706	716	701	563	359	178	58	0	4247
Produsert Solcelle vegg	3	14	24	29	27	25	26	24	19	12	5	0	207
Sum produsert	3	14	410	609	733	740	727	587	378	190	63	0	4454
Levert til bygning	3	14	179	213	237	225	233	203	161	106	47	0	1621
Eksportert til nett	0	0	231	395	496	515	494	384	217	83	16	0	2833

D Sommersimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN



SIMIEN

Resultater sommersimulering

Simuleringsnavn: Sommersimulering
Tid/dato simulering: 20:49 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maksimal romlufttemperatur (Total sone):	23,9 °C	18:00
Maksimal operativ temperatur (Total sone)	23,6 °C	18:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Total sone)	581 PPM	20:15

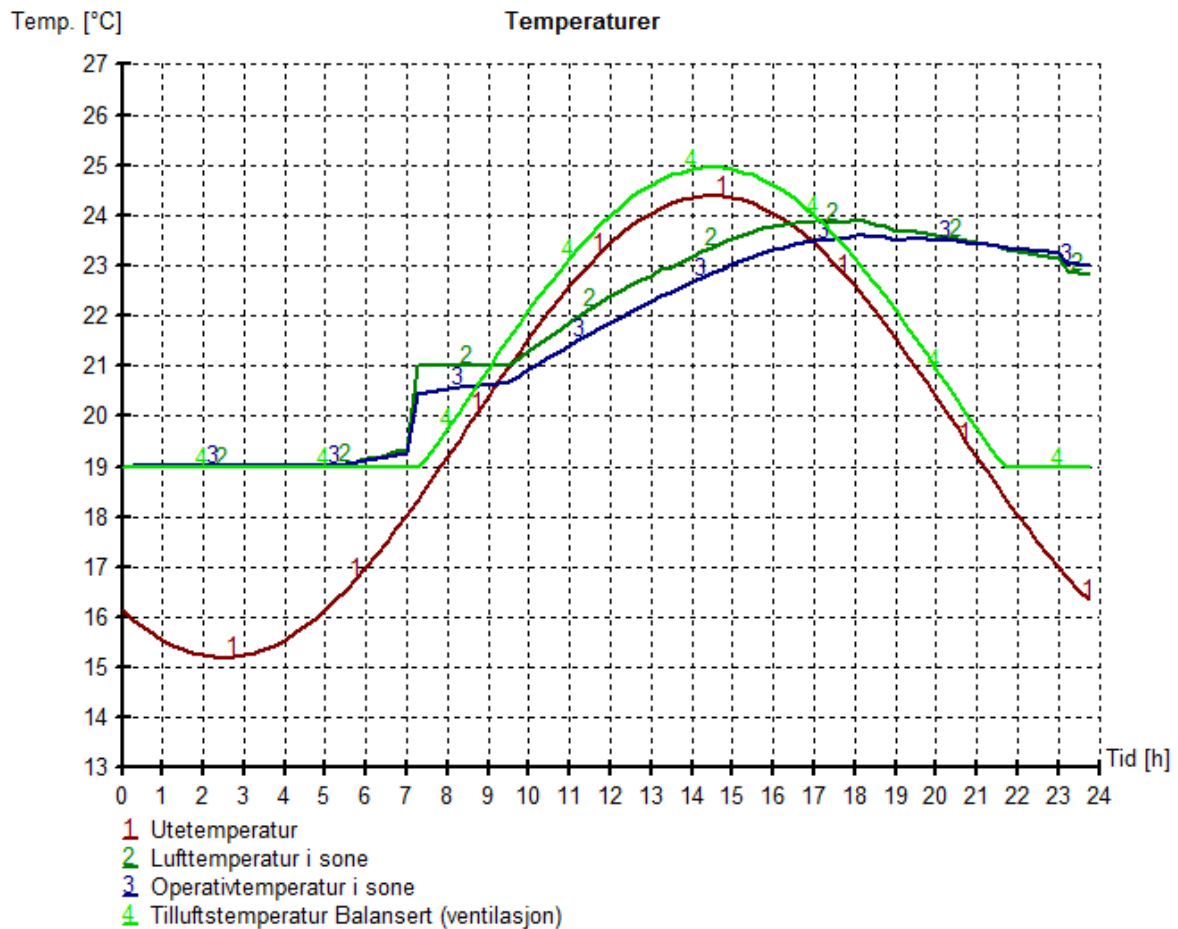
Sammendrag av nøkkelverdier for Total sone		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. innelufttemperatur	23,9 °C	18:00
Maks. operativ temperatur	23,6 °C	18:00
Maks. CO2 konsentrasjon	581 PPM	20:15



SIMIEN

Resultater sommersimulering

Simuleringsnavn: Sommersimulering
Tid/dato simulering: 20:49 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

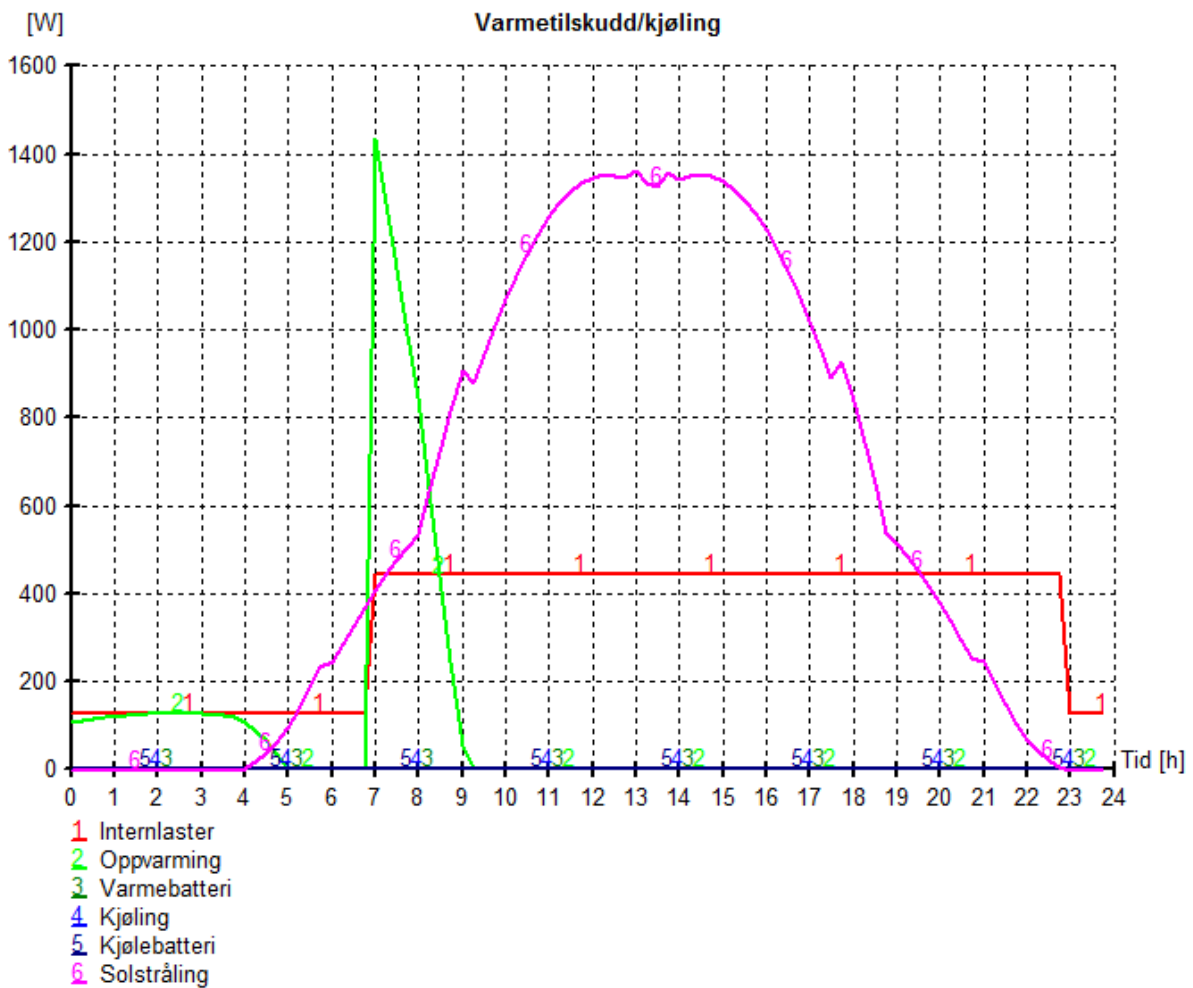




SIMIEN

Resultater sommersimulering

Simuleringsnavn: Sommersimulering
Tid/dato simulering: 20:49 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone



E Sommersimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN

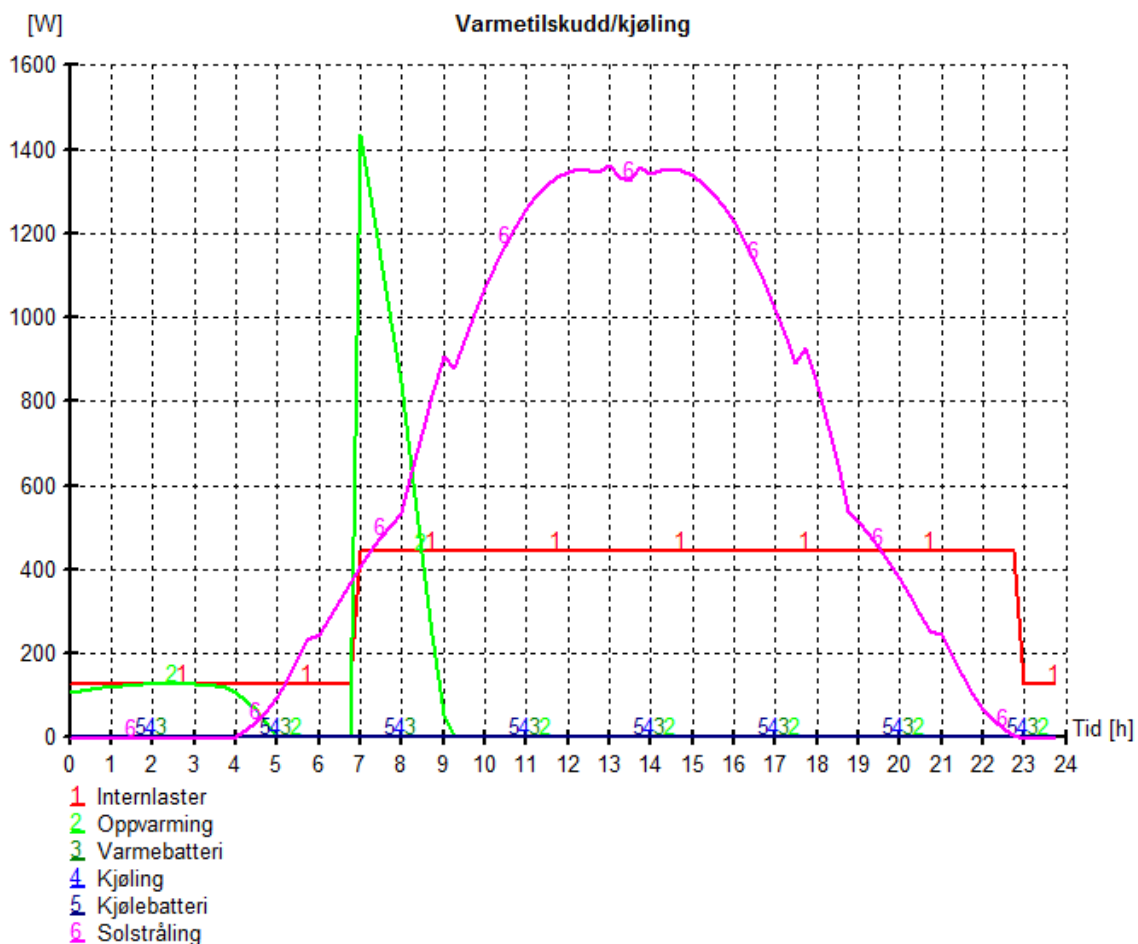


SIMIEN

Resultater sommersimulering

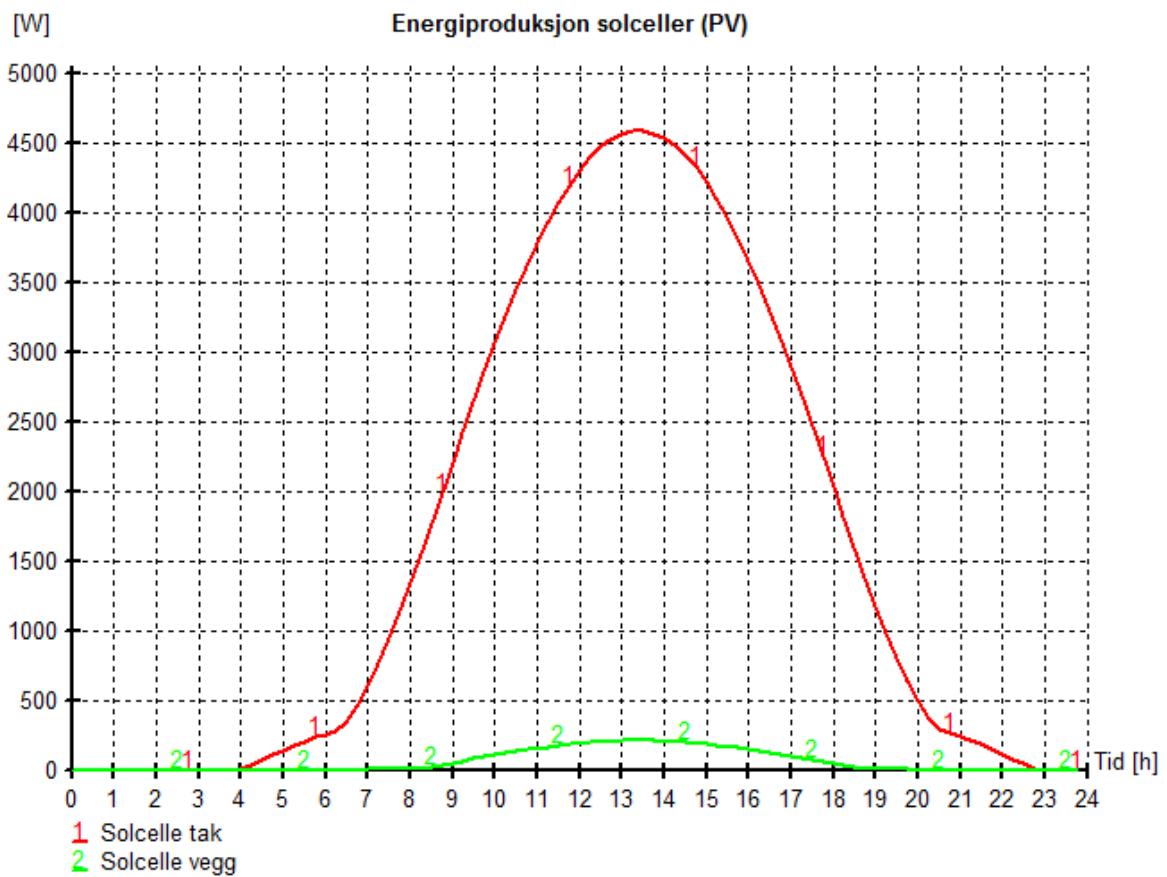
Simuleringsnavn: Sommersimulering
Tid/dato simulering: 21:14 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maksimal romlufttemperatur (Total sone):	23,9 °C	18:00
Maksimal operativ temperatur (Total sone)	23,6 °C	18:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Total sone)	581 PPM	20:15





Simuleringsnavn: Sommersimulering
Tid/dato simulering: 21:14 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone



F Vintersimulering – Konfigurasjon 1 SIMIEN



SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 20:55 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	264 W / 3,1 W/m ²	01:30
Totalt installert effekt varmebatterier	2550 W / 30,0 W/m ²	01:30
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	3263 W / 38,4 W/m ²	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	5100 W / 60,0 W/m ²	07:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	07:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Total sone)	579 PPM	23:15

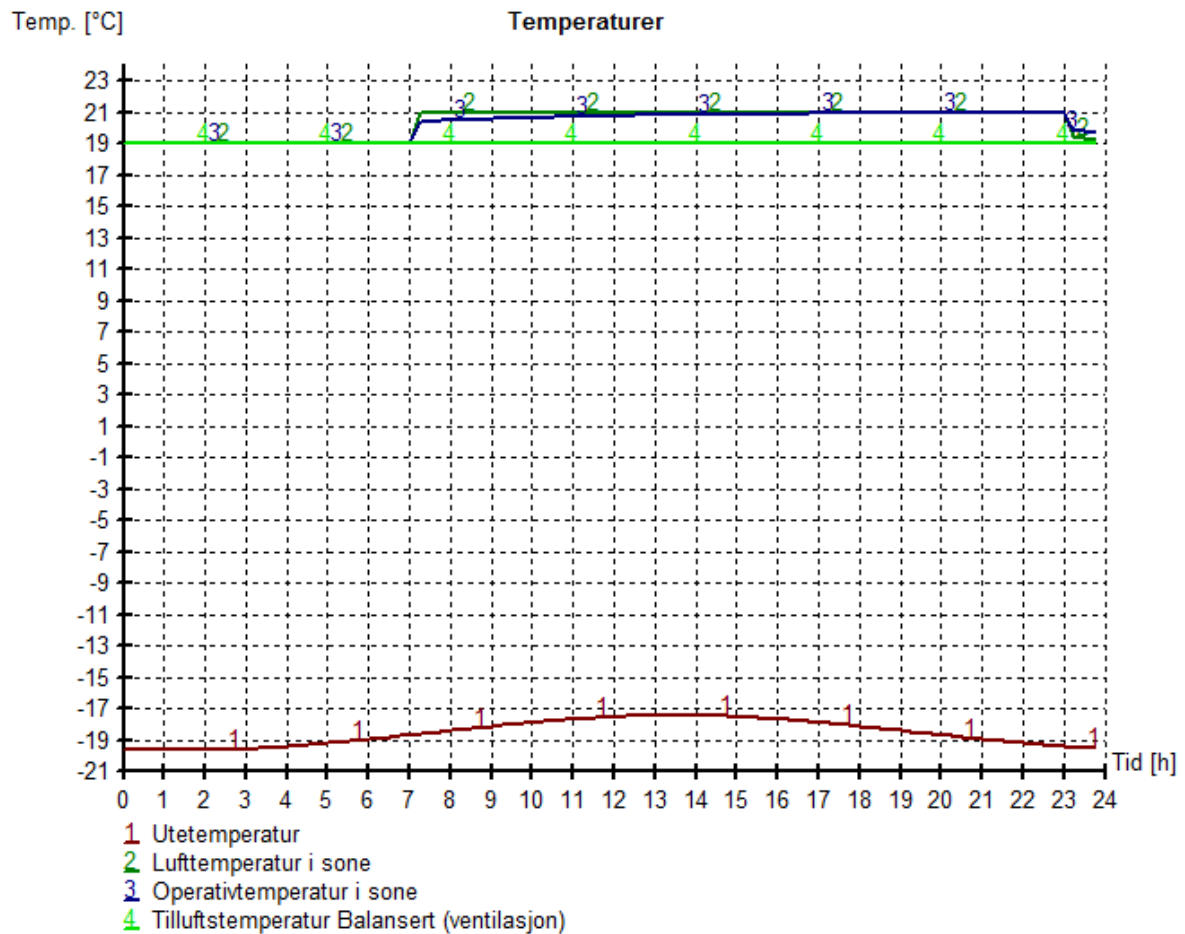
Sammendrag av nøkkelverdier for Total sone		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Min. innelufttemperatur	19,0 °C	02:00
Min. operativ temperatur	19,0 °C	07:00
Maks. CO2 konsentrasjon	579 PPM	23:15
Maksimal effekt varmebatterier:	264 W / 3,1 W/m ²	01:45
Installert effekt varmebatterier	2550 W / 30,0 W/m ²	01:45
Maksimal effekt oppvarmingsanlegg:	3263 W / 38,4 W/m ²	07:00
Installert effekt romoppvarming	5100 W / 60,0 W/m ²	07:00



SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 20:55 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

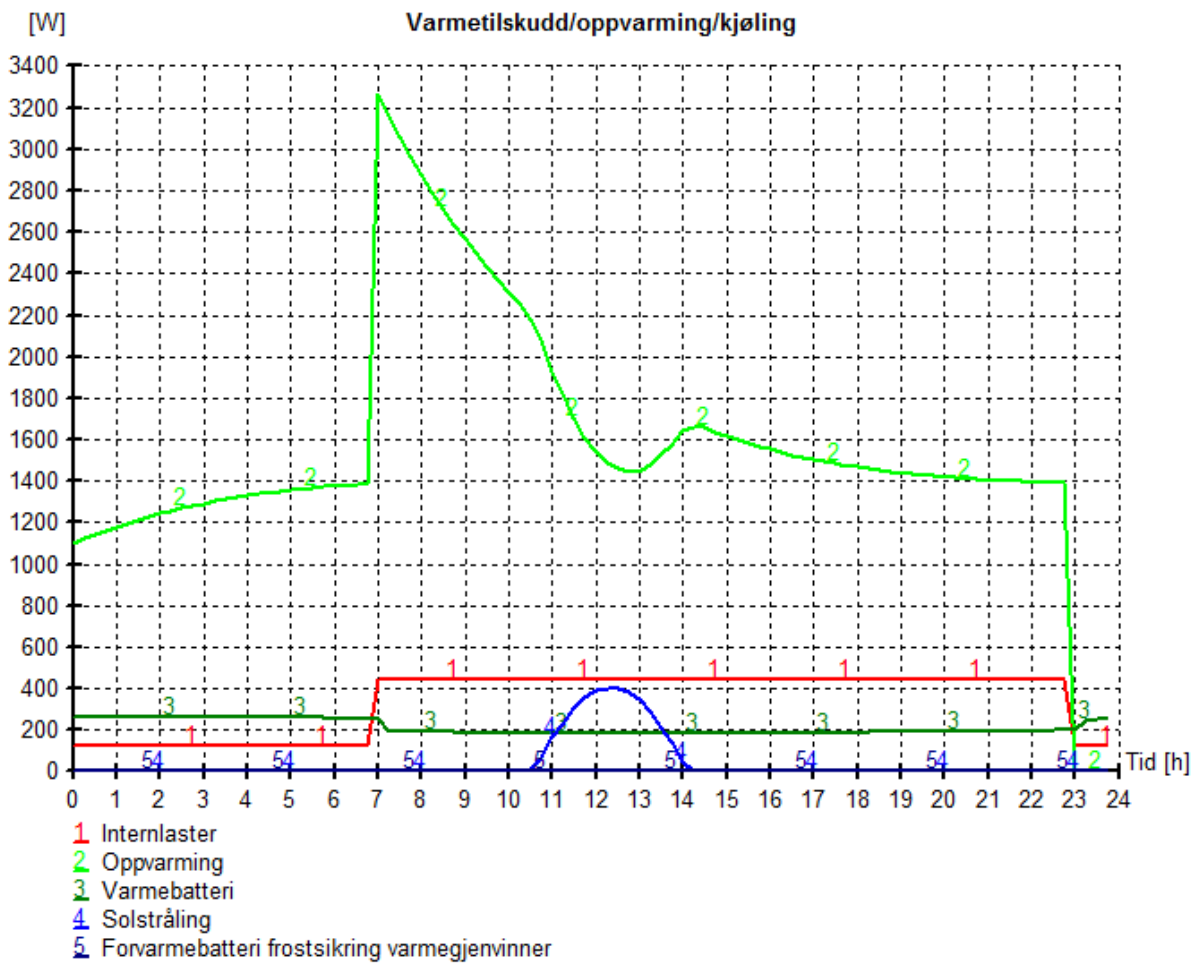




SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 20:55 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone



G Vintersimulering – Konfigurasjon 2 SIMIEN



SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 22:30 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Dimensjonerende verdier		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	264 W / 3,1 W/m ²	01:30
Totalt installert effekt varmebatterier	2550 W / 30,0 W/m ²	01:30
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	3263 W / 38,4 W/m ²	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	5100 W / 60,0 W/m ²	07:00
Min. romlufttemperatur:	19,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	19,0 °C	07:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Total sone)	579 PPM	23:15

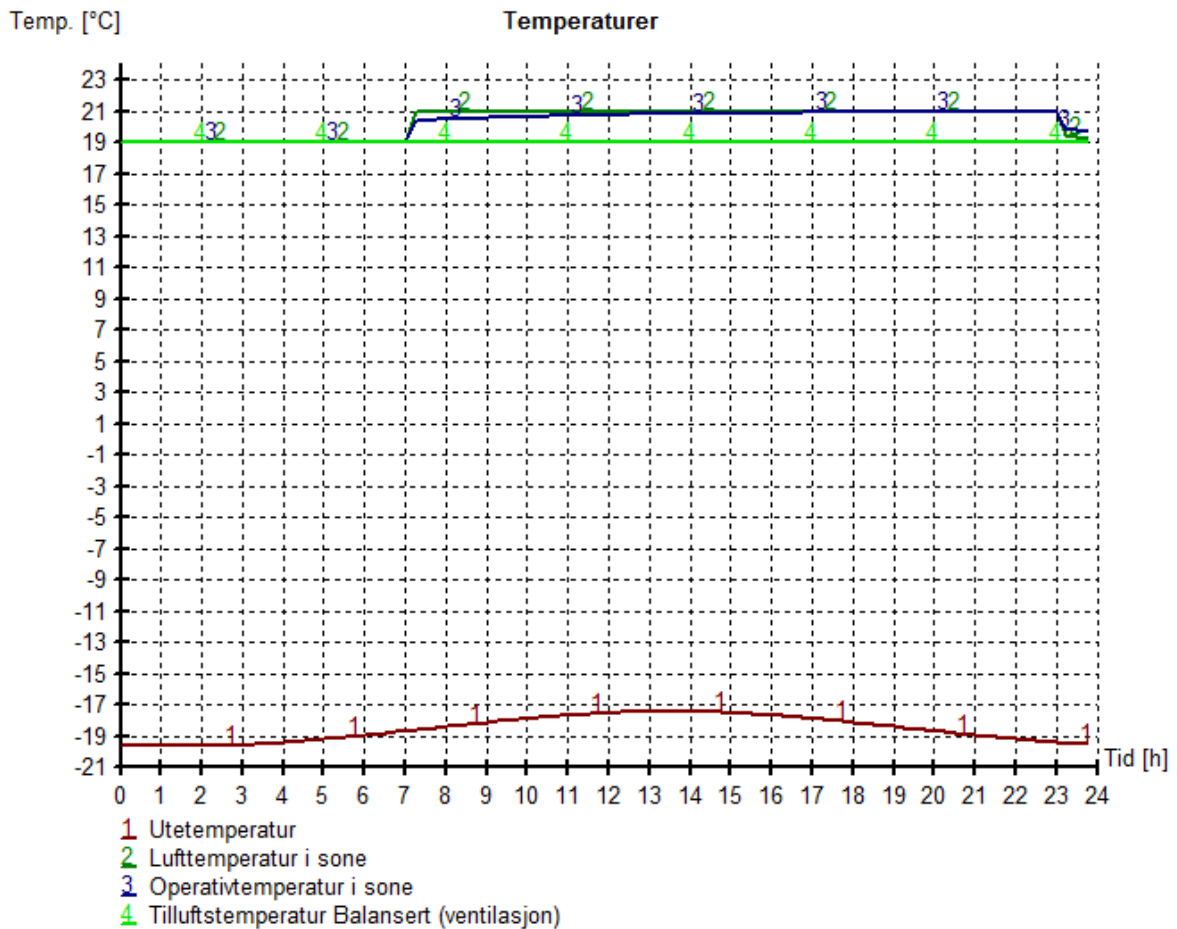
Sammendrag av nøkkelverdier for Total sone		
Beskrivelse	Verdi	Tidspunkt
Min. innelufttemperatur	19,0 °C	02:00
Min. operativ temperatur	19,0 °C	07:00
Maks. CO2 konsentrasjon	579 PPM	23:15
Maksimal effekt varmebatterier:	264 W / 3,1 W/m ²	01:45
Installert effekt varmebatterier	2550 W / 30,0 W/m ²	01:45
Maksimal effekt oppvarmingsanlegg:	3263 W / 38,4 W/m ²	07:00
Installert effekt romoppvarming	5100 W / 60,0 W/m ²	07:00



SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 22:30 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

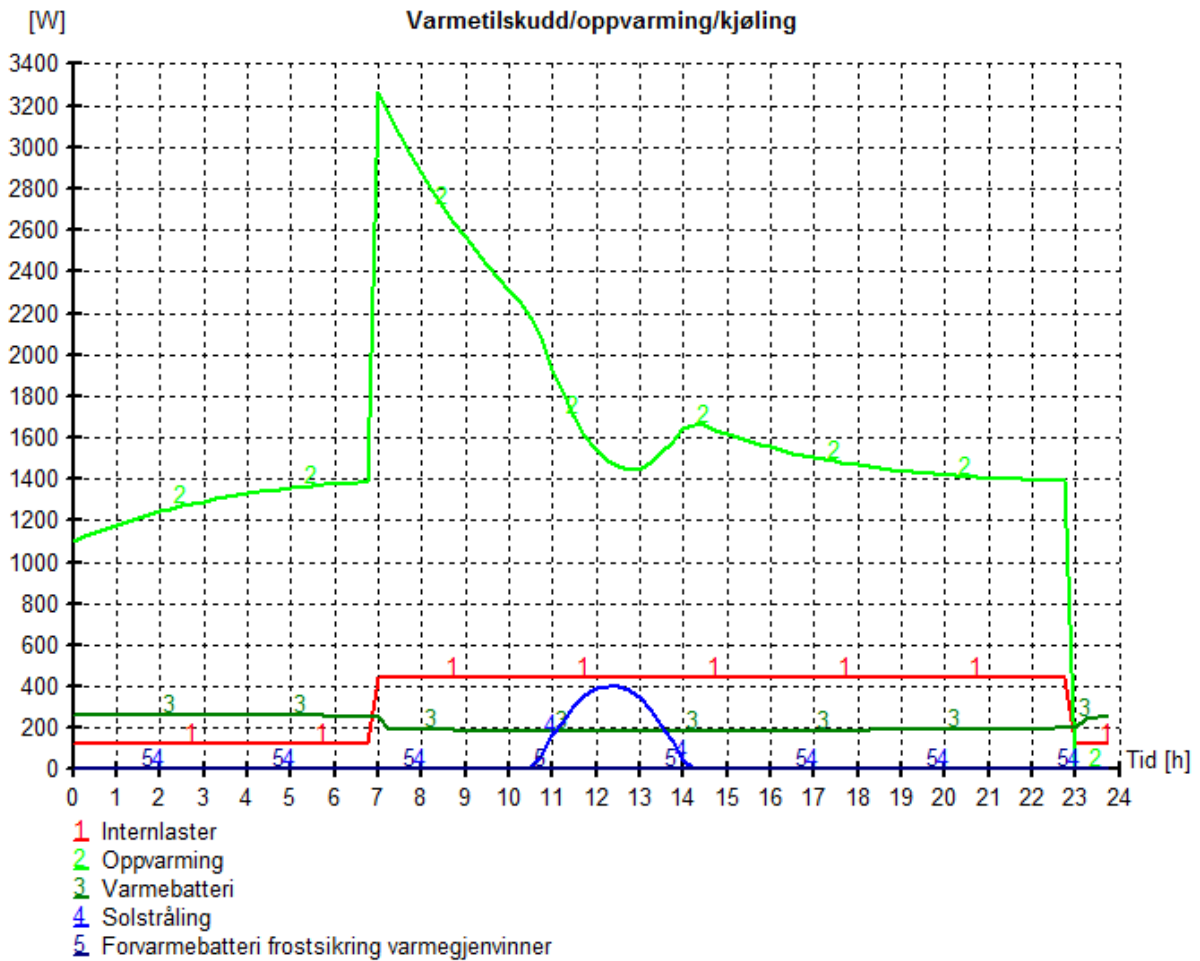




SIMIEN

Resultater vintersimulering

Simuleringsnavn: Vintersimulering
Tid/dato simulering: 22:30 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone



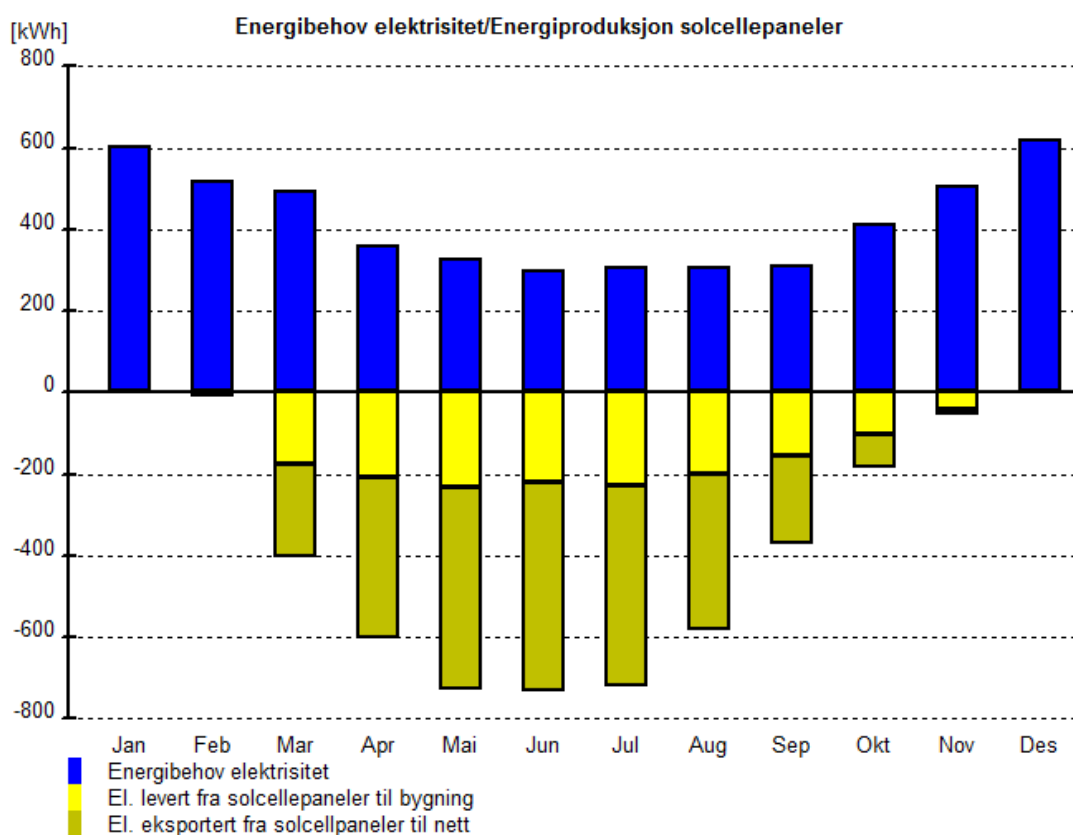
H Dokumentasjon av sentrale inndata for simulering i SIMIEN



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
 Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
 Programversjon: 6.010
 Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
 Firma: Undervisningslisens
 Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
 Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
 Sone: Total sone



Panel	Energiproduksjon solceller [kWh]												Totalt
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	
Produsert Solcelle tak	0	0	385	580	706	716	701	563	359	178	58	0	4247
Produsert Solcelle vegg	3	14	24	29	27	25	26	24	19	12	5	0	207
Sum produsert	3	14	410	609	733	740	727	587	378	190	63	0	4454
Levert til bygning	3	14	179	213	237	225	233	203	161	106	47	0	1621
Eksportert til nett	0	0	231	395	496	515	494	384	217	83	16	0	2833



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	ASB, BJ
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Trondheim
Breddegrad	63° 30'
Lengdegrad	10° 22'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	5,1 °C
Midlere solstråling horisontal flate	102 W/m ²
Midlere vindhastighet	4,6 m/s



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,81 Systemvirkningsgrad varmtvann: 1,00 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,88 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 395 g/kWh Andel romoppvarming: 40,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmebatteri: 0,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 2,50 Systemvirkningsgrad varmtvann: 2,50 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 2,30 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 395 g/kWh Andel romoppvarming: 60,0% Andel oppv, tappevann: 0,0% Andel varmebatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %
1c El. til solfangersystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 33,84 Systemvirkningsgrad varmtvann: 40,00 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 36,85 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 395 g/kWh Andel romoppvarming: 0,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmebatteri: 0,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata solcellepanel	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Solcelle tak
Effektivt areal	30.0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180 °
Takvinkel	30 °
Nominell virkningsgrad	0.18
Tapsfaktor panel	0.89
Tapsfaktor inverter	0.95
Panelet er dekket av snø	Fra 12.01 til 03.01
Eksporterer overskudd til nett	Ja
Pris eksportert energi	0.45 kr/kWh
Horisont	N-NØ: 5 ° NØ-Ø: 5 ° Ø-SØ: 5 ° SØ-S: 5 ° S-SV: 5 ° SV-V: 5 ° V-NV: 5 ° NV-N: 5 °

Inndata solcellepanel	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Solcelle vegg
Effektivt areal	2.0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180 °
Takvinkel	90 °
Nominell virkningsgrad	0.18
Tapsfaktor panel	0.89
Tapsfaktor inverter	0.95
Eksporterer overskudd til nett	Ja
Pris eksportert energi	0.45 kr/kWh
Horisont	N-NØ: 5 ° NØ-Ø: 5 ° Ø-SØ: 5 ° SØ-S: 5 ° S-SV: 5 ° SV-V: 5 ° V-NV: 5 ° NV-N: 5 °



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	Verdi
Konvektiv andel varmetilskudd belysning	0,30
Konvektiv andel varmetilsk. teknisk utstyr	0,50
Konvektiv andel varmetilskudd personer	0,50
Konvektiv andel varmetilskudd sol	0,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. vegger	2,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. himling	2,00
Konvektiv varmoverføringskoeff. gulv	3,00
Bypassfaktor kjølebatteri	0,25
Innv. varmemotstand på vinduruter	0,13
Midlere lufthastighet romluft	0,15
Turbulensintensitet romluft	25,00
Avstand fra vindu	0,60
Termisk konduktivitet akk. sjikt [W/m ² K]:	20,00

Inndata rom/sone	
Beskrivelse	Verdi
Oppvarmet gulvareal	85,0 m ²
Oppvarmet luftvolum	306,0 m ³
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/(m ² K)
Varmekapasitet møbler/interiør	0,0 Wh/m ² (Ingen møbler)
Lekkasjetall (luftskifte v. 50pa)	0,60 ach
Skjerming i terrenget	Ingen skjerming
Fasadesituasjon	Flere eksponerte fasader
Driftsdager i Januar	31
Driftsdager i Februar	28
Driftsdager i Mars	31
Driftsdager i April	30
Driftsdager i Mai	31
Driftsdager i Juni	30
Driftsdager i Juli	31
Driftsdager i August	31
Driftsdager i September	30
Driftsdager i Oktober	31
Driftsdager i November	30
Driftsdager i Desember	31



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vegg Fasade Sør (fasade)
Totalt areal	36,4 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180°
Innv. akkumulerende sjikt	Gipsplate 13mm Varmekapasitet 2,4 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,09 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Dør sør (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	2,5 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 0,80 W/m ² K

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	vindu sør (Vindu(er) på Vegg Fasade Sør)
Antall vinduer	2
Høyde vindu(er)	1,30 m
Bredde vindu(er)	1,60 m
Karm-/ramme faktor	0,20
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,80 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Innvendige persienner 28 mm lameller, 2-lags rute, 1 energiglass Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,38 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,51



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vegg Fasade Nord (fasade)
Totalt areal	36,4 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	0°
Innv. akkumulerende sjikt	Gipsplate 13mm Varmekapasitet 2,4 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,09 W/m ² K

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	dør nord (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	2,5 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 0,80 W/m ² K

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vegg Fasade Øst (fasade)
Totalt areal	25,2 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	90°
Innv. akkumulerende sjikt	Gipsplate 13mm Varmekapasitet 2,4 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,09 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	vindu øst (Vindu(er) på Vegg Fasade Øst)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	1,20 m
Bredde vindu(er)	1,20 m
Karm-/ramme faktor	0,20
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,80 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Innvendige persienner 28 mm lameller, 2-lags rute, 1 energiglass Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,38 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,51

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vegg Fasade Vest (fasade)
Totalt areal	25,2 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	270°
Innv. akkumulerende sjikt	Gipsplate 13mm Varmekapasitet 2,4 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,09 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	vindu vest (Vindu(er) på Vegg Fasade Vest)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	1,20 m
Bredde vindu(er)	1,20 m
Karm-/ramme faktor	0,20
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,80 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Innvendige persienner 28 mm lameller, 2-lags rute, 1 energiglass Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,38 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,51



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata yttertak	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Tak mot sør (yttertak)
Totalt areal	65,0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180°
Takvinkel	28,0°
Innv. akkumulerende sjikt	Dobbel gipsplate (13 + 13 mm) Varmekapasitet 4,8 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,08 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80

Inndata yttertak	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Tak mot nord (yttertak)
Totalt areal	65,0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	0°
Takvinkel	28,0°
Innv. akkumulerende sjikt	Dobbel gipsplate (13 + 13 mm) Varmekapasitet 4,8 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,08 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata gulv mot friluft/kryprom/grunn	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Gulv mot grunn (gulv)
Oppvarmet gulvareal	96,0 m ²
Gulvtype	Gulv på grunn
Utvendig omkrets	40,00 m
Tykkelse grunnmur	0,30 m
Grunnforhold	Fjell Varmekapasitet: 556 Wh/m ³ K Varmeledningsevne: 3,50 W/mK
Ekstra kantisolering	Type: Vertikal Navn: 50 mm XPS (varmeledningsevne 0,034) Høyde/bredde: 0,60 m Tykkelse: 5,0 cm Varmeledningsevne: 0,03 W/mK
Innv. akk. sjikt gulv	Parkett (14 mm) + betong Varmekapasitet 41,0 Wh/m ² K
Gulvkonstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,08 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata CAV	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Balansert (CAV ventilasjon)
Ventilasjonsstype	Balansert ventilasjon
Driftstid	24:00 timer drift pr døgn
Luftmengde	I driftstiden: tilluft = 1.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.4 m ³ /hm ² Utenfor driftstiden: tilluft = 1.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.4 m ³ /hm ² Helg/feriedag: tilluft = 1.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.4 m ³ /hm ²
Tilluftstemperatur	19.0 °C
Varmebatteri	Ja Maks. kapasitet: 30 W/m ²
Vannbåren distribusjon til varmebatteri	Delta-T: 30.0 °C SPP: 0.5 kW/(l/s)
Kjølebatteri	Nei
Varmegjenvinner	Ja, temperaturvirkningsgrad: 0.80
Vifter	Plassering tilluftsvifte: Etter gjenvinner Plassering avtrekksvifte: Før gjenvinner
Avtrekksvarmepumpe	Effektfaktor: 3.00 Min. avkasttemp: -10.0°C
Avtrekksvarmepumpe leverer til	Varmtvann/Romoppvarming/Varmebatteri
SFP-faktor vifter	1.50 kW/m ² /s

Inndata belysning	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Intern (internlaster, belysning)
Effekt/Varmetilskudd belysning	I driftstiden; Effekt: 2,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Antall timer drift pr døgn: 16:00



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 21:31 4/6-2019
Programversjon: 6.010
Simuleringsansvarlig: ASB, BJ
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: M:\Skole\Simien\Bachelor m fornybar.smi
Prosjekt: Passivhus Fritidsbolig
Sone: Total sone

Inndata teknisk utstyr (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Intern (internlaster, teknisk utstyr)
Effekt/Varmetilskudd teknisk utstyr	I driftstiden; Effekt: 3,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Antall timer drift pr døgn: 16:00

Inndata oppvarming av tappevann	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Intern (internlaster, tappevann)
Tappevann	Driftsdag; Midlere effekt: 2,8 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; Vanndamp: 0,0 g/m ² Helg/feriedag; Midlere effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; ; Vanndamp: 0,0 g/m ²

Inndata varmetilskudd personer (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Intern (internlaster, varmetilskudd personer)
Varmetilskudd personer	I arbeidstiden: 1,5 W/m ² Utenfor arbeidstiden: 0,0 W/m ² Ferie/helgedager: 0,0 W/m ² Antall arbeidstimer: 24:00

Inndata oppvarming	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Oppvarm (oppvarming)
Settpunkttemperatur i driftstid	21,0 °C
Settpunkttemperatur utenfor driftstiden	19,0 °C
Maks. kapasitet	60 W/m ²
Konvektiv andel oppvarming	0,50
Driftstid	16:00 timer drift pr døgn
Vannbårent oppvarmingsanlegg	Nei