



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp  
Fakultet for miljøvitenskap og teknologi  
Institutt for matematiske realfag og teknologi

## **Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard - Case Cicignon Park, Fredrikstad**

Reconstruction of hospital buildings to residence  
and passive house standard - Case Cicignon Park,  
Fredrikstad

Chen Sheng Lu  
Master i teknologi - Byggeteknikk og arkitektur

## Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2016 ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU, ved institutt for matematiske realfag og teknologi. Oppgaven dekker flere fagområder i studium *Master i teknologi - Byggeteknikk og arkitektur* og arbeidet har utgjort 30 studiepoeng.

Formålet med oppgaven er å finne ut hvordan vi kan ombygge sykehus bygninger til bolig, samt å oppnå passivhus standard. Den skal se nærmere på et case og legge fram anbefalte tiltak for å oppnå passivhus og kartlegge utfordringene som er tilknyttet til disse.

Jeg ønsker å rette en stor takk til veilederen min professor John Petter Langdalen ved IMT på NMBU for god veiledning og innspill til arbeidet med masteroppgaven, og til Professor Thomas Thiis ved IMT på NMBU, for å ha kommet med råd og innspill vedrørende energiberegning.

Videre vil jeg takke NG Development AS som har stilt en av sine eiendommer til disposisjon og styreformann Cao Kan og driftsteknikker Nikolajus som har vært særdeles hjelpsom med informasjon om prosjektet og bygget.

Det rettes også takk til arkitektfirmaet Niels Torp AS for deres tekniske skisser, 3D modeller og Fredrikstad kommune for deres veiledning, kart og tegninger.

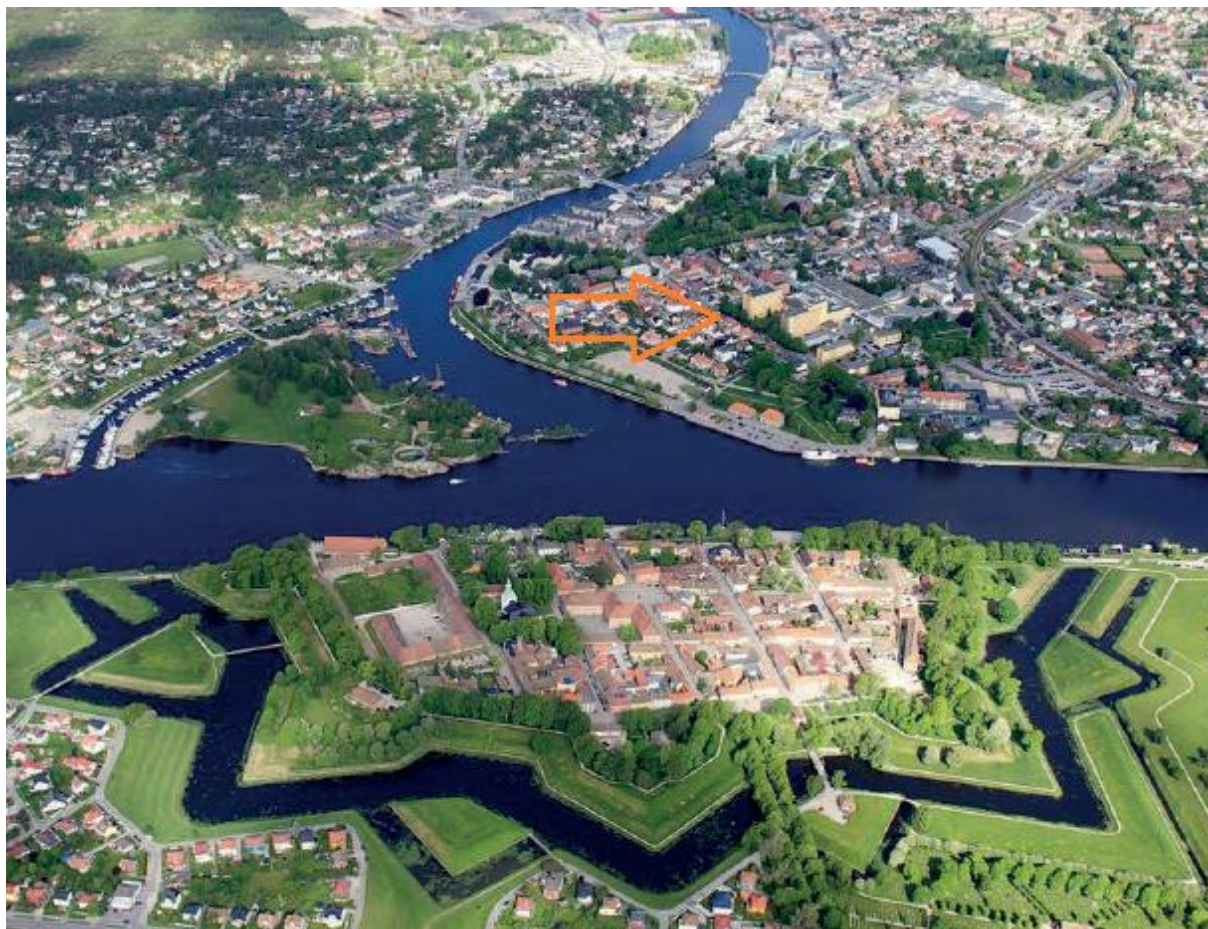
Til slutt vil jeg takke foreldrene og svigerforeldrene mine for deres uerstattelige støtter fra dag en og en stor stor takk til kona og barna våre som har vært tålmodige, hjelpsomme og forståelsesfulle under hele perioden.

Ås 15.mai 2016

---

Chen Sheng Lu

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 1 Fugleperspektivet til casebygningene, Cicignon park, Fredrikstad 2016



Figur 2 Oppgavens forslag

## Sammendrag

Klimaendringene er en av de største utfordringene verden står overfor i dag og drivhuseffekten og CO<sub>2</sub>-utslipp er blant de viktigste årsakene til klimaendringer.

Problemet oppstår når menneskenes utslipp av CO<sub>2</sub> i atmosfæren kommer i tillegg til det naturlige utslippet, slik at det totalt sett blir sluppet ut mer enn hva som blir fanget opp.

Med hensyn til miljø er det viktig å satse på reduksjon av energiforbruket. Bygg og bygg relatert industri står for om lag 40% av det totale energiforbruket i Norge og har et stort potensial for å bli mer energieffektive. Om lag 80% av dagens bygningsmassen vil fremdeles stå i 2050 i følge av miljøhandlingsplanen fra regjeringen (Norge Kommunal- og 2009). Her er det stor potensial for energi-effektivisering og -sparing.

Et av konseptene for energieffektive bygg er passivhus. Som har et lavt energibehov. Dette oppnås gjennom passive tiltak som eksempelvis en god isolert klimaskall, gjenvinning av varme fra ventilasjonsluften. Minimalisert varmetap og kuldebro.

Casebyggene er to bygninger fra det tidligere Fredrikstad sykehuset nå en del av boligprosjektet Cicignon Park. De 2 høyblokkene A og B består av 10 og 9 etasjer pluss kjeller fra 1956 og 1970 (Brynildsen 2012). Disse er planlagt til å utvides og ombygges til bolig. Utgangspunktet for oppgaven er basert på masterplanen til arkitektkontoret Niels Torp AS for å se om deres skisser passer til høyblokkene. Deretter vil oppgaven belyse hvilke tiltak og prosjektering som kan gjøres for å oppfylle kravene til passivhus, samt mulighetene til å nå ZEB-O (Zero emission buildings).

Gjennom litteraturstudiet er det sett at parametere som u-verdier for bygningskroppen, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall er viktig å legge vekt på i en energieffektiv rehabilitering.

Ulike tiltakspakker for å oppnå passivhuskriteriene vil bli presentert i rapporten.

Energiforbruk for disse tiltakene er beregnet i programmene SIMIEN og TEK-sjekk Energi, etter beregningsmetode gitt i NS 3031.



## Abstract

Climate change is one of the biggest challenges facing the world today and the greenhouse effect and CO<sub>2</sub> emissions are among the main causes of climate change. The problem arises when human emissions of CO<sub>2</sub> in the atmosphere is in addition to the natural discharge, such that in total are released more than what is being captured.

With regard to the environment, it is important to focus on reduction of energy consumption. Construction and building related industries account for about 40% of total energy consumption in Norway and has a great potential to become more energy efficient. Approximately 80% of the current buildings will still stand in 2050 in consequence of environmental action from the government (Norway Government and 2009). There is a major potential for energy efficiency and conservation.

One concept for energy-efficient building is the passive house standard. Which has a low energy requirement. This is achieved through passive measures such as a good isolation building envelopes, recovery of heat from the ventilation air. Minimized heat loss and thermal bridges.

Case buildings are two buildings from the former Fredrikstad hospital now part of the housing project - Cicignon Park. The 2 highrises A and B consists of 10 and 9 floors plus basement respectively from 1956 and 1970 (Brynildsen 2012). These are planned to be expanded and converted to residence. The basis for the thesis is based on the master plan of the architects office Niels Torp AS to see if their artwork fits highrises. Then the task will illustrate the measures and design that can be done to meet the requirements for passive house as well as opportunities to reach ZEB-O (Zero emission buildings).

Through literature study, it is seen that the parameters u-values for building body, normalized thermal bridge and leakage figures is important to emphasize in an energy efficient rehabilitation.

Various packages of measures to achieve the passive house criteria will be presented in the report. Energy consumption for these measures is estimated in programs SIMIEN and TEK-sjekk Energy, by calculation given in NS 3031.

## Innholdsfortegnelse

|   |    |
|---|----|
| Forord .....  | 1  |
| Sammendrag .....  | 3  |
| Abstract .....  | 4  |
| Figurliste.....   | 7  |
| Tabelliste .....  | 8  |
| 1 Innledning.....   | 9  |
| 1.1 Bakgrunn .....  | 9  |
| 1.2 Målsetting og problemstilling.....                    | 9  |
| 1.3 Cicignon park, Fredrikstad og NG Development AS ..... | 10 |
| 1.4 Omfang og begrensning.....                            | 10 |
| 1.5 Begrepsavklaring .....                                | 11 |
| 2 Metode.....   | 13 |
| 2.1 Kvalitativ vs. kvantitative.....                      | 13 |
| 2.2 Valg av metode .....                                  | 13 |
| 2.2.1 Litteraturstudium.....                              | 13 |
| 2.2.2 Casestudium .....                                   | 14 |
| 2.2.3 Befaring.....                                       | 16 |
| 2.2.4 Tilstand for bygningene .....                       | 16 |
| 2.2.5 Energisimulering SIMIEN og TEK-sjekk energi.....    | 17 |
| 2.2.6 ArchiCAD 18 .....                                   | 18 |
| 2.2.7 VELUX Daylight Visualizer 2.....                    | 18 |
| 3 Teori .....   | 18 |
| 3.1 Byggtekniskforskrift TEK 15 .....                     | 18 |
| 3.2 Passivhus .....                                       | 20 |
| 3.3 Zero Emission Buildings (ZEB) .....                   | 22 |
| 3.4 Energimerket .....                                    | 23 |
| 3.5 Energiforsyning .....                                 | 25 |
| 3.5.1 Fjernvarme .....                                    | 26 |
| 3.5.2 Solenergi .....                                     | 27 |
| 3.5.3 Vindenergi.....                                     | 30 |
| 3.5.4 Varmepumpe.....                                     | 32 |
| 4 Case – Cicignon Park, Fredrikstad.....                  | 33 |
| 4.1 Om prosjektet .....                                   | 33 |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

|   |   |
|---|---|
| 4.1.1 Bygningskroppen .....                                       | 35                                      |
| 4.1.2 Tekniske system og energiforsyning.....                     | 37                                      |
| 4.1.3 Teknisk tilstand .....                                      | 38                                      |
| 5 Forslag til ombygging av bygninger og energiltak .....          | 38                                      |
| 5. 1 Ombygging av sykehus bygninger .....                         | 39                                      |
| 5.1.1 Endring på oppgavens utgangspunkt .....                     | 39                                      |
| 5.1.2 Oppgavens forslag .....                                     | 41                                      |
| 5.1.3 Program, leilighetstyper og fordeling .....                 | 44                                      |
| 5.1.4 Materialbruk.....   | 49                                      |
| 5.1.5 Dagslyssimulering.....                                      | 49                                      |
| 5.1.6 Krav om tilgjengelig .....                                  | 54                                      |
| 5.1.7 Parkering .....   | 55                                      |
| 5. 2 Energisparende tiltak .....                                  | 57                                      |
| 5.2.1 Energisimulering.....                                       | 57                                      |
| 5.2.2 Konsept 1 Med minimumskrav til passivhus.....               | 58                                      |
| 5.2.3 Konsept 2 – forbedre ventilasjonsanlegg og yttervegger..... | 69                                      |
| 6 Konklusjon .....  | 75                                      |
| 6.1 ZEB – O.....  | 75                                      |
| Referanseliste .....  | 76                                      |
| Vedlegg .....   | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |
| Daylight Visualizer.....  | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |
| Calculation on zones .....  | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |
| SIMIEN test resultat .....  | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |
| Konsept 2 .....   | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |
| TEK-sjekk energi.....   | <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |

## Figurliste

|   |    |
|---|----|
| Figur 1 Fugleperspektivet til casebygningene, Cicignon park, Fredrikstad 2016.....                                      | 2  |
| Figur 2 Oppgavens forslag .....   | 2  |
| Figur 3 Casebygningene, Blokk B og A til det tidligere sykehuset Fredrikstad (Skifte eiendom, salgsprospekt 2015) ..... | 10 |
| Figur 4 Masterplanen til Cicignon Park, Fredrikstad. Arkitektkontoret Niels Torp AS 2015 .                              | 10 |
| Figur 5 Situasjonsplan fra 1950 med planlagt blokk A.....   | 15 |
| Figur 6 Situasjonsplan fra 1979, med blokk A og B .....   | 15 |
| Figur 7 Sørfasaden til blokk A, takbildet på blokk B og fjernvarmeaggregater i teknisk rom på U. etasje. (Lu).....      | 16 |
| Figur 8 Deler av takst rapporten. (Sivilingeniør Erik Brynildsen 2012).....   | 16 |
| Figur 9 Nye energirammer for utvalgte bygningskategorier, TEK15, www.lovdato.no.....                                    | 19 |
| Figur 10 Energiltak, TEK15, www.lovdato.no .....  | 19 |
| Figur 11 Minimumskrav til bygningskomponenter, TEK15. www.lovdato.no .....  | 19 |
| Figur 12 Passivhus minstekrav, hentet fra TEK-sjekk energi .....  | 20 |
| Figur 13 Passiv energidesign (husbanken.no 2016).....   | 21 |
| Figur 14 Ulike ambisjoner for nullutslippsbygg (Dokka m.fl.2013) .....  | 22 |
| Figur 15 Energimerking (energimerking.no2016) .....   | 24 |
| Figur 16 Tabellen for oppvarmingskarakteren (energimerking.no 2014).....  | 25 |
| Figur 17 Eksisterende varmevekslene fra Fredrikstad fjernvarme AS. (Lu 2016) .....                                      | 26 |
| Figur 18 Global horizontal irradiation (solargis.info 2016) .....   | 27 |
| Figur 19 Solinnstråling i Norge i januar og juli mot horisontale flate (Norsk Solenergiforening 2016).....              | 28 |
| Figur 20 Gjennomsnittlig solinnstråling i Oslo per døgn på sørvendt flate (SINTEF 2016)...                              | 28 |
| Figur 21 Prinsippeskisse over hvordan solcelle fungerer (Fornybar.no 2015) .....  | 29 |
| Figur 22 Monokrystallinske vs. Multikrystallinske solcellepaneler (tu.no 2016).....                                     | 29 |
| Figur 23 Norges 10 største solkraftanlegg (multiconsult.no).....  | 29 |
| Figur 24 Solcelleanlegg Askø Vestby (tu.no 2016) .....  | 30 |
| Figur 25 Monokrystallinske solcelleanlegg til Powerhouse Kjørbo i Sandvika (tu.no 2013)...                              | 30 |
| Figur 26 Globale vindressursene i 80 meters høyde. (www.3Tier.com 2016) .....   | 31 |
| Figur 27 Prinsippeskisse for vindturbin (Fornybar.no 2016).....   | 31 |
| Figur 28 vertikalakslende vindturbiner (www.zero.no 2016) .....   | 32 |
| Figur 29 Prinsippeskisse som viser hvordan en varmepumpe fungerer (Fornybar.no 2016) ....                               | 33 |
| Figur 30 Masterplan og situasjonsplan til Cicignon Park, Fredrikstad (Niels Torp AS 2015)                               | 34 |
| Figur 31 Bygget A har 10 etasjer + 1 underetasje (Takst rapport 2012).....  | 34 |
| Figur 32 Bygget B har 9 etasjer + 1 underetasje (Takst rapport 2012) .....  | 35 |
| Figur 33 Fottrykket til blokk B og A (Lu 2016) .....  | 35 |
| Figur 34 Deler av plantegning 4 – 8 Etasje, 420-163 (1950).....   | 36 |
| Figur 35 plan og Snitt tegning A310, 1979 (Fredrikstad kommune 2016) .....  | 36 |
| Figur 36 Vest og Sør siden av blokk - B (Lu 2016).....  | 37 |
| Figur 37 Teknisk rommene i underetasjen. (Lu 2016).....   | 37 |
| Figur 38 Ingen synlig skader på eksisterende tak plan. (Lu 2016).....   | 38 |
| Figur 39 Befaringsbildet, sørfasaden til blokk A. (Lu 2016) .....   | 38 |
| Figur 40 Illustrasjonsbildet fra Arkitektkontoret Niels Torp AS (2015) .....  | 39 |
| Figur 41 Sammenligning av masterplanen i rødt og eksisterende plantegning (Lu 2016).....                                | 39 |
| Figur 42 Sammenligning av masterplanen i rødt og oppgavens forslag (Lu 2016).....                                       | 40 |



|   |    |
|---|----|
| Figur 43 Fredrikstad sykehus mulighetsstudie ny bebyggelse, illustrasjonsbildet HRTB AS 2010.....                         | 40 |
| Figur 44 BRA sammenligning (Lu2016) .....   | 41 |
| Figur 45 Direkte konfliktsonen mellom masterplanen og oppgavens forslag. (Lu 2016) .....                                  | 41 |
| Figur 46 Nord, øst, sør og vest view .....  | 44 |
| Figur 47 Oppgavens forslag .....  | 44 |
| Figur 48 Blokk A - Leilighetsfordeling over en representative plan opptil 8. Etasje, .....                                | 44 |
| Figur 49 Blokk B - Leilighetsfordeling over en representative plan opptil 8. Etasje.....                                  | 45 |
| Figur 50 Blokk A - Leilighetsfordeling 9 - 11. Etasje .....   | 46 |
| Figur 51 Blokk B - Leilighetsfordeling 9 - 11. Etasje.....  | 47 |
| Figur 52 Blokk A - Inngangsmuligheter på 1. Etasje.....   | 48 |
| Figur 53 Blokk B – inngangsmuligheter på underetasjen og 1. Etasjen .....   | 48 |
| Figur 54 Rekreasjonsområdet mellom byggene. Illustrasjonsbildet (Niels Torp AS 2015) ....                                 | 49 |
| Figur 55 De utvalgte leiligheter til dagslyssimulering (Lu 2016) .....  | 50 |
| Figur 56 Minste blokk B leilighet med 1 vindu (1,6 x 1,6) og 1 balkong dør (1,9 x 2,39), ØST vendt (Lu 2016).....         | 50 |
| Figur 57 Minste A – blokk leilighet med 2 vinduer og 1 balkongdør, VEST vendt (Lu).....                                   | 51 |
| Figur 58 Blokk B leilighet med 1 vindu og 1 balkongdør og blokk A leilighet med 2 vinduer og 1 balkongdør, (Lu 2016)..... | 51 |
| Figur 59 Blokk B - 40 kvm dagslys simuleringsresultatet (Lu 2016) .....   | 53 |
| Figur 60 Blokk A - 40 kvm dagslys simuleringsresultatet (Lu 2016).....  | 53 |
| Figur 61 Byggteknisk forskrift Kap. XII § 12-2 Krav om tilgjengelig boenhet .....   | 54 |
| Figur 62 Livsløpsstandard, eksempel på soverom (Byggforsk 361.121).....   | 54 |
| Figur 63 Ombygging til livsløpsstandard før og etter. ....  | 55 |
| Figur 64 Parkeringsforslag over 2 plan på 1. Etasje og underetasjen (HRTB AS).....  | 56 |
| Figur 65 forslag til plasseringen av midlertidig parkeringsplasser .....  | 56 |
| Figur 66 Skjermbildet fra SIMIEN beregningen.....   | 57 |
| Figur 67 Sone fordeling Blokk B til venstre og Blokk A til høyre .....  | 58 |
| Figur 68 Passivhus vindu produkt fra Nordan (nordan.no 2016).....   | 59 |
| Figur 69 Fordelen å etterisolere utvendig .....   | 60 |
| Figur 70 Energimerke, konsept 1 .....   | 67 |

## Tabelliste

|  |    |
|--|----|
| Tabell 1 Norsk standard NS 3700 - Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall.....                   | 21 |
| Tabell 2 Dimensjonere vindu størrelse i henhold til resultatene til dagslyssimulering (Lu 2016).....               | 52 |
| Tabell 3 Krav om antall parkeringsplasser (Lu 2016).....   | 56 |
| Tabell 4 Oversikt over tiltakskonsept 1 (Lu 2016) .....  | 60 |
| Tabell 5 Tak – U-verdi beregning etter NS 3031 (Lu 2016). <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>                  |    |
| Tabell 6 Yttervegger, Tak - U-verdi beregning etter NS 3031 (Lu 2016) .... <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b> |    |
| Tabell 7 Sammenligning av konsept 1 mot minstekrav i NS 3700 ..... <b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>         |    |

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Menneskeskapte klimaendringer har sin hovedårsak i bruken av fossil energi. Bruk av olje, kull og gass til energiformål gir store utslipp av klimagasser, i første rekke CO<sub>2</sub>, som fører til økt temperatur, hyppigere og større naturkatastrofer, ismelting, ørkenspredning og tap av naturmangfold. Et viktig satsingsområdet med hensyn til miljø er å redusere energiforbruket. Bygg og bygg relatert industri står for om lag 40% av det totale energiforbruket i Norge og har et stort potensial for å bli mer energieffektive. Kommunal- og regionaldepartementet (Norge Kommunal- og 2009) har uttalt at om lag 80% av dagens bygningsmassen vil fremdeles stå i 2050. Her er det stor potensial for energi-effektivisering og - sparing.

Et av konseptet for energieffektive bygg er passivhus. Som har et enda lavere energibehov bygninger som bygget etter teknisk forskrift 2015. Dette oppnås gjennom passive tiltak som eksempelvis en god isolert klimaskall, gjenvinning av varme fra ventilasjonsluften.

Minimalisert varmetap og kuldebro.

Barrierer for å bygge flere passivhus i Norge er ofte relatert til klima, økonomi og forståelser. Her i landet er det stor tilgang til miljøvennlig energi kilder som for eksempel vasskraft. Det fører også til at vi har lave strømpriser i forhold til andre i verden. Dette har blitt en liten hinder for å redusere energiforbruket og for å ta i bruk andre energikilder.

### 1,2 Målsetting og problemstilling

Det er få eksempel i Norge med ombygging av sykehus bygninger til bolig og ingen av de tidligere prosjektene har oppnådd passivhus standard. Formålet med denne oppgaven er å finne ut hvordan vi kan ombygge gamle sykehus bygninger til å nå passivhus standard. Jeg skal redegjøre hva som må til for å oppnå en slik ombygging, samt utfordringene i forbindelse med dette.

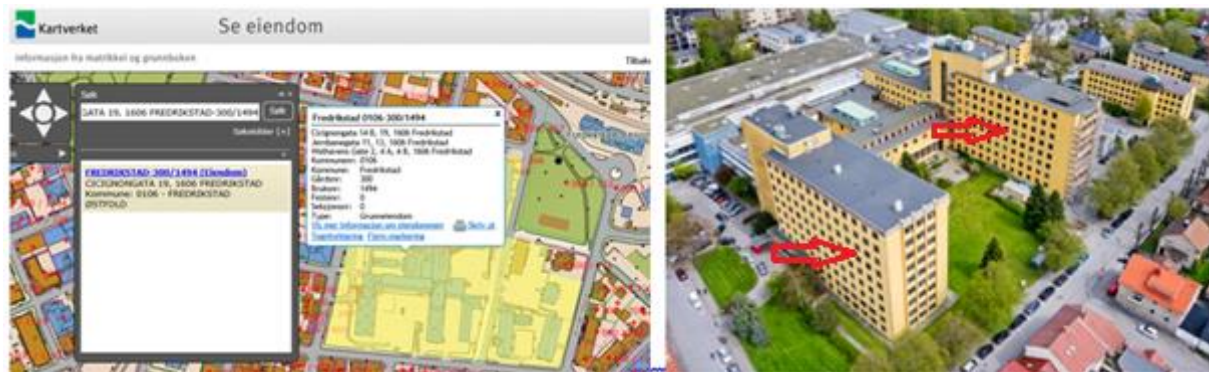
Problemstillingen til oppgaven er som følgende:

*Kan man bygge om tidligere sykehus bygninger til bolig og oppnå passivhus standard?*

*– Case Cicignon Park, Fredrikstad*

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

## 1.3 Cicignon park, Fredrikstad og NG Development AS



Figur 3 Casebygningene, Blokk B og A til det tidligere sykehuset Fredrikstad (Skifte eiendom, salgsprospekt 2015)

Etter mange års politisk tautrekking, sykehusaksjoner er nå all sykehus virksomheten til sykehuset Østfold samlet på Kalnes. Eiendommene til det tidligere sykehuset Fredrikstad er solgt til NG Development AS i 2015. Selskapet har gitt prosjektet navnet «Cicignon Park» og prosjektet har fått en tredelt visjon - høy miljøprofil, høy arkitektonisk kvalitet og høy trivsel som også stilles som de viktigste kriteriene til dette samarbeidsprosjektet.

## 1.4 Omfang og begrensning

Oppgaven tar i utgangspunktet i skissene av masterplanen til arkitektfirmaet Niels Torp AS.



Figur 4 Masterplanen til Cicignon Park, Fredrikstad. Arkitektkontoret Niels Torp AS 2015

Casebygningene som er benyttet er de 2 høyblokkene A og B som består av 10 og 9 etasjer pluss kjeller og var bygget i 1956 og 1970. Bygningene skal utvides og ombygges til bolig. I denne oppgaven vil utarbeide 2 konsept for ombygging av bygningene til passivhus.

Konseptene omfatter tiltak på bygningskropp, teknisk installasjoner og energiforsyning til

byggene. Simuleringsprogrammene Simien og TEK-sjekk Energi er brukt for å beregne energiforbruket. ArchiCAD som prosjekteringsverktøy er også brukt til å tegne opp bygningene og komme med forslag til konseptene.

Gjennom litteraturstudiet er det sett at parametere som u-verdier for bygningskroppen, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall er viktig å legge vekt på i en energieffektiv rehabilitering.

Oppgaven tar for seg det totale energiforbruket til bygget. Når det gjelder valg av energikilder vil den fokusere på energikilder som kan erstatte dagens elektrisitet forsyningen. Den fornybar energikilde fjernvarme fra Fredrikstad fjernvarme AS som bygningene bruker i dag vil ikke bli foreslått endring på.

Den vil også redegjøre andre aktuelle metoder for energisparing som for eksempel solcellepanel, solfangere, energibrønner, varmepumper vindkraft.

På grunn av omfanget av oppgaven vil last situasjon, beregning av bærekonstruksjon og investeringskostnad ikke bli utredet.

### 1.5 Begrepsavklaring

Avklaring av ord og begrep som er brukt i masteroppgaven:

*BRA*: Bruksarealet for en bygning ekskludert åpent overbygd areal, etter NS 3940. BRA er summen av alle målverdige plan uavhengig av bruken dvs. bruttoarealet minus arealet som opptas av yttervegger.(Norge 2007)

*Driftstid*: Den andelen av en driftsperiode bygningen har normal personbelastning med tilhørende behov for ventilasjon og innetemperatur.

*Energiutnyttelse*: Utnyttelse av energien i avfallet gjennom forbrenning.

*Fossilt brensel*: brensel som naturgass, olje, oljeskifer, tjæresand, brunkull og steinkull som finnes naturlig i grunnen og som er dannet i tidligere tider. Stoffene er av biologisk opprinnelse.

*Gjenvinning*: å nyttiggjøre avfall og andre restprodukter.

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

*Internt varmetilskudd*: Varmetilskudd innenfor oppvarmet del av BRA som skyldes varmeavgivelse fra mennesker, utstyr og prosesser.



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

*Klimaskjerm:* Primære bygningsdeler etter NS 3451 som beskytter oppvarmet del BRA mot utvendig klima.

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

*Lavenergibygge:* Bygg med et totalt energibehov på under 143 kWh/m<sup>2</sup>/år og med et oppvarmingsbehov lavere enn 32 kWh/m<sup>2</sup>/år (kWh/m<sup>2</sup>/år = kilowattimer per kvadratmeter og år).

*Lekkasjetall:* Luftvolum per innvendig volum og per tidsenhet som lekker gjennom klimaskjermen ved referansetrykkdifferansen over klimaskjermen.(Norge 2007)

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

*Lokal kjøling:* Kjøling av inneluften ved bruk av lokale kjølebafler eller kjøleaggregater.

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

*Passivhus:* Et bygg som oppfyller definerte krav for lavt energibehov oppnådd gjennom passive tiltak som godt isolert bygningskropp og gjenvinning av varme fra ventilasjonslufta.

*Plusshus:* bygninger som produserer like mye eller mer energi enn det de forbruker. Primært menes bygninger som er energipositive i hele sin totale levetid - fra produksjon av materialene, gjennom hele brukstiden, til rivning og resirkulering.

*Ressursutnyttelse:* Nyttiggjøre av materialer og andre restprodukter ved ombruk, gjenvinning eller energiutnyttelse.

*SFP-faktor:* Specific Fan Power, viftens effektforbruk i forhold til levert luftmengde.

*Teknisk levetid:* Livstid knyttet til teknisk holdbarhet for en komponent eller bygning.

*Varmegjenvinning:* Varme fra avluft som overføres til tilluft for å redusere varmetap på grunn av ventilasjon.

*Varmetapstall:* Varmetransportkoeffisienten for transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon dividert på oppvarmet BRA, W/m<sup>2</sup>K (W/m<sup>2</sup>K = watt per kvadratmeter og grad Kelvin). (Norge 2007)

*Varmetransmisjon:* Varmetransport som skyldes varmegjennomgang i bygningsdeler.

*ZEB:* Zero Emission Buildings. (Nullutslippshus) Et av åtte forskings senter i Norge som tilhører forskningssenter for miljøvennlig energi. (Building 2008)

*ZEB-O:* Bygningens fornybar energi produksjon kompensere for klimagass utslipp fra driften av bygningen.

## 2 Metode

I dette kapitlet blir det gitt en kort beskrivelse av om kvalitativ og kvantitativ informasjon og hvordan man kvalitet sikre av informasjon. Videre vil også redegjøre hvilke metode som er benyttet i oppgaven.

### 2.1 Kvalitativ vs. kvantitative

Det skilles ofte mellom kvalitativ og kvantitativ informasjon. Kvalitativ informasjon beskriver med bruk av tekst, mens kvantitativ informasjon beskriver med tall. Det er hensiktsmessig å bruke en kombinasjon av disse informasjon kan gi beskrivelsene mer presisjon. Kvalitativ informasjon vil ofte bli nedprioritert grunnet krav til dokumentasjon om grunnlag for konklusjon. Det er vanskelig å etterprøve seg denne type informasjon sammenlignet med kvantitativ informasjon. (Samset 2008)

### 2.2 Valg av metode

Denne oppgaven benytter i hovedsakelig de kvalitative informasjon innhentings metodene litteraturstudium og casestudium. I forbindelse med casestudiet er det også benyttet flere metoder som blant annet energisimuleringen og prosjekteringen.

#### 2.2.1 Litteraturstudium

I et litteraturstudium går man gjennom relevante forskning og litteratur om et eller flere tema. I denne oppgaven er det gjort et studium i rehabilitering i forbindelse med bygg, passivhus, nullutslippshus og de tiltakene for å oppnå dette, samt energiforsyning og energiproduksjon.

Faglitteraturen som er benyttet er utarbeidet av kompetente og anerkjente fagfolk, gjerne med tilhørighet til universiteter og SINTEF Byggforsk. I tillegg har Norsk standard utviklet ulike standard innenfor bygg og anlegg.

### 2.2.2 Casestudium

En casestudium er ifølge Olsson og Sørensen en metode som brukes for å inngående studie av en case, en person, en gruppe eller som sosial enhet, her i dette tilfellet en case. Casestudier kjennetegnes med å ha få subjekt, men ofte mange variabler. (Olsson et al. 2003)

I denne oppgaven er bolig blokkene A og B i Cicignon park i Fredrikstad som blir brukt om en case. Blokkene er oppført i 1950 og 1970 tallet og har en bruksareal på ca.  $5800 + 7200 = 13\ 000\text{ m}^2$ . Bygningene er eid av NG Development AS. Målet er å få hele Cicignon Park BREEM sertifisert og bygningene skal gjenspeile selskapets 3 visjoner, høy miljøprofil, høy arkitektonisk kvalitet og høy trivsel. Etter konstruktive møter ble vi enige om å se først på tiltakene som kan brukes til å oppnå passivhus standard.

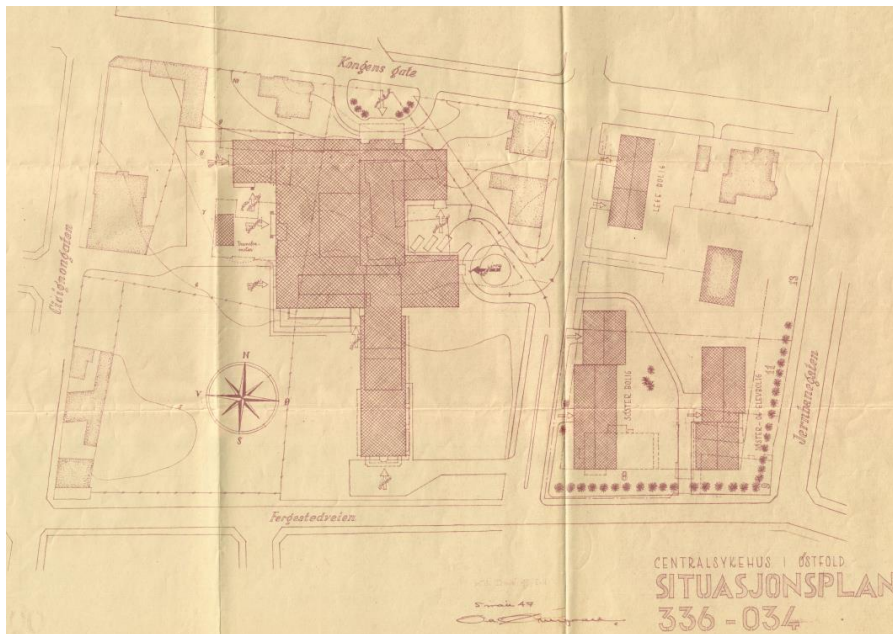
Ved gjennomføring av et casestudium kan det brukes forskjellige forskningsmetoder. I forbindelse med dette er det brukt de ulike metodene som befaring, møte, intervju, energisimulering, teknisk tegning og prosjektering.

Casestudium krever ofte mye forberedende arbeid. Det er viktig å sette seg inn i historikken til case og dagens situasjon. Arbeidet med casestudiet skal resultere i en løsning på et aktuelt problem.

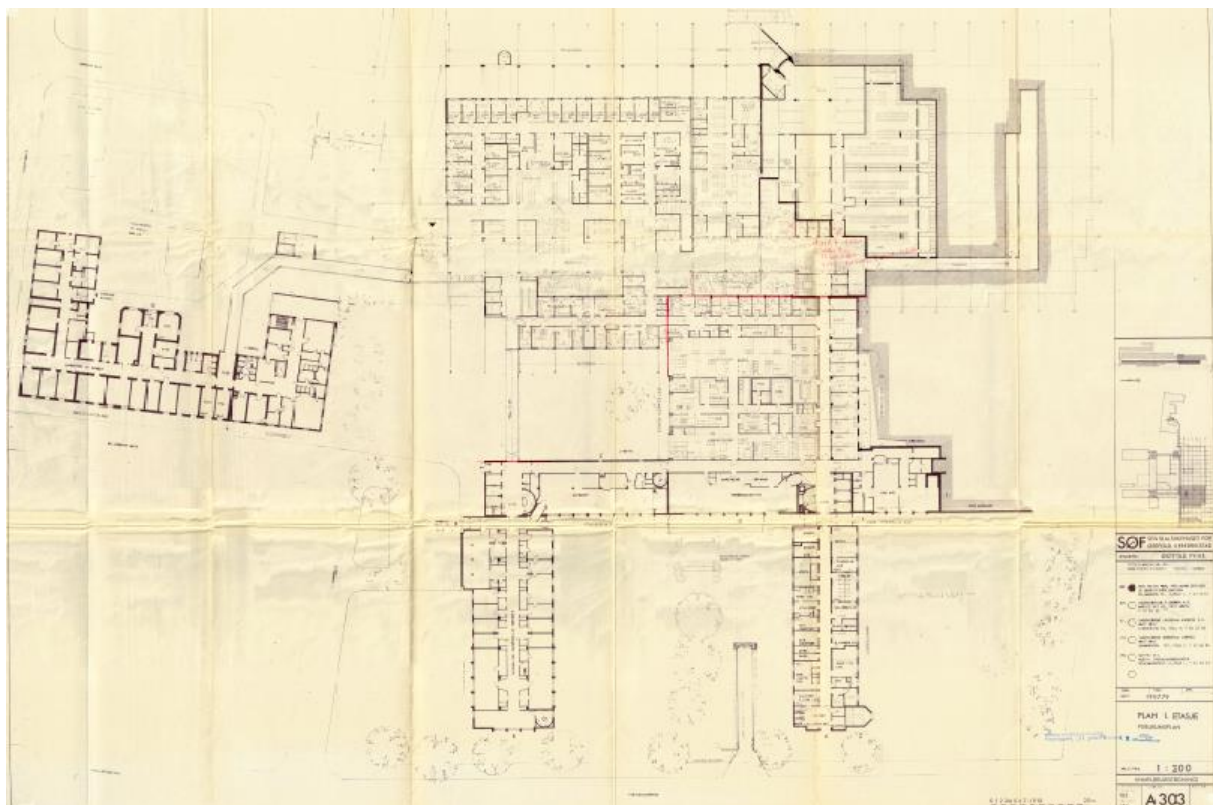
For å tilegne seg kunnskap om casebygningene er det gått gjennom relevante dokumentasjon av bygningene. Dette består av tegninger og rapporter om disse. Fredrikstad kommune, tidligere DNB eiendomsmegler Tom Thorvaldsen og driftsteknikker Nikolajus har vært

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

særdeles behjelpelig med dette formålet.



Figur 5 Situasjonsplan fra 1950 med planlagt blokk A



Figur 6 Situasjonsplan fra 1979, med blokk A og B

Casebygningene som er benyttet i denne masteroppgaven er representativ for andre sykehus bygning eller yrkesbygg som er moden for rehabilitering. Samtidig er alle rehabiliteringsprosjekter unike og de forskjellige tiltakene som vært foreslått i forbindelse



## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

med denne oppgaven må vurderes fra prosjektet til prosjektet. Teori og prinsipp er derimot av generelle karakter og kan være nyttig å bruke utover det aktuelle caser.

### 2.2.3 Befaring

Det har blitt gjort 2 befaringer til eiendom for å kartlegge tilstanden til bygningene. Metoden går ut på inspisere ulike områder av bygningene. For å få overblikk på tilstanden til bygningen, samt å kunne utføre en teknisk tilstandsvurdering. Den første befaringen ble gjennomført med professor John Petter Langdalen og driftsteknikker Nikolajus fra NG Development AS som har gode kjennskap til bygningene. Den andre runden tok jeg noen dager etter. Eiendommene har blitt inspisert flere representative planer i blokk A og B samt fasader, kjeller, teknisk rom og tak.



Figur 7 Sørfasaden til blokk A, takbildet på blokk B og fjernvarmeaggregater i teknisk rom på U. etasje. (Lu)

### 2.2.4 Tilstand for bygningene

Begge blokkene er relativt god teknisk stand alderen tatt i betraktning. Både bærende betong vegger, betong kjernen og etasjeskiller har ingen synlig sår og overflatene er fine. Utvendig puss og maling gjenspeiler manglende vedlikehold. Innvendig innredninger egner seg ikke til boligformål og vil bli byttet ut.

## BYGNINGSBESKRIVELSE

### Bygg A og B

Byggeår:

Bygg A: 1956  
Bygg B: 1970

Bygningene er oppført i betongkonstruksjon i vegger og etasjeskiller, utvendig pusset og malt / forblendet med bølge-etermittplater. Flatt tak tekket med papp. Innvendige trapper i betong/terrasso. Bygningene er beregnet å beholdes.

Figur 8 Deler av takst rapporten. (Sivilingeniør Erik Brynildsen 2012)

Den teknisk sentralen som ligger i U. etasje er i god stand og inneholder viktige teknisk utstyr til bygningene. Det vil være kostbart og ufornuftig å bytte og flytte de eksisterende installasjoner.

### 2.2.5 Energisimulering SIMIEN og TEK-sjekk energi

SIMIEN er et norsk program for å simulere energiforbruk, effektbehov og inneklime i bygninger, utviklet av Programbyggerne (ProgramByggerne 2016). I tillegg til å simulere energibehov kan SIMIEN brukes til å evaluere bygg opp mot byggeforskrifter og energimerking, samt for å kunne dimensjonere oppvarmingsanlegg, ventilasjonsanlegg og romkjøling.

Databasen er utstyrt med nasjonale klimadata, og typiske bygningskonstruksjoner som gjør det spesielt egnet for norske forhold. I programmet definerer en bygningsmassen og plotter inn egne aktuelle data i inndataark. Dette gjelder volumer og størrelser på de forskjellige bygningskomponentene. Programmet har en del forhåndsdefinerte (default) verdier som blir valgt ved definering av bygningstype. Disse verdiene kommer fra NS 3031:2007, *Beregning av bygningers energiytelse*. Metode og data, og kan manipuleres ved behov. Slik får en et mest mulig realistisk resultat. Resultatene av beregningene blir så vist i oversiktlige tabeller og diagrammer. Ved simulering kan bygningen deles opp i rom eller soner. Der bygningen har bare en funksjon vil det ofte være tilstrekkelig å bare bruke en sone for hele bygget (ProgramByggerne 2016). De ulike sonene kan for eksempel ha forskjellige tekniske installasjoner, ulike egenskaper i bygningskroppen og ulikt soltilskudd. På basis av tilstanden i hver enkelt sone, beregnes det samlede energibehov for bygget gjennom simuleringen.

- Sommersimulering: inneklime og dimensjonerende effekt ved sommerforhold.
- Vintersimulering: inneklime og dimensjonerende effekt ved vinter forhold.
- Års simulering: energibehov, varighetskurver mm
- Evaluering mot forskrifter (TEK15): energiltak, varmetapstall energiramme.
- Simulering for energimerking av bygningen.
- Evaluering mot passivhusstandard (NS3700/NS3701).

I denne oppgaven vil det bli benyttet års simulering, simulering for energimerking av bygningen og evaluering mot passivhus standard. Års simuleringen vil bli brukt for å sammenligne simulerte tall med TEK-sjekk energi. Evaluering opp mot passivhus standarden vil bli brukt for å se hva som kreves av A og B blokkene for å oppnå passivhus, samt hva som kreves for å nå nullutslippshus standard ZEB-O.

TEK-sjekk Energi er utviklet av forskningssenter SINTEF og er et Microsoft Excel-regneark basert energiberegningsprogram. Den kan utføre kontrollberegning for:

- Energikravene i forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift) for alle bygningskategorier.
- Kriterier for lavenergi- og passivhusstandard for både boligbygninger i henhold til NS 3700 og yrkesbygninger i henhold til NS 3701.
- Husbankens forenklede alternativer A og B («skjerpet tiltaksmodell»).
- Energimerking av alle bygningstyper.
- Termisk inneklima.

Jeg har benyttet TEK-sjekk til å utføre kontrollberegninger mot passivhus standard for å sammenligne resultatene jeg har fått fra SIMIEN.

#### 2.2.6 ArchiCAD 18

Graphisoft Norge er norsk distributør av ArchiCAD. Programmet er et internasjonalt tegneprogram som brukes av arkitekter og ingeniører. Det er et komplett prosjekteringsverktøy som inneholder norske maler, biblioteker og krav, noe som gjør det svært brukervennlig. Ved hjelp av 3D modeller gjør at all informasjonen en trenger ligger i tegningene, også kalt BIM (bygning sinformasjonsmodell). Fordelen med BIM er at alle tegningene henger sammen og blir oppdatert dersom det blir gjort endringer på en av dem. Dette letter arbeidet mellom de forskjellige aktørene innenfor et byggeprosjekt og bidrar til mindre feil og forsinkelser.

#### 2.2.7 VELUX Daylight Visualizer 2

Programmet brukes for å beregne dagslys og kunne dokumentere at daglys nivåer er i henhold til regelverket. Man kan bygge opp ønskende rom i 3D modeller, deretter simulere og animere hvordan luminans, dagslysfaktor og belysning virker i rommet over en gitt tid.

VELUX Daylight Visualizer 2 er utviklet av Luxion og brukes i oppgaven til å teste ut om daglysfaktorer er tilstrekkelige til de mest utsatte leilighetene.

### 3 Teori

I dette kapitlet er det lagt fram relevante teori om den gjeldende teknisk forskriften TEK15, passivhus, Zero Emission Buildings (ZEB), energimerket og energiforsyning.

#### 3.1 Byggteknisk forskrift TEK 15

De nye energikravene i byggteknisk forskrift (TEK15) vil gjelde fra 1. januar 2016, men det blir en overgangsordning på ett år. Hoved endringer i forhold til TEK10 er på kapittel 14. Vi har blant annet fått nye energirammer i §14-2. Boligblokk har nå fått krav på 95 kWh/m<sup>2</sup>.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell: Energirammer

| Bygningskategori  | Totalt netto energibehov<br>[kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år] |
|---|---|
| Småhus, samt fritidsbolig over 150 m <sup>2</sup> oppvarmet BRA | 100 + 1600/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA                               |
| Boligblokk  | 95  |
| Barnehage   | 135   |
| Kontorbygning   | 115   |
| Skolebygning  | 110   |
| Universitet/høyskole  | 125   |
| Sykehus   | 225 (265)   |
| Sykehjem  | 195 (230)   |
| Hotellbygning   | 170   |
| Idrettsbygning  | 145   |
| Forretningsbygning  | 180   |
| Kulturbygning   | 130   |
| Lett industri/verksteder  | 140 (160)   |

Figur 9 Nye energirammer for utvalgte bygningskategorier, TEK15, www.lovdato.no

Tabell: Energiltak

|    | Energiltak   | Småhus | Boligblokk |
|----|--|--------|------------|
| 1. | U-verdi yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]   | ≤ 0,18 | ≤ 0,18     |
| 2. | U-verdi tak [W/(m <sup>2</sup> K)]   | ≤ 0,13 | ≤ 0,13     |
| 3. | U-verdi gulv [W/(m <sup>2</sup> K)]  | ≤ 0,10 | ≤ 0,10     |
| 4. | U-verdi vinduer og dører [W/(m <sup>2</sup> K)]  | ≤ 0,80 | ≤ 0,80     |
| 5. | Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA   | ≤ 25 % | ≤ 25 %     |
| 6. | Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg (%)      | ≥ 80 % | ≥ 80 %     |
| 7. | Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) [kW/(m <sup>2</sup> /s)]                    | ≤ 1,5  | ≤ 1,5      |
| 8. | Luftelekkasjetall pr. time ved 50 Pa trykkforskjell  | ≤ 0,6  | ≤ 0,6      |
| 9. | Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis som oppvarmet BRA [W/(m <sup>2</sup> K)] | ≤ 0,05 | ≤ 0,07     |

Figur 10 Energiltak, TEK15, www.lovdato.no

I tillegg skal bygget også oppfylle minimumskrav til energieffektivitet i § 14-3:

Tabell: Minimumskrav

| U-verdi yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)] | U-verdi tak [W/(m <sup>2</sup> K)] | U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m <sup>2</sup> K)] | U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(m <sup>2</sup> K)] | Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [luftveksling pr. time] |
|--|------------------------------------|---|--|---|
| ≤ 0,22                                   | ≤ 0,18                             | ≤ 0,18  | ≤ 1,2  | ≤ 1,5   |

Figur 11 Minimumskrav til bygningskomponenter, TEK15. www.lovdato.no

Oppvarming som bruker fossilt brensel er ikke tillatt. Bygg over 1000 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA skal ha energifleksible varmesystemer og tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger (§ 14-4).

Øvrige krav er som i TEK10.



### 3.2 Passivhus

Et passivhus er et bygg som bruker lite energi til oppvarming sammenlignet med vanlige hus. Begrepet passivhus er opprinnelig fra Tyskland, utarbeidet av Passivhus instituttet i Darmstadt, Tyskland. Som begrepet antyder vil passivhus tas i bruk passive tiltak for å oppnå lavere energiforbruk. De passive tiltakene skal ha lang levetid, og et slik prosjektet må ses på som en langsiktig investering. Forskjellen til et vanlig hus er at det stiller strengere krav til U-verdi i vegger, tak og gulv. Netto oppvarmingsbehov skal reduseres. I tillegg skal det være mindre kuldebroer og luftlekkasjer. Andre passive tiltak som brukes er å utnytte fornybare energikilder som for eksempel sol og varmegjenvinning fra brukt luft. (Husbanken 2011)

| VARMETAPSBUDSJETT |                              |
|-------------------|------------------------------|
| Varmetapspost     | U-verdi [W/m <sup>2</sup> K] |
|                   | Passivhus minstekrav         |
| Vegger            | - 0,18                       |
| Tak               | - 0,13                       |
| Gulv              | - 0,10                       |
| Vinduer & dører   | - 0,80                       |
| Kuldebro          | - $\psi''=0,05$              |
| Infiltrasjon      | - $n_{50}=0,6$               |
| Ventilasjon       | - $\eta_{\text{air}}=80\%$   |

Figur 12 Passivhus minstekrav, hentet fra TEK-sjekk energi

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 1 Norsk standard NS 3700 - Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall

| Egenskap   | Passivhus                            | Lavenergibygning                     |                                     |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|  |                                      | klasse 1                             | klasse 2                            |
| $U$ -verdi vindu og dør <sup>a</sup>   | $\leq 0,80 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$ | $\leq 1,2 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$  | $\leq 1,6 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$ |
| Normalisert kuldebroverdi, $\Psi_n$ <sup>b</sup>   | $\leq 0,03 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$ | $\leq 0,05 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$ | –                                   |
| Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner <sup>c</sup>  | $\geq 80 \%$                         | $\geq 70 \%$                         | –                                   |
| SFP-faktor ventilasjonsanlegg  | $\leq 1,5 \text{ kW/(m}^3\text{/s)}$ | $\leq 2,0 \text{ kW/(m}^3\text{/s)}$ | –                                   |
| Lekkasjetall ved 50 Pa, $n_{50}$   | $\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$           | $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$            | $\leq 3,0 \text{ h}^{-1}$           |
| <p><sup>a</sup> <math>U</math>-verdier skal beregnes som gjennomsnittsverdien.</p> <p><sup>b</sup> Normalisert kuldebroverdi kan fravikes ved oppgraderingsprosjekter der det er praktisk umulig å tilfredsstille kravet. Det skal da dokumenteres at kuldebroer ikke medfører problemer med inn klima.</p> <p><sup>c</sup> Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad er gjennomsnittsverdien for alle for varmegjenvinnerne i bygningen.</p> |                                      |                                      |                                     |
| <p>MERKNAD 1 I tillegg til krav satt her skal bygningen oppfylle minstekrav i forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift) [4].</p> <p>MERKNAD 2 En bygning der bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall er innenfor minstekravene, vil ikke nødvendigvis tilfredsstille kravene knyttet til varmetapstall og høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming.</p>   |                                      |                                      |                                     |

For å oppnå energieffektive bygg, er det nyttig å ta utgangspunkt i strategien passiv energidesign, som har til hensikt å minske dette varmetapet gjennom ulike tiltak på bygningskroppen. Reduser varmetap fra boligen er 1.trinn i passiv energidesign, som totalt består av 5 trinn for å oppnå redusert energibehov.



Figur 13 Passiv energidesign (husbanken.no 2016)

### Trinn 1

Redusere varmetapet fra boligen mest mulig - arealeffektivitet, ekstra isolasjon og balansert ventilasjon

## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

### Trinn 2

Redusere elektrisitetsforbruket til lys og utstyr - energieffektive hvitevarer og belysning

### Trinn 3

Utnytt solenergi - utnytt passiv solenergi, solskjerming og eventuelt solfangeranlegg til oppvarming av tappevann

### Trinn 4

Vis og kontroller energibruken - enkel og lettforståelig tilbakemelding til beboerne på deres energiforbruk.

### Trinn 5

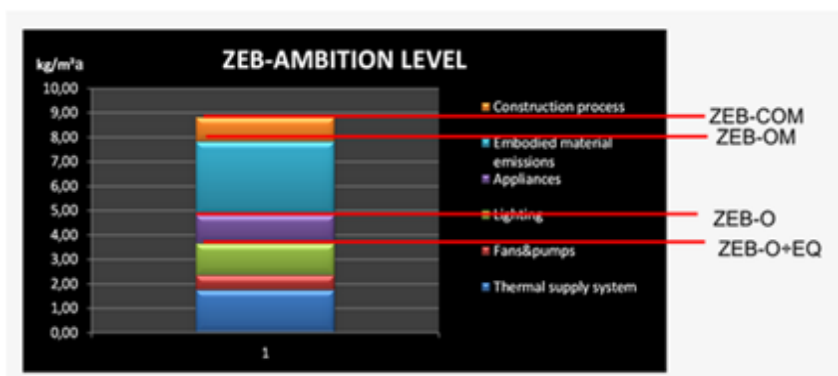
Velg effektiv energiforsyning - velg den energikilden som er mest energieffektiv. For eksempel fjernvarme i byene og biobrensel i distriktene. (Husbanken.no 2016)

Hvordan bygget skal produsere energi er det viktig å vurdere fra beliggenheten, utformingen og klima. Brukervaner spiller også en viktig rolle her. Selv om bygget er prosjektert til å produsere energi til dekke egen energiforbruk er det også avhengig av brukerne om dette blir en realitet. Det er viktig at brukerne er miljøbevisst og får god nok opplæring i driften av bygget som passivhus.

### 3.3 Zero Emission Buildings (ZEB)

ZEB er en forskningscenter for miljøvennlig energi Zero Emission Buildings (ZEB). Målet er mot nullklimate utslipp knyttet til produksjon, drift og avhending.

En ZEB (nullutslipp bygget) produserer nok fornybar energi til å kompensere for byggets klimagassutslipp over levetiden. ZEB forskningscenter har definert ulike nivåer av nullutslippsbygninger avhengig av hvor mange faser av et byggs levetid som er regnet inn.



Figur 14 Ulike ambisjoner for nullutslippsbygg (Dokka m.fl.2013)

De 5 viktigste definisjoner, i stigende ambisjonsnivå, er:

#### ZEB – O ÷ EQ

Bygningens fornybar energiproduksjon kompensere for klimagassutslipp fra drift av bygningen minus energibruk til utstyr.

#### ZEB – O

Bygningens fornybar energiproduksjon kompensere for klimagassutslipp fra drift av bygningen.

#### ZEB – OM

Bygningens fornybar energiproduksjon kompensere for klimagassutslipp fra drift og produksjon av sine byggematerialer.

#### ZEB – COMPLETE

Bygningens fornybar energiproduksjon kompensere for klimagassutslipp fra hele levetiden av bygningen. Byggematerialer - konstruksjon - drift og rivning / gjenvinning.

I denne oppgaven skal jeg se på tiltakene som gir energiforsyninger som kan produsere like mye energi som det totalt har behov for per år og for å oppnå nivået ZEB – O.

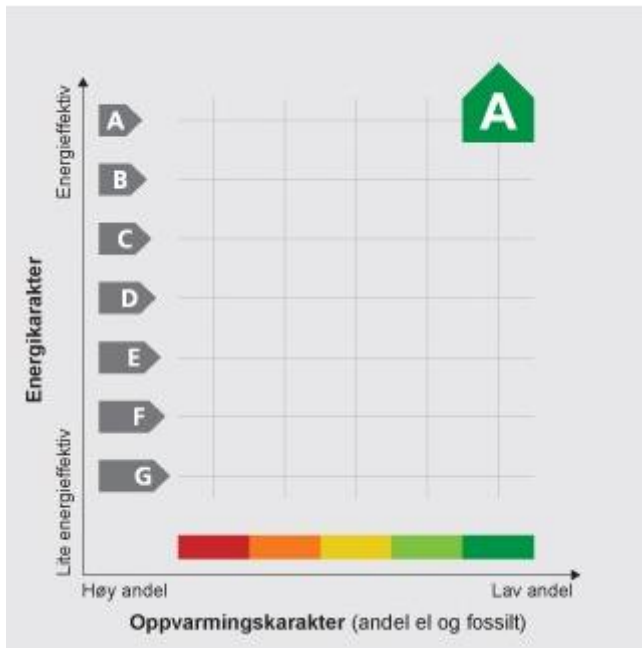
Det er også viktig at materialvalg og bygningstekniske løsninger tar hensyn til utslipp fra materialer tidlig i designfasen, slik at dette ikke kommer inn som et krav etter at viktige premisser for utbyggingen i senere trinn er lagt.

### 3.4 Energimerket

Energimerkeforskriften (energidepartementet 2010) pålegger eier av en bygning å sørge for at bygget er energimerket ved salg og utleie av eiendom. Forskriften tredde i kraft 1. juli 2010, Det er Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) som forvalter energimerkeforskriften. Energimerkeordningen omfatter to felt.

Energiattest for bygninger

Energivurdering av tekniske anlegg.



Figur 15 Energimerking (energimerking.no2016)

Oppvarmingskarakteren gis med en fem delt rangering fra rødt til grønt.

Oppvarmingskarakteren gis etter en beregning, basert på de systemene som er installert for oppvarming av rom og tappevann i boligen/bygningen. Grønt er beste karakter og gis der boligen eller bygningen har systemer hvor en kan bruke en høy andel av andre energivarer enn elektrisitet, olje eller gass, mens bruk av kun fossilt brensel og direkte bruk av elektrisitet gir rød karakter.

A-B Lavenergibygninger, passivhus o.l. Bygninger som normalt tilfredsstillere strengere krav enn det som er angitt i byggeforskriftene og/eller har effektivt varmesystem.

C Nye bygninger som i hovedsak tilfredsstillere de nyeste byggeforskriftene, og bygninger etter noe eldre forskriftskrav med effektivt varmesystem.

D-G Bygninger som er bygget under eldre forskriftskrav enn dagens. Eldre hus som ikke er utbedret, vil normalt få en karakter nederst på skalaen.

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

Figur 16 Tabellen for oppvarmingskarakteren (energimerking.no 2014)

Oppvarmingskarakteren gitt i tabellen er typiske verdier, og kan variere noe fra bygning til bygning.

Bakgrunnen for oppvarmingskarakteren er et behov for å gi informasjon om oppvarmingssystemet alene, for å vurdere dets mulighet til å varme opp rom og varmtvann i tråd med myndighetenes mål for energiomlegging. I energikarakteren er oppvarmingssystemets virkningsgrad i bygningen medregnet, men det er ikke noen vurdering av hvilken energibærer systemet er basert på. (Energimerking.no 2014)

### 3.5 Energiforsyning

Her redegjøres de mest aktuelle energiforsyningene til passivhus. Et passivhus skal ha et lavt behov for energi sammenlignet med andre tradisjonelle bygg. Hovedkravet som stilles til nye boliger i teknisk forskrift av 2010 er at omtrent halvparten av energibehovet til oppvarming av vann og bolig skal kunne dekkes av annen energiforsyning enn strøm og olje/gass. Derfor er det viktig å velge passende energiforsyning til bygget.

### 3.5.1 Fjernvarme

Et fjernvarmeanlegg er i praksis et sentralvarmeanlegg som forsyner en bydel eller flere bygg med energi til varmt tappevann og oppvarming. Anlegget benytter ulike energikilder, alt fra spillvarme fra industri, spillvarme fra avfallsforbrenning, varmepumper, bioenergi eller annet til oppvarming av vann. (Fjernvarme.no 2016)

Vannet distribueres til næringsbygg, offentlige bygg og boliger gjennom isolerte rør. Rørene legges i grøfter, ofte som annen infrastruktur som telelinjer og strømkabler, og har et gjennomsnittlig varmetap på kun fem prosent.

Hos kunden er det installert en kundesentral med varmevekslere hvor energien overføres fra fjernvarmevannet til kundens varmeanlegg. Kundene har et vannbasert oppvarmingssystem med radiatorer, gulvvarme eller ventilasjonsanlegg med vannbasert varmebatteri. Kundene styrer varmen med termostater og forbruket registeres med energimålere, like enkelt som bruk av elektrisitet. I 2013 var produksjonen av fjernvarme 5,2 TWh i Norge. Fjernvarme er bygget ut eller er under utbygging i 92% av alle byer på mer enn 10 000 innbyggere. Dette er mulig med forsert utbygging og gode rammevilkår.



*Figur 17 Eksisterende varmevekslene fra Fredrikstad fjernvarme AS. (Lu 2016)*

Casebygningene benytter per i dag fjernvarme fra Fredrikstad fjernvarme AS og har et forbruk på 10 – 11 GWh pr. år. I følge av mailen datert 19.02.2016 til administrerende direktøren Per Bolstad, Fredrikstad fjernvarme AS. (Bolstad 2016)

Det ligger en tilknytningsplikt til fjernvarme i Fredrikstad kommunen at for alle nye bygg på over 500 m<sup>2</sup>. Dette inkluderer også tilbygg og bygg hvor det foretas hovedombygging.

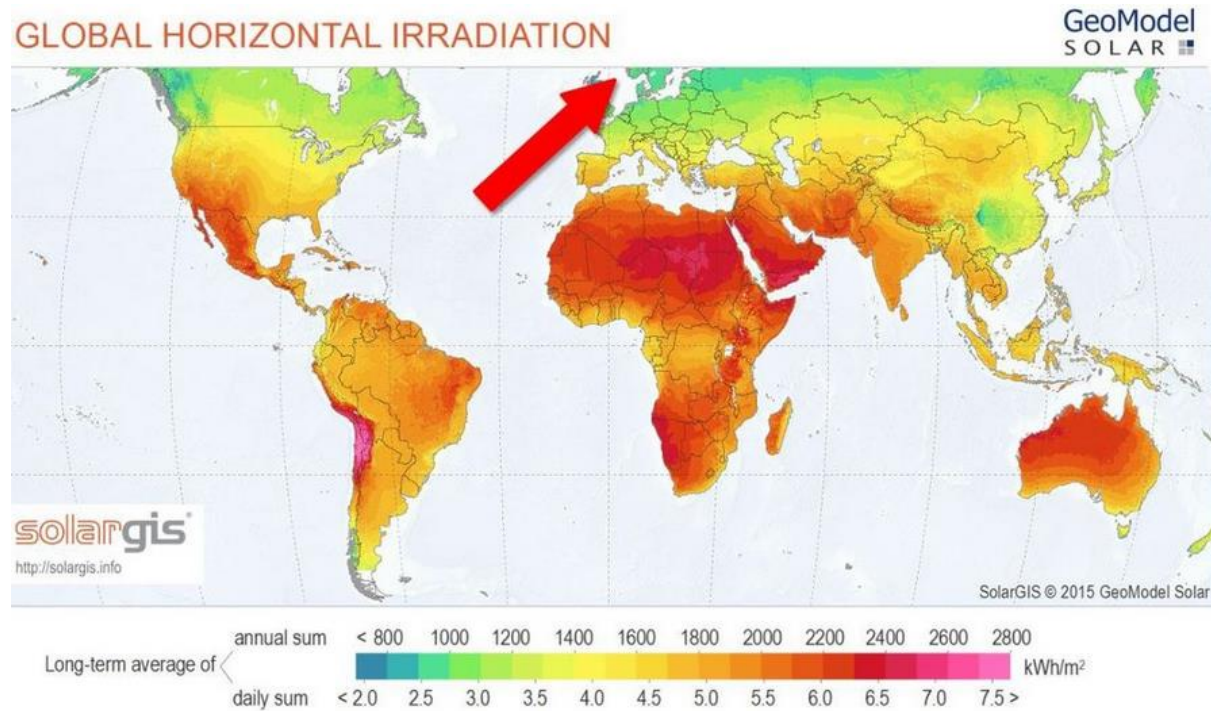
Byggteknisk forskrift krever også at bygg over 1000 kvm må bygges slik at minimum 50 % av varmebehovet må kunne dekkes av lavtemperaturvarmeløsning som i praksis ofte vil være vannbåren varme.

Det vil derfor være det mest økonomiske, og utvilsomt det enkleste å benytte seg av den infrastrukturen som allerede er bygget og installert.



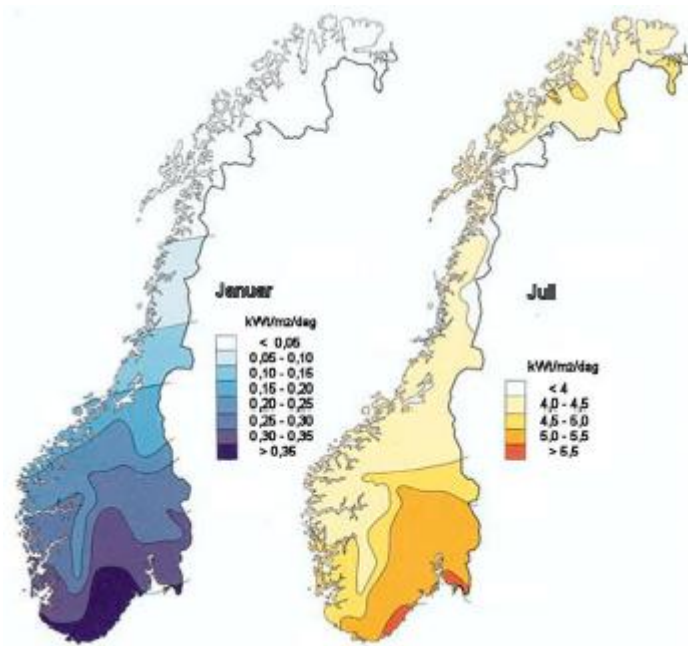
### 3.5.2 Solenergi

Sola er den største energikilden i verden (Abelsen et al. 2007). Solenergien som treffer jorda er 15 000 ganger større enn hele verdens årlige forbruk, og solinnstrålingen i Norge er 1500 ganger høyere enn det alle nordmenn bruker av energi.



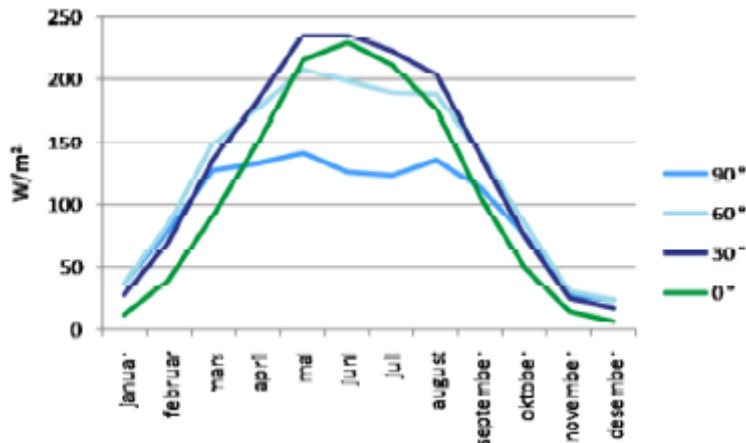
Figur 18 Global horizontal irradiation (solargis.info 2016)

Det årlige solinnstrålingen i Norge varierer fra cirka 700 kWh/m<sup>2</sup> lengst nord til cirka 1100 kWh/m<sup>2</sup> lengst sør.



Figur 19 Solinnstråling i Norge i januar og juli mot horisontale flate (Norsk Solenergiforening 2016)

Viktige faktorer for å utnytte solfangeranlegget maksimalt er orientering og helling. Solfangeranlegget bør være orientert mot sør for å få mest tilgang på solenergi. I Norge er det ideelt å vinkle relativt bratt i forhold til horisontalplanet.



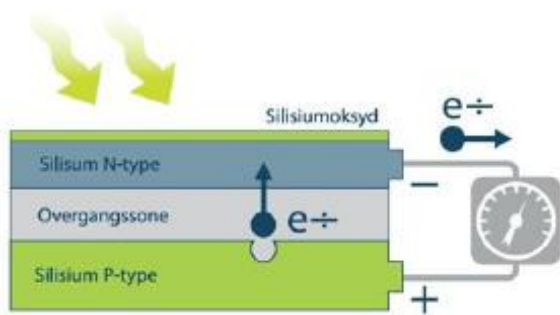
Figur 20 Gjennomsnittlig solinnstråling i Oslo per døgn på sørvendt flate (SINTEF 2016)

Figuren viser at en vinkel på 30 grader i forhold til horisontalplanet vil få mest solinnstråling gjennom året.

#### Monokrystallinske vs. Mutlikrystallinske

Monokrystallinske celler med sine cellestrukturen er vanligvis 10% til 15% mer effektiv enn de polykrystallinske.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad




Figur 21 Prinsippeskisse over hvordan solcelle fungerer (Fornybar.no 2015)

Men på grunn av silisium produksjon og wafering prosessen hadde det koster ca 20% mer for å lage solceller med monokrystallinske strukturer.

Hva som er bedre? Faktisk er den "debatten" over om du skal velge Multikrystallinske eller monokrystallinske solcellepaneler egentlig ikke en debatt i det hele tatt, men heller et spørsmål om de konkrete mål for en solarprosjekt . Svaret avhenger av plassering og utforming parametere av prosjektet, og andre faktorer, inkludert lokale lønnskostnader og verktøy rente strukturer.



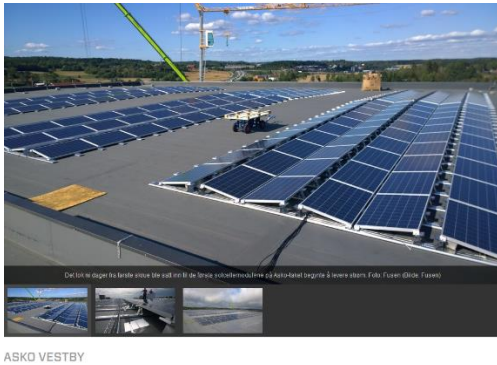
Figur 22 Monokrystallinske vs. Multikrystallinske solcellepaneler (tu.no 2016)

|  <b>Multiconsult</b><br>NORGES 10 STØRSTE SOLKRAFTANLEGG |                                      |                  |          | År   |
|---|--------------------------------------|------------------|----------|------|
| Nr  | Navn                                 | Merkeeffekt, kWp | Tilknytt |      |
| 1   | Asko Vestby                          | 370              |          | 2014 |
| 2   | Powerhouse Kjørbo                    | 312              |          | 2014 |
| 3   | Solsmaragden, Drammen                | 195              |          | 2015 |
| 4   | Fornebu Senter                       | 160              |          | 2014 |
| 5   | Kiwi Auli                            | 158              |          | 2014 |
| 6   | Haldenterminalen                     | 132              |          | 2015 |
| 7   | Økern Sykehjem                       | 130              |          | 2014 |
| 8   | Frontbygget, Oslo                    | 125              |          | 2015 |
| 9   | Haakonsværn ZEB                      | 85               |          | 2015 |
| 10  | Kjerulfsgate bo- og aktivitetssenter | 71               |          | 2015 |

Figur 23 Norges 10 største solkraftanlegg (multiconsult.no)

Askos i Vestby er per i dag Norges største solcelleanlegg. 2500 m2 tak dekket med totalt 1482 solpaneler med en installert effekt på 370,5 kW. Det er drøyt 70 kW mer enn Norges hittil største anlegg på Powerhouse Kjørbo i Sandvika.

## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 24 Solcelleanlegg Asko Vestby (tu.no 2016)

Solcelleanlegget til Powerhouse Kjørbo i Sandvika har imidlertid en høyere virkningsgrad enn Vestby. Den er på 20,9 prosent og er levert av Sunpower, ifølge Skanska.(tu.no 2013)

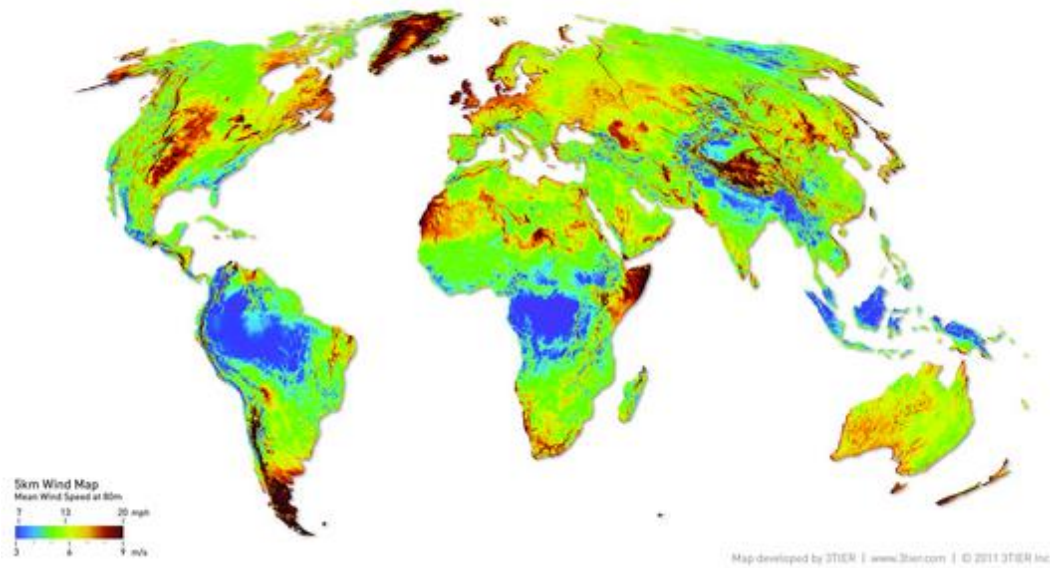


Figur 25 Monokrytallinske solcelleanlegg til Powerhouse Kjørbo i Sandvika (tu.no 2013)

Anlegget er på 1556 m<sup>2</sup> og vil produsere 229 MWh årlig.

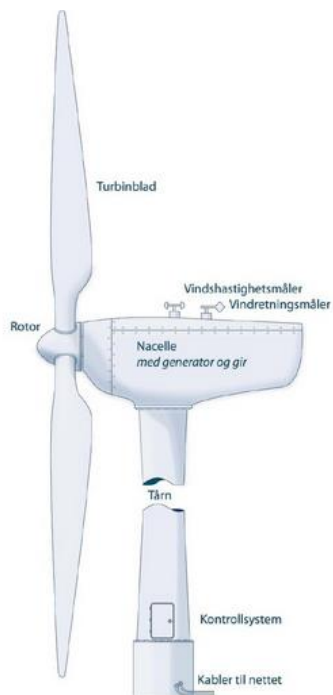
### 3.5.3 Vindenergi

Her vil det bli redegjort mindre vindkraft anlegg (< 100 kWh). Det er disse som er mest aktuelt å bruke som bygningsintegret vindkraft. Vindparker på land og offshore er ikke aktuelt i denne oppgaven.



Figur 26 Globale vindressursene i 80 meters høyde. (www.3Tier.com 2016)

Vindturbinen har et tårn, turbinblader og maskinhus, gir og kontrollsystem. Vinden setter turbinbladene i bevegelse og denne energien blir overført fra turbinen til en generator via drivakselen. Bevegelsesenergien blir omdannet til elektrisitet i generatoren. Disse kan overføres videre til bygget eller via transformator ut på elektriske nettet. (Fornybar.no 2012)



Figur 27 Prinsippskisse for vindturbin (Fornybar.no 2016)



De to hovedtyper vindturbiner som er benyttet er horisontalakslede og vertikal akslede. Den førstnevnte er mest brukt. Horisontalakslede vindturbiner fungerer godt der det er jevn vind normalt fra en dominerende retning. Turbinen vil snu seg etter vindretningen og propellen som generer strøm står vendt mot vinden. Effektstørrelse for horisontalakslede turbiner brukes i høye bygninger er fra 0,1 kW til 15 kW. Vertikalakslede vindturbiner har en fordel i forhold til horisontale turbiner med at de kan ta inn vind fra alle retninger uten at turbinen trenger å snu seg. Dette er en viktig egenskap for områder med mye turbulens og kastevinder.



Figur 28 vertikalakslede vindturbiner (www.zero.no 2016)

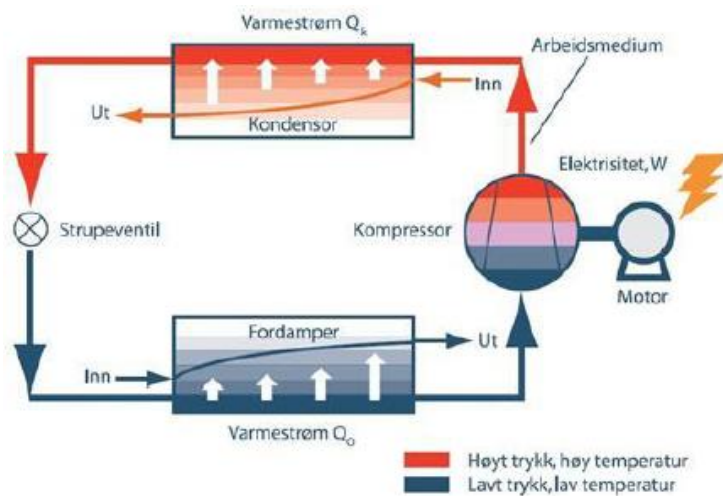
En utfordring for bygningsintegrert vindkraft er estetikk. Mange ser på vindturbiner som en visuell forurensning. Dette gjelder både for små og store vindkraft. Markedet for bygningsintegrert vindkraft er ganske liten. En annet ulempe er at montering av vindturbiner på selve bygget vil medføre behovet for forsterkning av konstruksjon og fundament.

#### 3.5.4 Varmepumpe

Varmepumpen er en viktig bidragsyter til energisparing. EUs fornybardirektiv som ble lansert i 2008, definerer imidlertid både grunnvarme og for første gang også varmekildene luft og vann (brukt i forbindelse med varmpumpe), som fornybar energi. Men energiproduksjonen fra et varmpumpeanlegg godkjennes kun som fornybar energi i de tilfeller hvor varmpumpens varmproduksjon overstiger mengden tilført energi med 15 %. Videre regnes kun en andel av varmpumpens varmproduksjon som fornybar energi, energien som konsumeres av varmpumpen trekkes fra. EU Kommisjonen vil utarbeide standard beregningsmetoder for fornybar energi fra varmpumper innen januar 2013.

Varmepumpe teknologi utnytter varmen i omgivelsene ved hjelp av tilført elektrisk energi. Varmepumper består i prinsippet av hovedkomponentene kondensator, strupeventil, fordampner og kompressor. Det sitter en varmeveksler i kondensatoren og fordampneren. Prinsippet bak varmpumper er sammenhengen mellom trykk og temperatur for væsker og gasser. I varmpumpen er det et arbeidsmedium i en lukket krets som kondenserer og

fordamper ved gitte trykk og temperaturer. Når en gass komprimeres og får høyere trykk vil også temperaturen stige, mens temperaturen vil synke når trykket synker.



Figur 29 Prinsippkisse som viser hvordan en varmepumpe fungerer (Fornybar.no 2016)

#### 4 Case – Cicignon Park, Fredrikstad

Det er flere faktorer som måtte vurderes ved utvelgelse av case. For det første er det viktig å finne ut et sykehus bygg som er moden for ombygging, samt har stor potensial for energieffektivisering og – sparing. Videre ville det ha vært motiverende dersom bygget skulle oppgraderes i nærmeste framtid. Å komme tidlig inn i prosjektet før detaljprosjektering har startet, vil det gi større spille rom for å kunne komme med forskjellige kreative løsninger.

Høyblokkene A og B til Cicignon park oppfyller disse kriteriene. Det er også et ambisiøst boligprosjekt i Østfold fylke og i Norge. Det er foreløpig ingen sykehus bygninger som har blitt ombygget til bolig og oppfyller passivhus standard, samt kanskje det største passivhus rehabiliterings prosjektet i Norge per dagens dato.

##### 4.1 Om prosjektet

Sykehuset Østfold bygger nytt sykehus på Kalnes i Sarpsborg kommune, og derfor er det besluttet at bygningsmassen i Fredrikstad skal avhendes. Bebyggelsen på sykehusområdet består stort sett av høyblokker og en lav, stor og sammenhengende bygningskropp. Avhendingsobjektet omfatter hele området, med unntak av St Josefs gt. Denne bygningen skal fortsatt brukes av sykehuset. Det er ni bygg/enkelto objekter som har et samlet areal på 55.000 kvm. Samlet tomteareal er 34.929 kvm.



## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

På området har det vært offentlig institusjon og næringsvirksomhet. Sykehuset har avviklet sin virksomhet og flyttet ut. Det er planer for utbygging av en ny bydel med nye boliger med noe innslag av næring.

Fredrikstad sykehus har en sentralt beliggenhet i en historisk bydel og med gode sol og utsiktsforhold. Eiendommen egner seg godt for å ombygging til boligformål. Tre arkitektkontor har deltatt i parallelloppdraget å utforme fremtidig utforming av sykehusområdet. Niels Torp arkitekters forslag ble foretrukket og dannet utgangspunktet for denne oppgaven.



Figur 30 Masterplan og situasjonsplan til Cicignon Park, Fredrikstad (Niels Torp AS 2015)

Casebyggene er to høyblokkene A (Ø3) og B (V3) består av 10 og 9 etasjer pluss underetasje er fra 1956 og 1970 (Brynildsen 2012). I følge masterplanen skal disse utvides og ombygges til bolig.



### Bygg A

Bygget har 10 etasjer + 1 underetasje. Etasjene inneholder:

- Plan U 1: behandlingsrom, toaletter, teknisk rom, lager, gang og bøttekott.
- Plan 1: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 2: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 3: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 4: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 5: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 6: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 7: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 8: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 9: gang, ventilasjonsrom, lager.
- Plan 10: ventilasjonsrom, heismaskinrom.

Figur 31 Bygget A har 10 etasjer + 1 underetasje (Takst rapport 2012)

## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

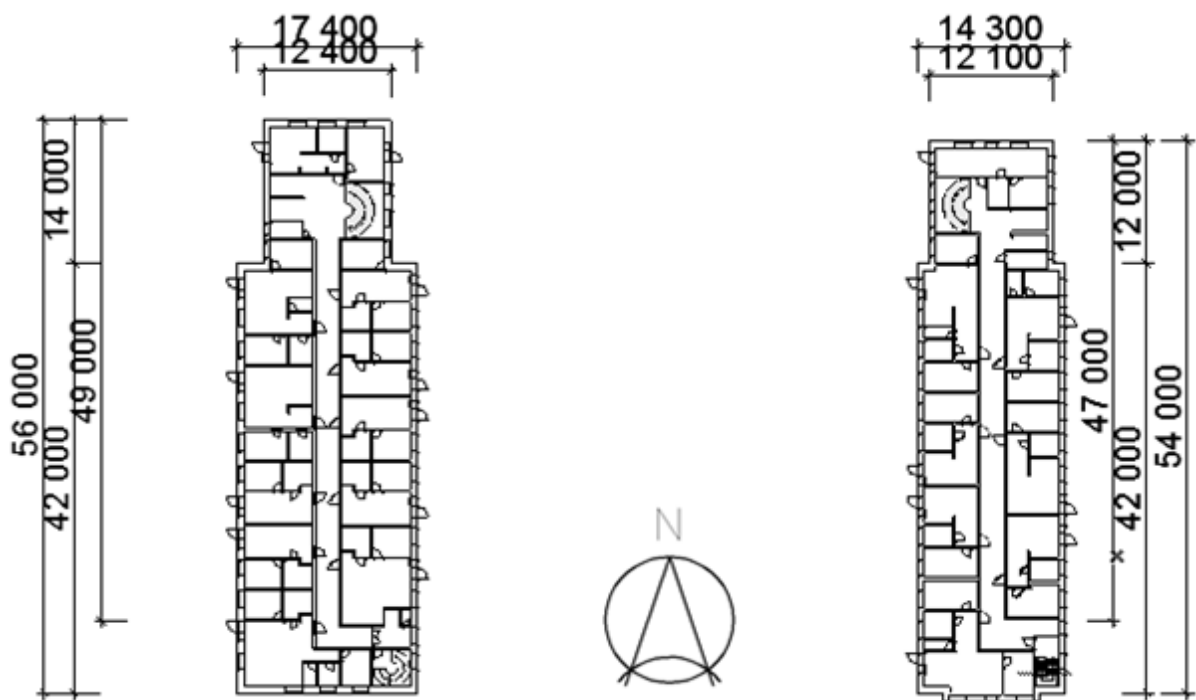


### Bygg B

Bygget har 9 etasjer + 1 underetasje. Etasjene inneholder:

- Plan U 1: behandlingsrom, toaletter, vaskeri, lager, gang og bøttekott.
- Plan 1: behandlingsrom, bad, toaletter, kjøkken, kontor og bøttekott.
- Plan 2: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 3: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 4: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 5: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 6: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 7: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 8: behandlingsrom, toaletter, kontor, lager og bøttekott.
- Plan 9: kontor m/dusj, heismaskinrom, ventilasjonsrom.

Figur 32 Bygget B har 9 etasjer + 1 underetasje (Takst rapport 2012)



Figur 33 Fottrykket til blokk B og A (Lu 2016)

Figuren over viser at størrelsene til de 2 blokkene er forskjellige, blokk B er både lengere og bredere enn blokk A.

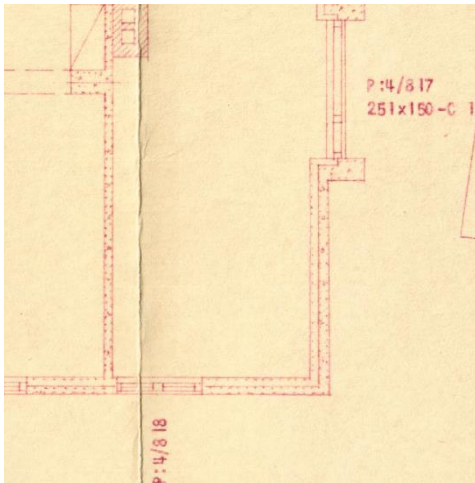
### 4.1.1 Bygningskroppen

Bygningene er oppført i betongkonstruksjon i vegger.

Yttervegger består av 200 mm støpt betong + cirka 200 mm gassbetong, utvendig pusset og malt / forblendet med bølge-etermittplater. Samt med veggene rundt korridorene og noen inne

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

vegger danner bærekonstruksjonen for bygningene.



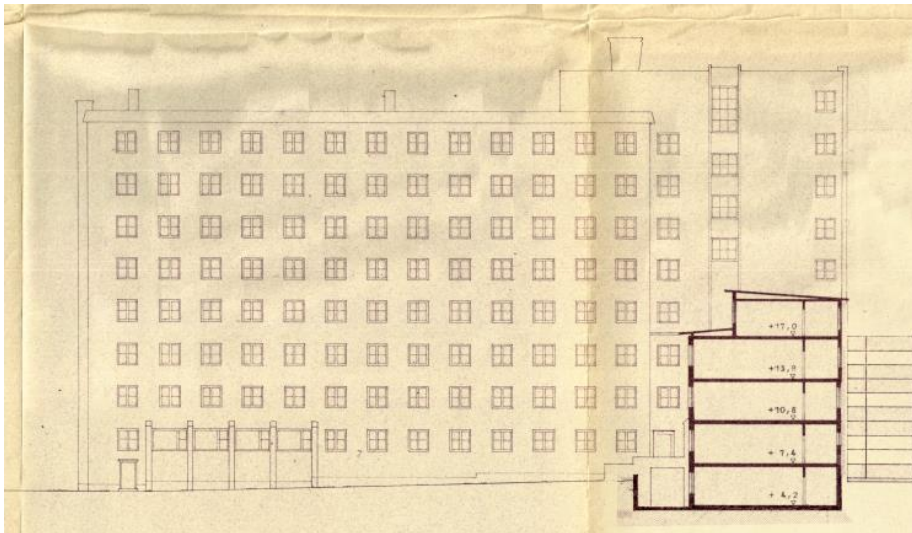
Figur 34 Deler av plantegning 4 – 8 Etasje, 420-163 (1950)

Eldre vinduene og dører består av 2 lags glass med treramme.

Innvendige trapper i betong/terrasso.

Etasjeskillet består av 200 mm støpt betong.

Bygget har et flatt kompakt tak, men noen isolasjon og er tekket med asfaltbelegg.



Figur 35 plan og Snitt tegning A310, 1979 (Fredrikstad kommune 2016)

Ut ifra hva Figuren over viser. Det er antatt at gulvet på grunn består av et lag med > 200 mm betong etterfulgt med noen avrettingsmasse.



## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Yttervegger i kjeller antas å ha samme type vegger som etasjene over. Det er ikke registrert vann eller fukt skader som kan tyde på at dagens dreneringssystem fungerer greit.



Figur 36 Vest og Sør siden av blokk - B (Lu 2016)

På figuren ser vi at det har blitt gjort noen terreng inngrep slik at sørsiden og deler av vestsiden til blokk B har fått samme type vinduer og står ikke lenger under terreng. Resterende og hele underetasje til blokk A er under eller delvis under terreng.

Etasjehøyde er på 3,2 meter, uten teknisk installasjoner og eller andre typer nedforinger vil netto takhøyde være 3 meter. God plass til ombygningsprosess på senere tidspunkt.

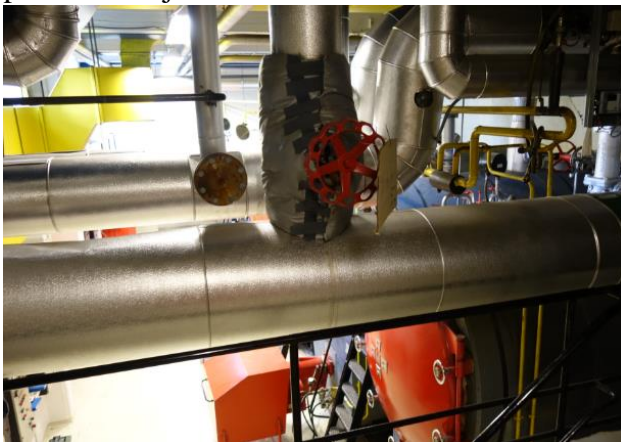
Korridorene har en bredde på 2,4 m som gir god fremkommelighet og romslig følelser.

Grunnforhold: Det er ikke gjennomført grunnundersøkelser innenfor planområdet. Et eldre fjellkotekart fra Noteby utarbeidet på 1970 – tallet i forbindelse med utbygging av sykehuset, viser at fjellkoter ligger fra -5m til +10m. (COWI 2016)

### 4.1.2 Tekniske system og energiforsyning

Dagens bygningene er forsynt med energi fra fjernvarme fra Fredrikstad fjernvarme AS. I tillegg til vanlig elektrisitet. Fjernvarmen dekker romoppvarmingsbehovet og en andel av oppvarming av tappevann. Oppvarming skjer hovedsakelig med radiatorer. Brukerne kan selv regulere temperaturen.

De alle viktigste teknisk utstyrene er samlet på teknisk sentralen og noen av teknisk rommene på underetasjen.



Figur 37 Teknisk rommene i underetasjen. (Lu 2016)

## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

### 4.1.3 Teknisk tilstand

Bæresystem/konstruksjon til bygningene er i god stand. Det var ingen synlig skader eller tegn til setningsskader.

Etasjeskiller og gulv på grunn som var undersøkt var også i normal og god stand. Det er heller ikke påvist lekkasje eller fuktinntrenginger på taket.



Figur 38 Ingen synlig skader på eksisterende tak plan. (Lu 2016)

Vinduer og dører er i fungerende tilstand, men de er av eldre typer og ikke oppfyller dagens teknisk krav.

Ellers preges deler av bygningene etterslep av vedlikehold og noen av bygningskomponenter er moden til å byttes ut



Figur 39 Befaringsbildet, sørfasaden til blokk A. (Lu 2016)

## 5 Forslag til ombygging av bygninger og energiltak

## 5. 1 Ombygging av sykehus bygninger

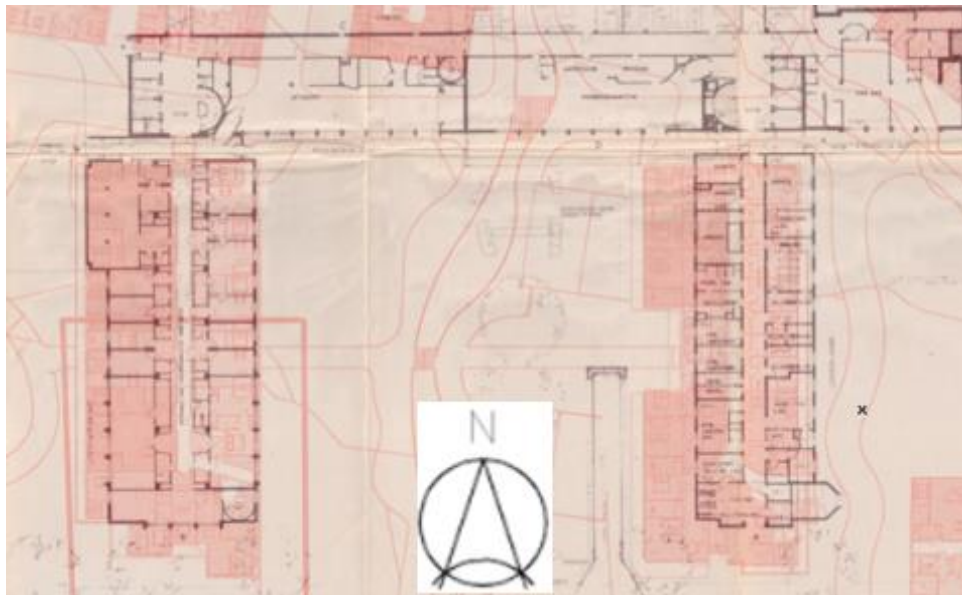
### 5.1.1 Endring på oppgavens utgangspunkt

Skissene til Niels Torp AS var utgangspunktet for denne masteroppgaven. Utkastene virker spennende og har gode arkitektonisk verdier, men disse er kun et utkast. For å kunne kjøre energi simulering trenger man informasjon som for eksempel type og tykkelser på vegger, størrelser og plasseringer til vinduene og dører, dimensjon og type på tak etc.



Figur 40 Illustrasjonsbildet fra Arkitektkontoret Niels Torp AS (2015)

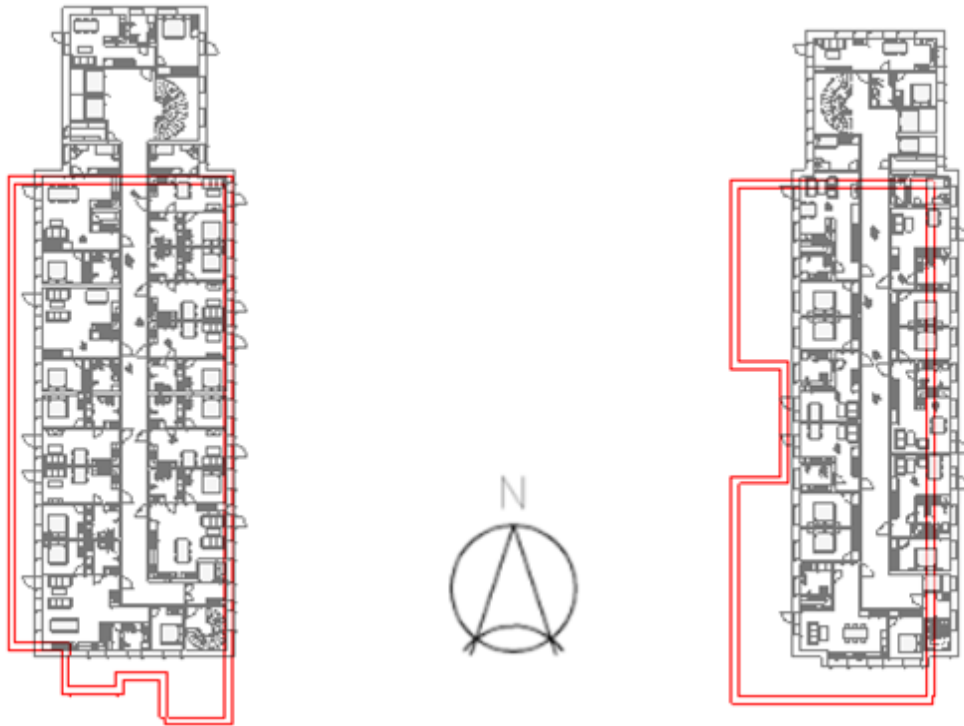
Den største utfordringen viser seg å være utformingen av bygningene. Figuren under viser at om disse er endelige vil det kreve rivning av 3 sider av bærende fasadeveggene, samt noen bærende innevegger. Korridorene skal minskes og omformes på nytt som betyr også at vi mister bærende kjernen på bygget. Dette vil skape store utfordringer under ombyggingsprosessen og vil stille store krav til rivnings- og forsterkningsarbeid underveis. Det stiller også spørsmål til hvor mye av eksisterende bygningene som vil være igjen etter en slik prosess.



Figur 41 Sammenligning av masterplanen i rødt og eksisterende plantegning (Lu 2016)



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 42 Sammenligning av masterplanen i rødt og oppgavens forslag (Lu 2016)

På bakgrunn av dette har jeg valgt å benytte utkastene til mulighetsstudie til HRTB AS (HRTB 2010) som også var utgangspunktet for salget av sykehuset Fredrikstad.

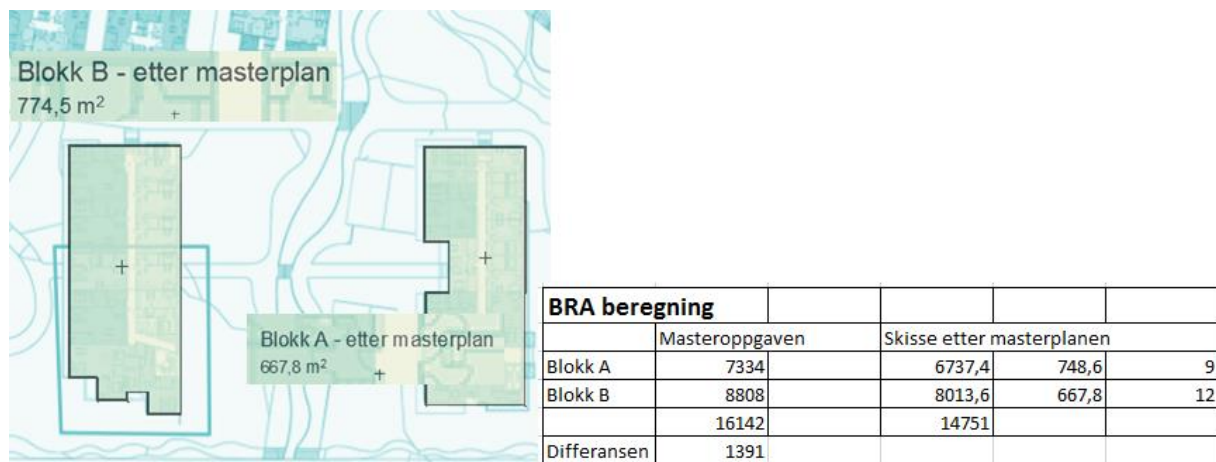
Fordelen med denne løsningen er at man kunne beholde eksisterende bærekonstruksjonen og påbygges med 3 etasjer på toppen. Dermed blir det vesentlig mindre jobb med rivning og vil også føre til mindre ombygningsarbeid.



Figur 43 Fredrikstad sykehus mulighetsstudie ny bebyggelse, illustrasjonsbildet HRTB AS 2010



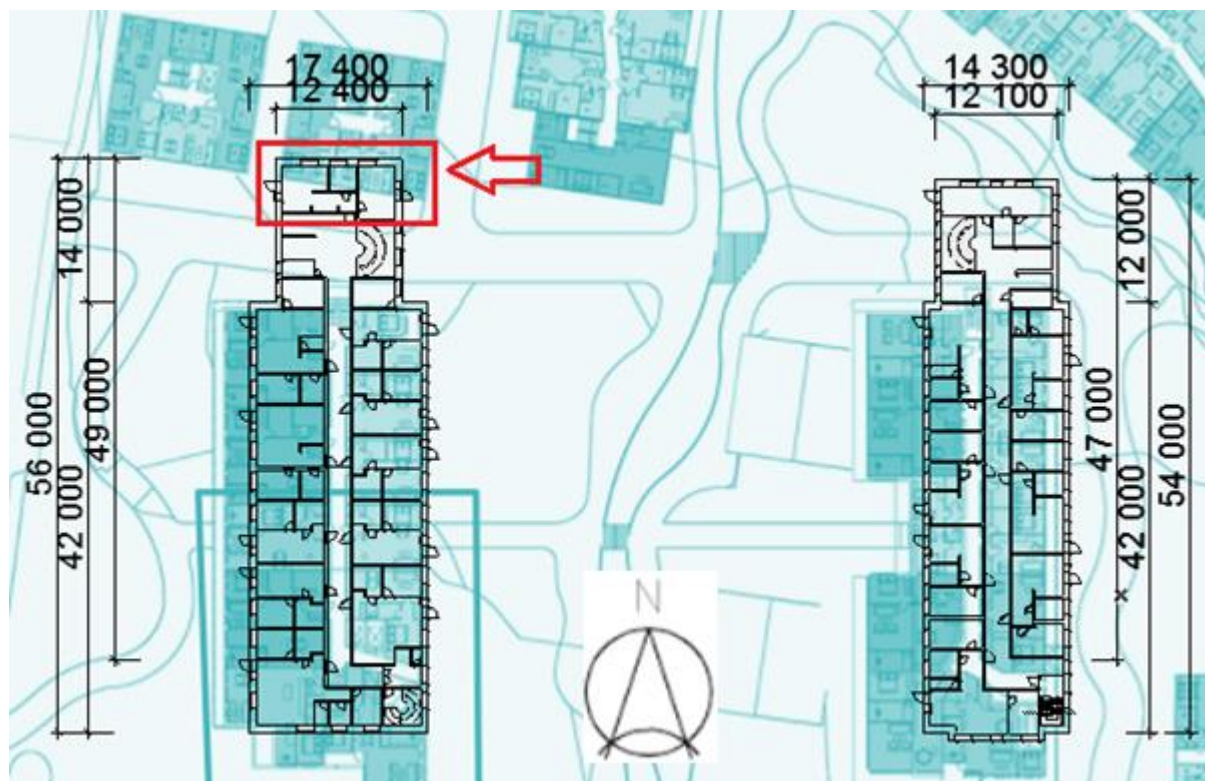
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 44 BRA sammenligning (Lu2016)

En annen konsekvens er at man får cirka 1400 m<sup>2</sup> mer i BRA (bruksareal).

Ulempen er at det blir en overlapping mot nabobebyggelsen i følge av masterplanen. Da snakker vi om en mindre omfang og kan eventuelt løses ved å flytte på noen av bebyggelsen. Se Figuren under for mer informasjon.



Figur 45 Direkte konfliktsone mellom masterplanen og oppgavens forslag. (Lu 2016)

### 5.1.2 Oppgavens forslag

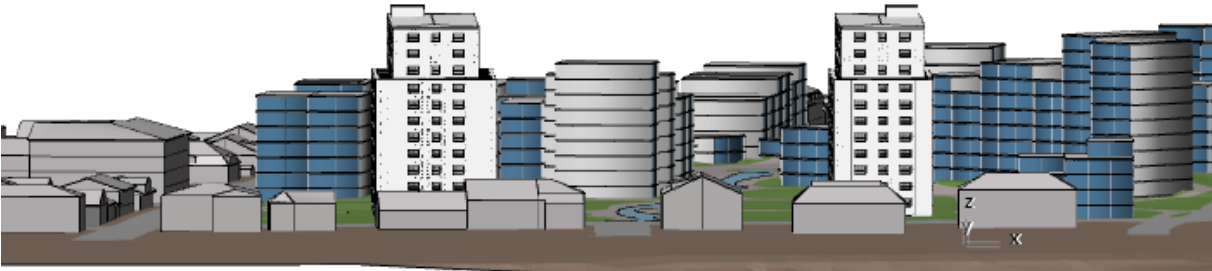
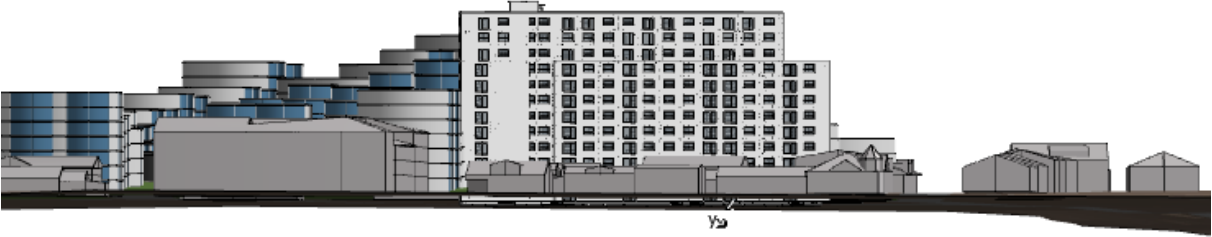
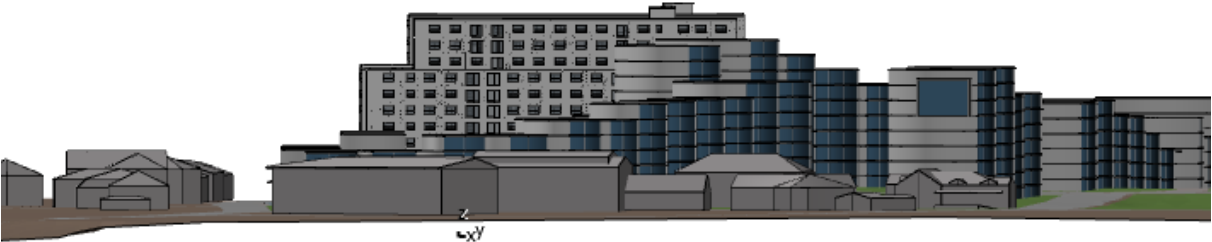
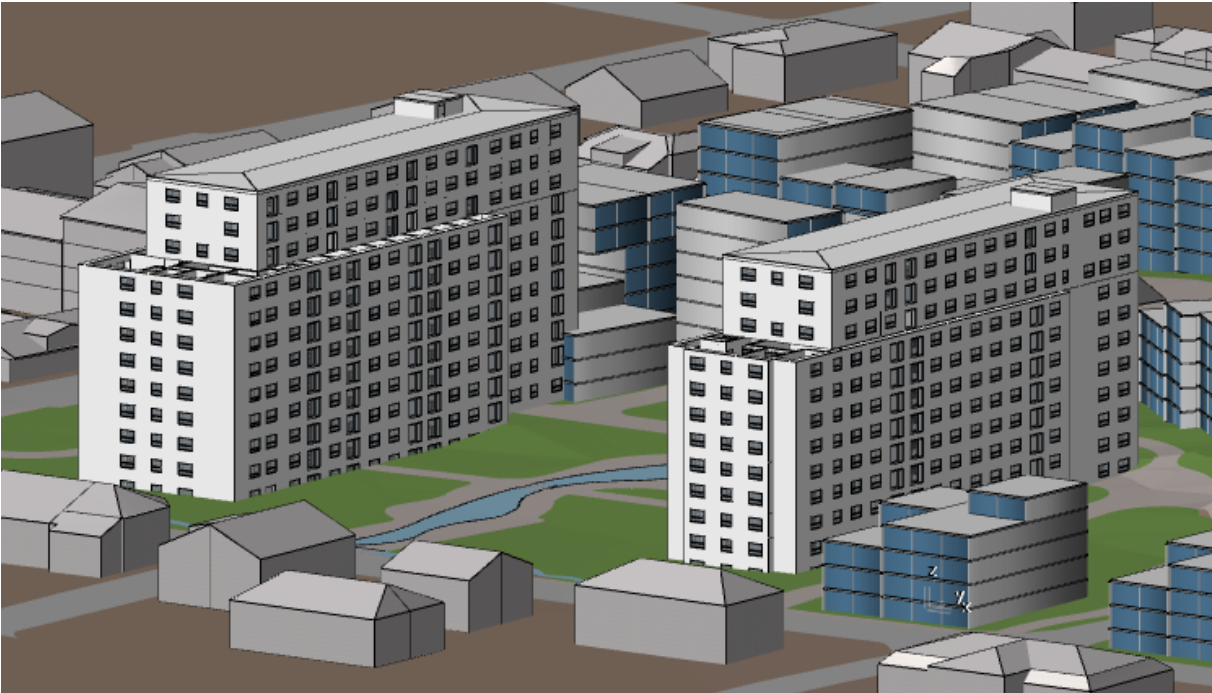
Forslaget mitt innebærer å beholde eksisterende yttervegger, korridorene, trapperom. Dermed vil bærekonstruksjonen være intakt. Samme gjelder for vindus posisjon og størrelser. Enkelte heis rom vil bli ombygget til deler av en leilighet. Noen skille vegger vil bli fjernet og eller flyttet for å gi bygget muligheten til å omdannes til leiligheter med forskjellige størrelser samt full tilgjengelighet og gode planløsninger.

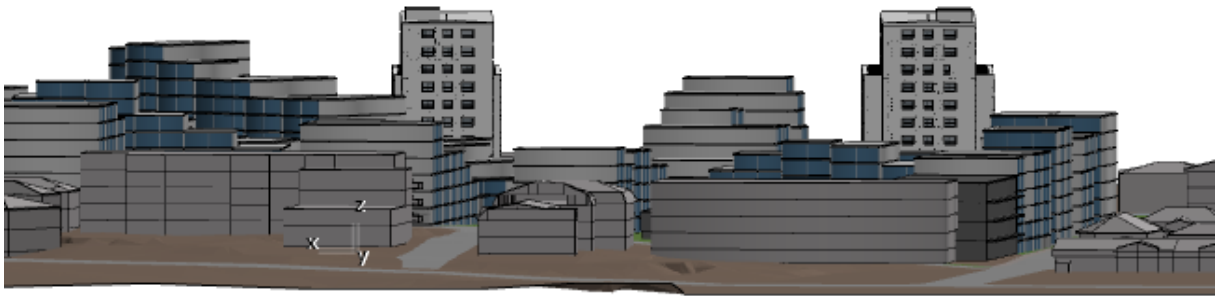
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

En av utfordringen er at ved å beholde eksisterende bærekonstruksjonen, vil den arkitektonisk utformingen være ganske låst til den eksisterende formen. Men ved å legge til balkong og påbygges med 3 ekstra etasjer vil likevel være rom for kreativitet og muligheten til å endre den eksisterende arkitektoniske utformingen.

En annet utfordringen er størrelsen. Blokk B er bredere og lengere enn Blokk A og dette betyr at blokkene skal prosjekteres hver for seg. I realiteten betyr det prosjektering av 2 helt forskjellige 12 etasje leilighetsblokk med henholdsvis  $99 + 70 = 169$  boenheter. Det er mange boliger. Fullstendig plantegningene finner man i vedlegg delen.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



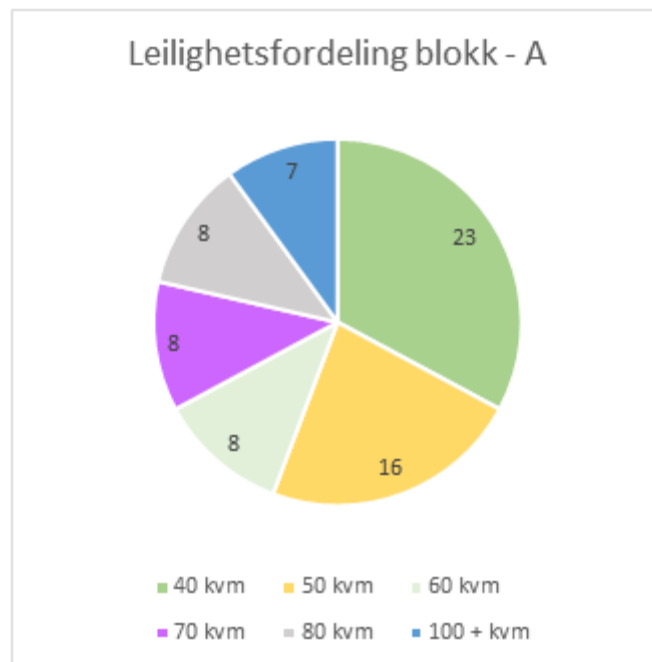


Figur 46 Nord, øst, sør og vest view

Figur 47 Oppgavens forslag

### 5.1.3 Program, leilighetstyper og fordeling

Hver bolig blokk har leiligheter fra 41 m<sup>2</sup> til 85 m<sup>2</sup> fra underetasje til 8. Etasje. De toppes med 7 penthouse leiligheter over 2 og 3 plan på de 3 øverste etasjene. Disse er fra 160 til 200 m<sup>2</sup>. Siden det er stor variasjon i størrelser og prisnivå anser vi at prosjektet dekker et stort område av potensielle kjøpere.



Figur 48 Blokk A - Leilighetsfordeling over en representative plan opptil 8. Etasje,

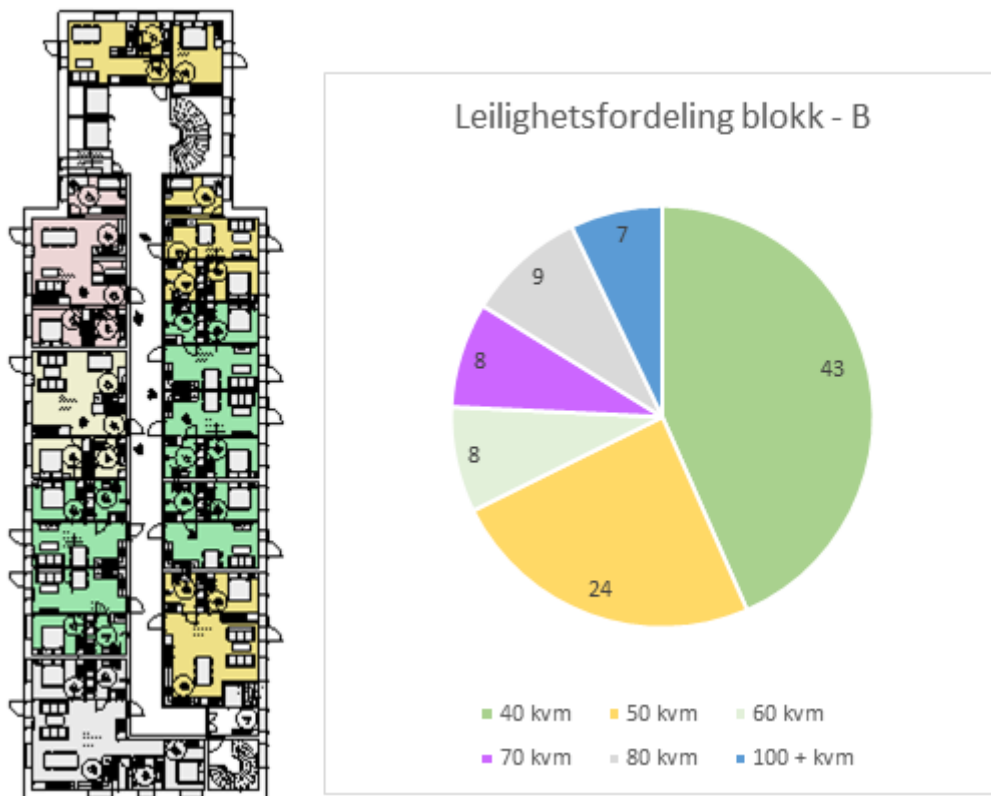
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 2 Blokk - A, Leilighetsfordelingene

| Blokk A   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |         |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
|           | U. Etasje | 1. Etasje | 2. Etasje | 3. Etasje | 4. Etasje | 5. Etasje | 6. Etasje | 7. Etasje | 8. Etasje | 9. - 11 | Total     |
| Bod/Tek   | 100       |           |           |           |           |           |           |           |           |         |           |
| 40 kvm    | 0         | 2         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3       | 23        |
| 50 kvm    | 0         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2       | 16        |
| 60 kvm    | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1       | 8         |
| 70 kvm    | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1       | 8         |
| 80 kvm    | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1       | 8         |
| 100 + kvr | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 7       | 7         |
| sum       | 0         | 7         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 7       | <b>70</b> |

For blokk A ligger underetasjen under terreng og derfor vil det utelukkende være bod og tekniskrom.

Fra 1. etasje til 11. etasje vil det være inngangspartier, 70 leiligheter, trapperom, korridor og noen teknisk rom.



Figur 49 Blokk B - Leilighetsfordeling over en representative plan opptil 8. Etasje



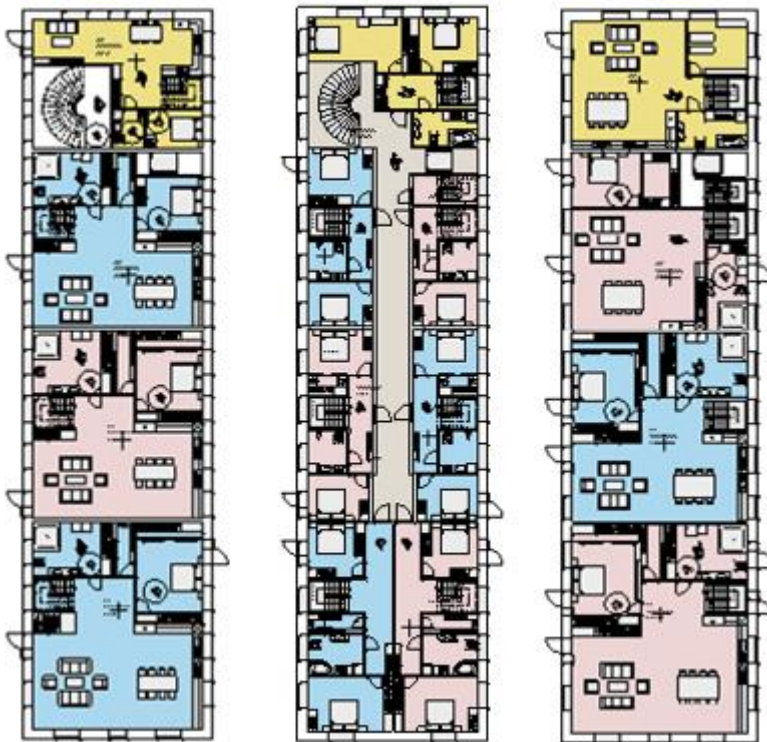
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 3 Blokk – B, leilighetsfordelingene

| Blokk B   | U. Etasje | 1. Etasje | 2. Etasje | 3. Etasje | 4. Etasje | 5. Etasje | 6. Etasje | 7. Etasje | 8. Etasje | 9. - 11 | Total |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|
| Bod/Tek   | 100       |           |           |           |           |           |           |           |           |         |       |
| 40 kvm    | 3         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 0       | 43    |
| 50 kvm    | 1         | 2         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 0       | 24    |
| 60 kvm    | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0       | 8     |
| 70 kvm    | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0       | 8     |
| 80 kvm    | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0       | 9     |
| 100 + kvr | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 7       | 7     |
| sum       | 5         | 10        | 11        | 11        | 11        | 11        | 11        | 11        | 11        | 7       | 99    |

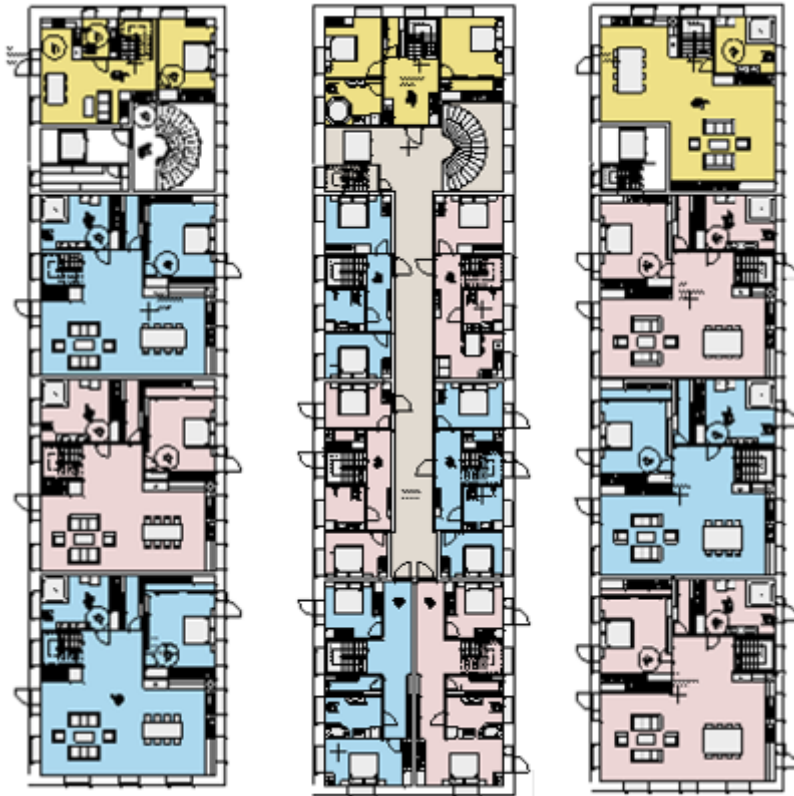
For blokk B ligger nord delen av underetasjen under terreng og denne vil utelukkende være bod og tekniskrom. Andre delen av underetasjen er prosjektert til leiligheter og en inngang.

Fra 1. etasje til 11. etasje vil det være hovedinngang, 99 leiligheter, trapperom, korridor og noen teknisk rom.



Figur 50 Blokk A - Leilighetsfordeling 9 - 11. Etasje

Figuren over viser leilighetsfordeling på Penthouse leilighetene fra 9 til 11. Etasje på *blokk A*. Den gule sonen viser en leilighet over 3 plan. Den rosa og blå sonene viser 6 leiligheter over 2 plan.



Figur 51 Blokk B - Leilighetsfordeling 9 - 11. Etasje

Figuren over viser leilighetsfordeling på Penthouse leilighetene fra 9 til 11. Etasje på *blokk B*. Den gule delen viser en leilighet over 3 plan. Den rosa og blå delene viser 6 leiligheter over 2 plan.

Et flertall av leilighetene er utført som treroms leiligheter, noe som anses gunstig for familier med barn eller for de som kanskje ønsker et hjemmekontor.

Hver leilighetene er utstyrt med et bad med snusirkel for rullestol på 1,5 m.

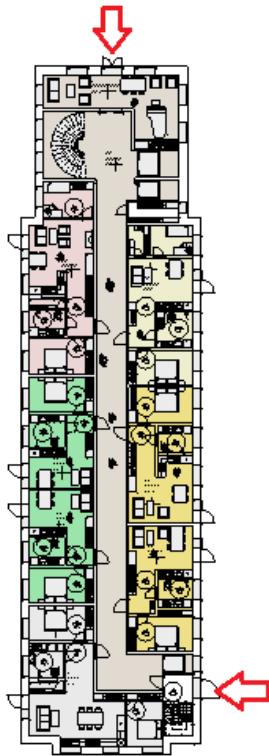
Alle soverommene er utstyrt med skap og mange av hoved-soverommene har snusirkel foran vindu. Jeg har valgt åpen stue kjøkkenløsning for å få mest ut av plassen. Da er det muligheter for at noen sitter i sofaen i stua mens andre sitter rundt kjøkkenbordet eller står ved kjøkkenbenken, om en har større sammenkomster.

Bod plasser. I tillegg til gode skapplasser i leiligheten har hver boenhet fått store bod plass nede i underetasjen

Passivhus er høykvalitets bolig med lang levetid på minst 50 år eller mer. Dette gjenspeiles i teknisk installasjoner og byggematerialene som ble valgt i denne oppgaven.

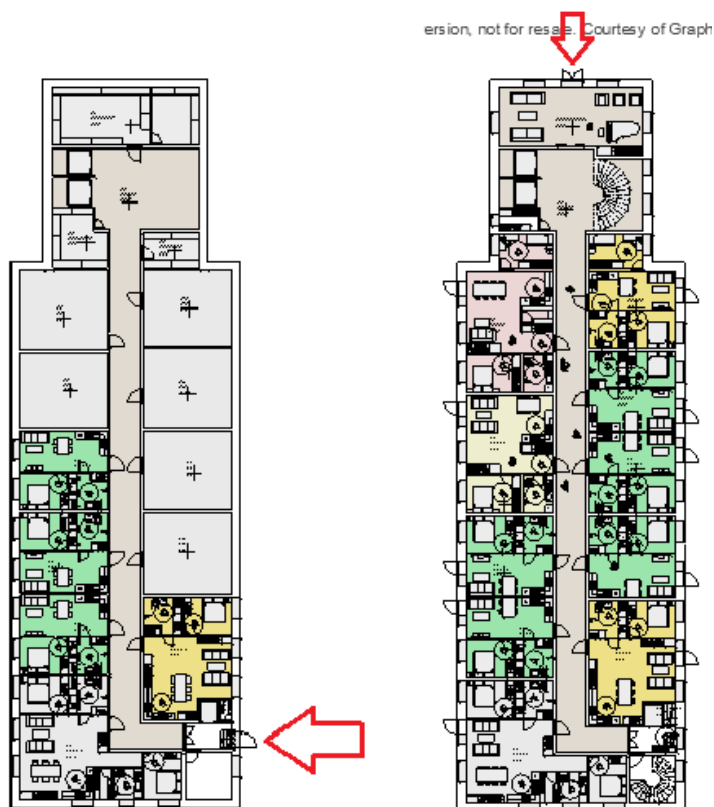
#### 5.1.4 Inngangene og uteareal





Figur 52 Blokk A - Inngangsmuligheter på 1. Etasje

For blokk A vil begge inngangene være på 1. Etasje med kort veil til trapp og heis.  
Hovedinngangspartiet ligger i nord delen av bygget og kveldsinngang ligger i nedre sørøst  
delen av bygget.



Figur 53 Blokk B – inngangsmuligheter på underetasjen og 1. Etasjen

For blokk B vil hovedinngang ligge i nord delen av 1. Etasje samme som blokk A. Den andre inngangen ligger i nedre sørøst delen av underetasjen.

*Uteareal*, det har vært viktig for prosjektet at det blir tilfredsstillende uteareal, balkong tegnet inn til de alle fleste leilighetene. Det er også avsatt ett betydelig uteareal på taket som kan nyttes av beboere og som kan være ett fint sted for sosialt samvær og da spesielt ved kveldstid.

I følge av masterplanen vil det også være gode rekreasjon områder mellom byggene.



Figur 54 Rekreasjonsområdet mellom byggene. Illustrasjonsbildet (Niels Torp AS 2015)

#### 5.1.4 Materialbruk

##### *Innervegger*

Innervegger utføres som betongvegg med dimensjon fra 100 til 200 mm, noen av de er bærevegger. Disse kles kun i de tilfeller det er krav om varmeisolering.

##### *Kjøkken*

Kjøkkenet har vi prosjektert nedfelt kjøkkenvask i rustfritt stål. Blandebatteri leveres som ettgreps batteri.

##### *Luftbehandling/Ventilasjon*

Det installeres flere sentral balansert luftbehandlingsanlegg med varmegjenvinning. Luftbehandlingsaggregat plasseres i teknisk rommene i underetasjen. Friskluft tilføres i stue og soverom. Avtrekk skjer fra bad og kjøkken. Avtrekk fra øvrige rom skjer ved overstrømming under dørene.

##### *Maling*

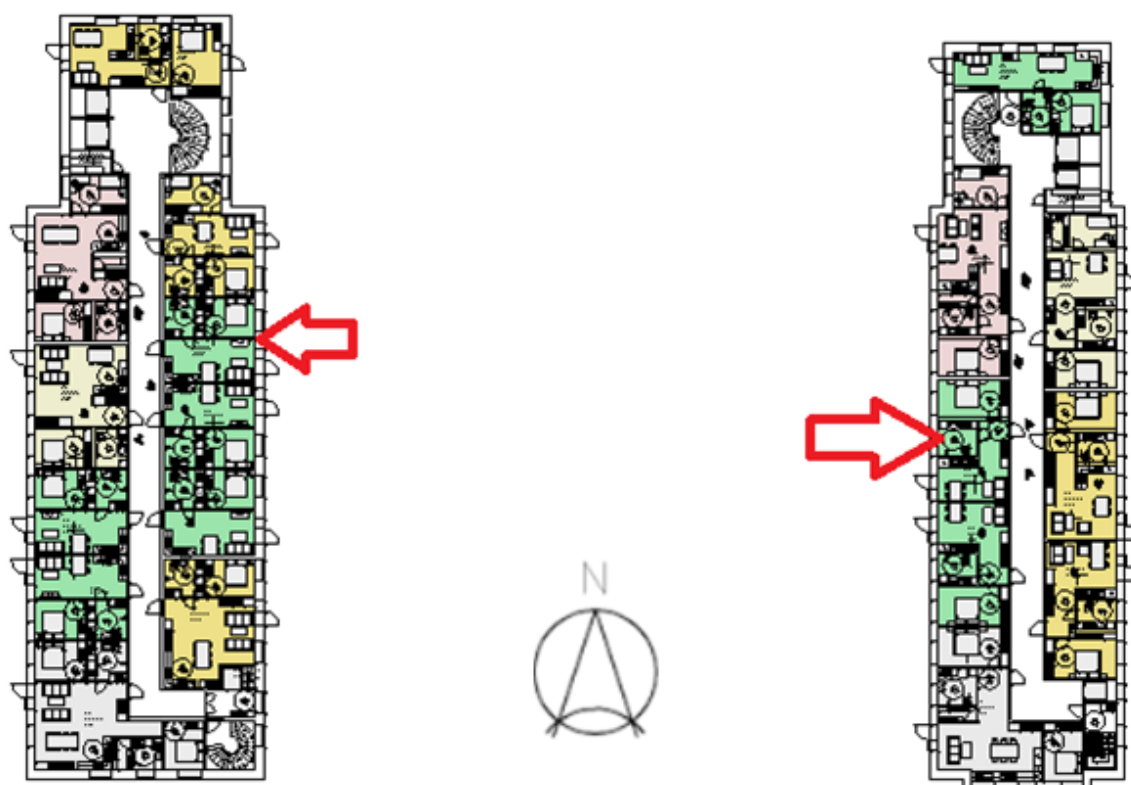
Himlinger og vegger innvendig males i varm hvit farge, antatt NCS S0502Y.

#### 5.1.5 Dagslyssimulering

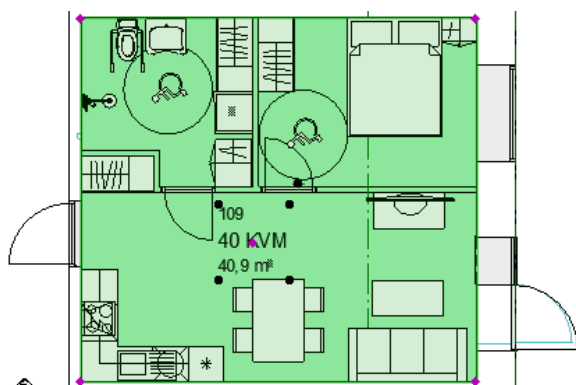
For å kunne finne ut om alle leilighet har tilstrekkelig dagslys ble det gjennomført simuleringer om dagslys til case bygningene. Jeg har valgt å se nærmere på en av de minste 40 m<sup>2</sup> leilighetene. Denne antas å få minst dagslys i forhold til de øvrige boenhetene.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Kravet i PBL er at den gjennomsnittlige dagslysfaktoren (Dav) skal være minimum 2% og det blir spennende å teste ut planløsningene i forhold til forskriftene.

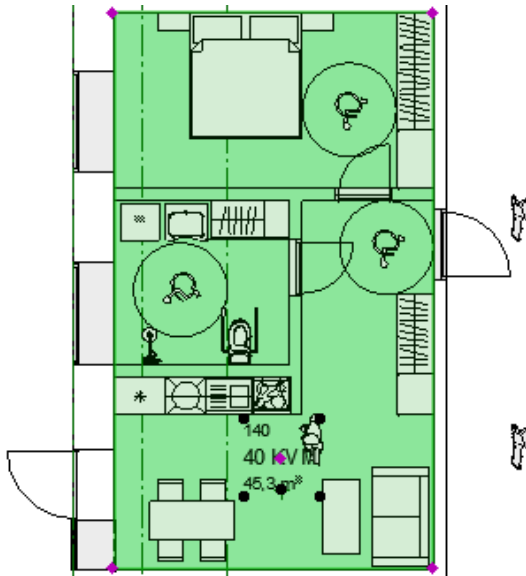


Figur 55 De utvalgte leiligheter til dagslyssimulering (Lu 2016)



Figur 56 Minste blokk B leilighet med 1 vindu (1,6 x 1,6) og 1 balkong dør (1,9 x 2,39), ØST vendt (Lu 2016)

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 57 Minste A – blokk leilighet med 2 vinduer og 1 balkongdør, VEST vendt (Lu)

Dimensjon for de to 40 m<sup>2</sup> leilighetene er:

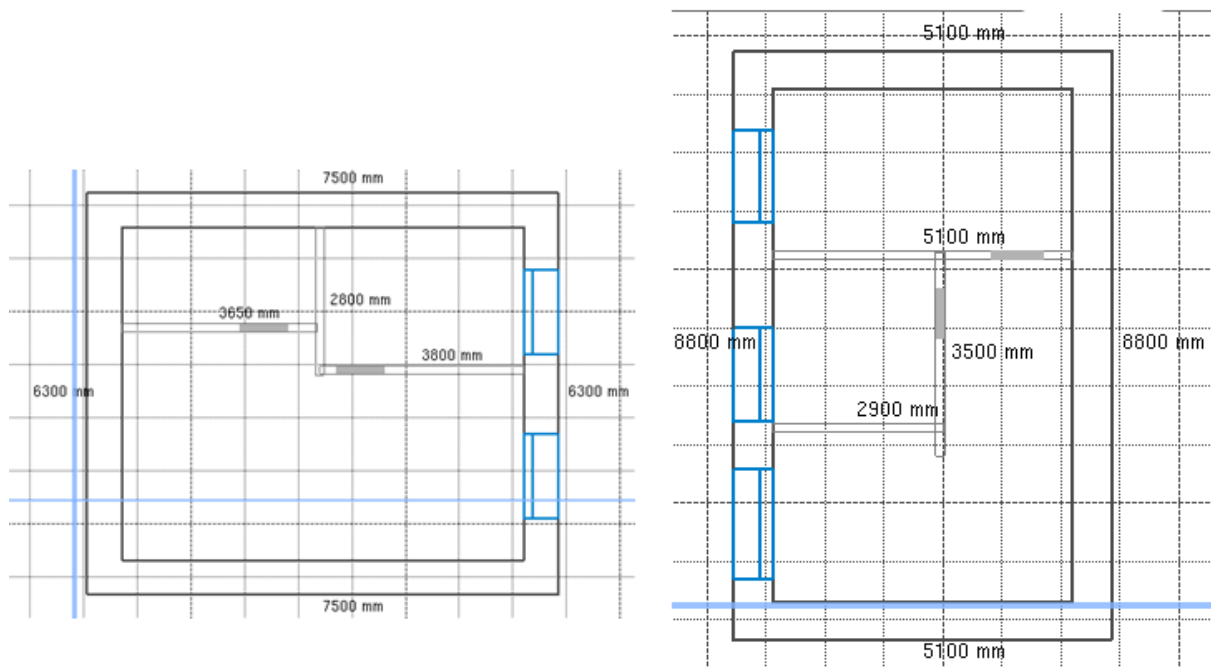
Blokk B: Lengde: 7550 mm

Bredde: 6300 mm

Blokk A: Lengde: 8800 mm

Bredde: 5100 mm

Slik ser modellene ut i VELUX Daylight Visualizer 2.



Figur 58 Blokk B leilighet med 1 vindu og 1 balkongdør og blokk A leilighet med 2 vinduer og 1 balkongdør, (Lu 2016)

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 4 Dimensjonere vindu størrelse i henhold til resultatene til dagslyssimulering (Lu 2016)

|                           |                   |                 |                 |            |          |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------|----------|
| <b>B-blokk</b>            | 6100 x 6700<br>mm |                 |                 | Øst vendt  |          |
| Balkong dør<br>størrelser |                   |                 |                 |            |          |
|                           | 1,6x2,39          | 1,8x2,39        | <b>1,9x2,39</b> | 2,0x2,39   | 2,1x2,39 |
|                           | 1,67              | 1,93            | <b>2,06</b>     | 2,18       | 2,32     |
| <b>A-blokk</b>            | 5100 x 8800<br>mm |                 |                 | Vest vendt |          |
| Balkong dør<br>størrelser |                   |                 |                 |            |          |
|                           | 1,6x2,39          | <b>1,8x2,39</b> | 1,9x2,39        | 2,0x2,39   | 2,1x2,39 |
|                           | 1,76              | <b>2,05</b>     | 2,15            |            |          |

De første testresultatene viste at lysforholdet i Zone 0(Stue) ikke var bra nok, mens andre oppholdsrom var over 2% dermed OK.

For blokk B var det kun 1,67 og blokka A var litt bedre 1,76 på grunn av sin slankere planløsningen. Enklest måte å nå kravet på er å øke størrelsen til balkongdøren. Som tabellen viser, det ble testet mot 1,8, 1,9, 2,0 og 2,1 x 2,39m. Slutt resultatet viser at 1,9 m x 2,39m gir en dagslysfaktor på 2,06 for B-blokk leilighet og 2,19 for A- blokk leilighet. Dermed oppfyller kravet til forskriften. Det ble også lagt merket til at utformingen og hvilke retning rommet vender seg mot påvirker også dagslysfaktor.

Jo smalere planløsningen jo lettere er det å få til høyere dagslysfaktor. Vestvendt og Sørvendt er bedre østvendt og nordvendt.

For ordens skyld ble samtlige balkongdører endret til denne størrelsen: **1,9 m x 2,39 m**.

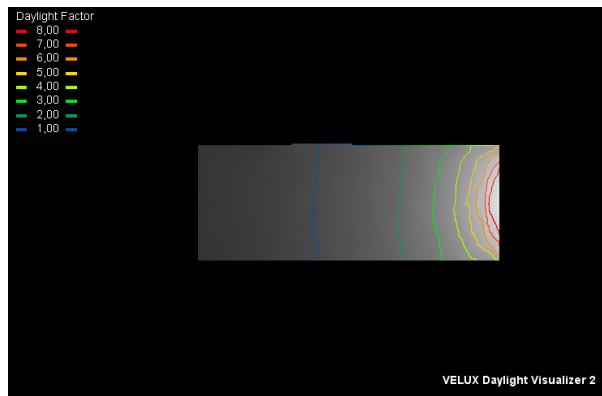
Fullstendig rapport ligger i vedlegg delen.

Project name: B\_Blokk\_1900x2390

Simulation type: Daylight Factor

Zone 0

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



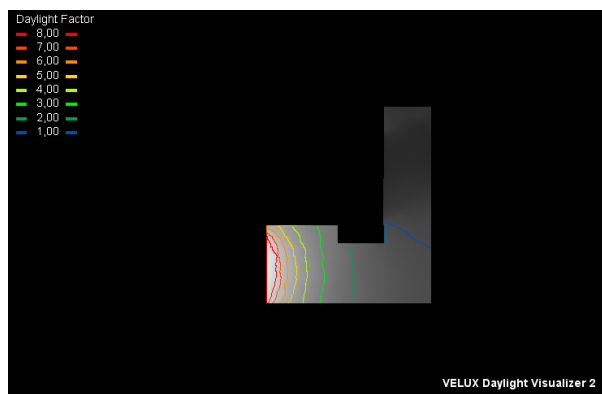
Figur 59 Blokk B - 40 kvm dagslys simuleringsresultatet (Lu 2016)

|                         |           |                  |
|-------------------------|-----------|------------------|
| Average daylight factor | Dav       | 2.06             |
| Median daylight factor  | Dm        | 1.34             |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 0.56             |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 9.91             |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 3.66 (0.27)  |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 17.64 (0.06) |

Project name: A\_Blokk\_1900x2390

Simulation type: Daylight Factor

Zone 0



Figur 60 Blokk A - 40 kvm dagslys simuleringsresultatet (Lu 2016)

|                         |      |       |
|-------------------------|------|-------|
| Average daylight factor | Dav  | 2.15  |
| Median daylight factor  | Dm   | 1.30  |
| Minimum daylight factor | Dmin | 0.29  |
| Maximum daylight factor | Dmax | 10.38 |

## Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Uniformity 1                       $D_{min}/D_{av} = 1 : 7.29 (0.14)$

Uniformity 2                       $D_{min}/D_{max} = 1 : 35.20 (0.03)$

### 5.1.6 Krav om tilgjengelig

Leilighetene er prosjektert slik at samtlige boenheter oppfyller krav om tilgjengelighet. (forskrift 2015)

#### § 12-2. Krav om tilgjengelig boenhet

- (1) Boenhet i bygning med krav om heis skal ha alle hovedfunksjoner på inngangsplanet. Inngangsplanet skal være tilgjengelig for personer med funksjonsnedsettelse slik det følger av bestemmelser i forskriften. Det er tilstrekkelig at minst 50 prosent av boenheter på inntil 50 m<sup>2</sup> BRA med ett eller to rom for varig opphold i bygning oppfyller kravene til tilgjengelig boenhet samt utforming av bad og toalett i § 12-9 første ledd. Ved søknad om oppføring av flere bygninger, gjelder unntaket samlet for bygningene.

Figur 61 Byggeteknisk forskrift Kap. XII § 12-2 Krav om tilgjengelig boenhet

### Livsløpsstandard

#### 13 Livsløpsstandard

Planlegging med livsløpsstandard har konsekvenser for plassering og utforming av de enkelte rommene.

Livsløpsstandard vil sikre brukbarhet og mulighet for tilpasning dersom noen av beboerne skulle få en funksjonshemming.

Tilstrekkelig areal til å dekke skiftende funksjonsbehov gir også ønskelig generalitet i boligen. I boliger med liten plass kan en uheldig form på rommet eller en uklok plassering av dører eller vinduer begrense rommets anvendelsesmuligheter. Se fig. 13.

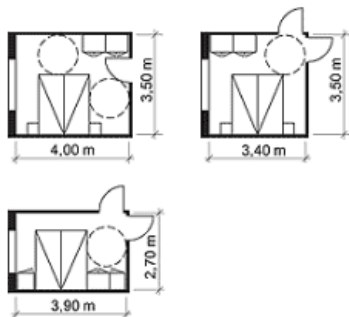
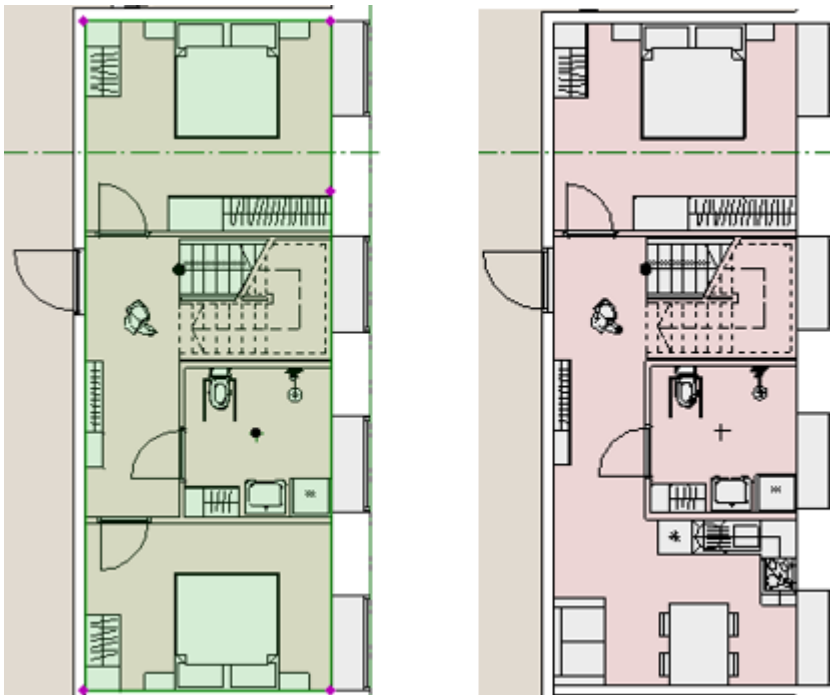


Fig. 13

Eksempler på dobbeltsengsrom med livsløpsstandard

Figur 62 Livsløpsstandard, eksempel på soverom (Byggforsk 361.121)

Fleksibelt planløsning står også sentralt i denne oppgaven, ved noen enkle inngrep kunne også penthouse leilighetene få en boenhet som tilfredsstiller livsløpsstandard.



Figur 63 Ombygging til livsløpsstandard før og etter.

#### 5.1.7 Parkering

I følge av Fredrikstad KOMMUNEPLANENS AREALDEL 2011-2023 (kommune 2011) vil bygningene etter ombyggingen utløse et krav på 269 parkeringsplasser. Delvis vil bli løst på gateparkering, men de fleste vil inngå som en del av parkeringsetasjen til Cicignon park.

#### e. Parkering

For plass til avkjørsel og parkering av biler, motorsykler og sykler, kreves avsatt plass på egen tomt etter følgende norm, dersom ikke annet er bestemt i reguleringsplan eller bebyggelsesplan:

e. For boliger over 80 kvm BRA:

Min. 2 biloppstillingsplasser pr. boenhet.

f. For boliger større enn 40 kvm og inntil 80 kvm BRA:

Min. 1,5 biloppstillingsplasser pr. boenhet.



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 5 Krav om antall parkeringsplasser (Lu 2016)

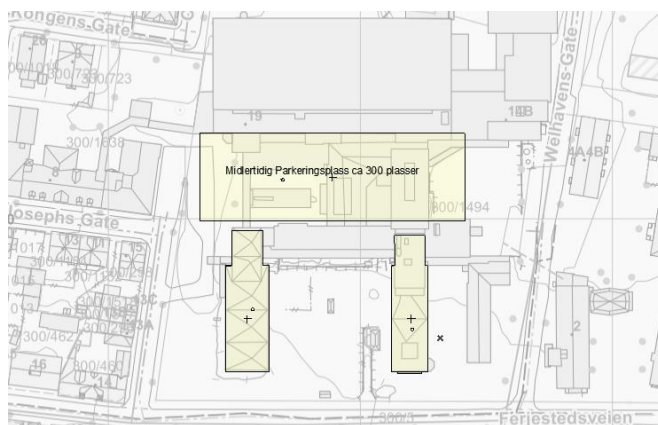
| Kravet om parkeringsplasser   |    |     |            |
|-------------------------------|----|-----|------------|
| <b>Blokk A</b>                |    |     |            |
| 40-80 m                       | 55 | 1,5 | 82,5       |
| 80 m2 +                       | 15 | 2   | 30         |
| <b>Blokk B</b>                |    |     |            |
| 40-80 m                       | 83 | 1,5 | 124,5      |
| 80 m2 +                       | 16 | 2   | 32         |
| <b>Total parkeringsplass:</b> |    |     | <b>269</b> |



Figur 64 Parkeringsforslag over 2 plan på 1. Etasje og underetasjen (HRTB AS)

Eksempelvis vil parkeringene samles hovedsakelig under nye bebyggelser, en liten del vil være på gateparkering rundt.

Om blokk A og B blir bygget først, altså før planlagt parkeringsetasjen er klare til bruk, vil da de gjenværende beboerne benytter plasser nord for bolig blokkene etter rivningene som midlertidig parkeringsplass. Ellers er det også plass sør for blokk A, vest for blokk B og mellom bygningene.



Figur 65 forslag til plasseringen av midlertidig parkeringsplasser

## 5. 2 Energisparende tiltak

I dette kapitlet vil jeg redegjøre hvilke tiltakspakker som må til for at bolig blokkene A og B til å oppnå passivhus standard i NS3700.

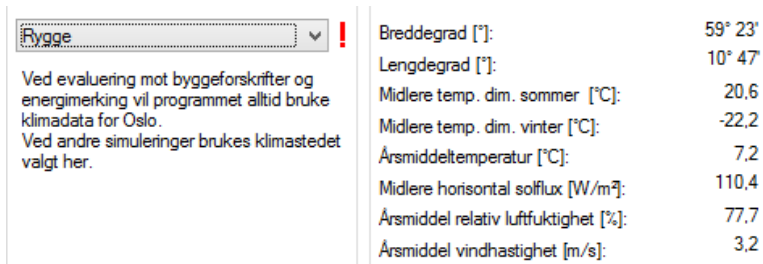
Casebygningene har 2 ulike geometrisk utforminger. Det vil også være spennende å test ut hvordan er energiforbruk til en slankere form blokk- A i forhold til en bredere form blokk- B.

### 5.2.1 Energisimulering

Jeg skal først bruke energi simuleringsprogram SIMIEN til å teste de ulike tiltakspakkene, deretter med SINTEF sin TEK-sjekk energi for å verifisere resultatene.

I SIMIEN blir gjennomført årssimulering, energimerkesimulering og simulering mot passivhus standard. I TEK-sjekk energi er kun mot passivhus standard.

Først setter jeg klimasted i SIMIEN til Rygge, hvor det er nærmest by/tettsted mot Fredrikstad.

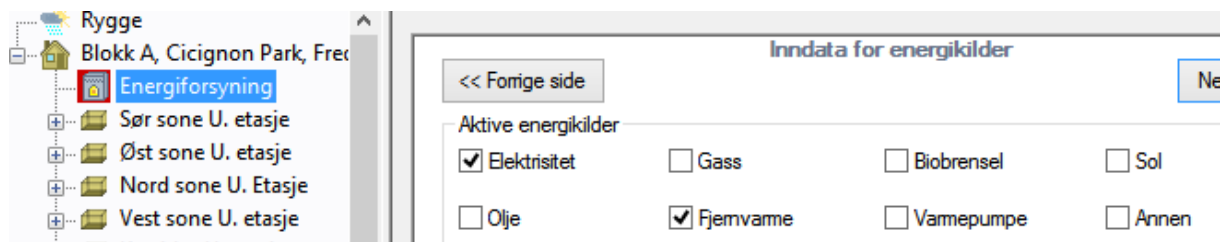


The screenshot shows the SIMIEN interface with a dropdown menu set to 'Rygge'. Below the dropdown is a warning icon and text: 'Ved evaluering mot byggeforskrifter og energimerking vil programmet alltid bruke klimadata for Oslo. Ved andre simuleringer brukes klimastedet valgt her.' To the right, a table of climate data is displayed:

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Breddegrad [°]:                      | 59° 23' |
| Lengdegrad [°]:                      | 10° 47' |
| Midlere temp. dim. sommer [°C]:      | 20.6    |
| Midlere temp. dim. vinter [°C]:      | -22.2   |
| Årsmiddeltemperatur [°C]:            | 7.2     |
| Midlere horisontal solflux [W/m²]:   | 110.4   |
| Årsmiddel relativ luftfuktighet [%]: | 77.7    |
| Årsmiddel vindhastighet [m/s]:       | 3.2     |

Figur 66 Skjermbildet fra SIMIEN beregningen

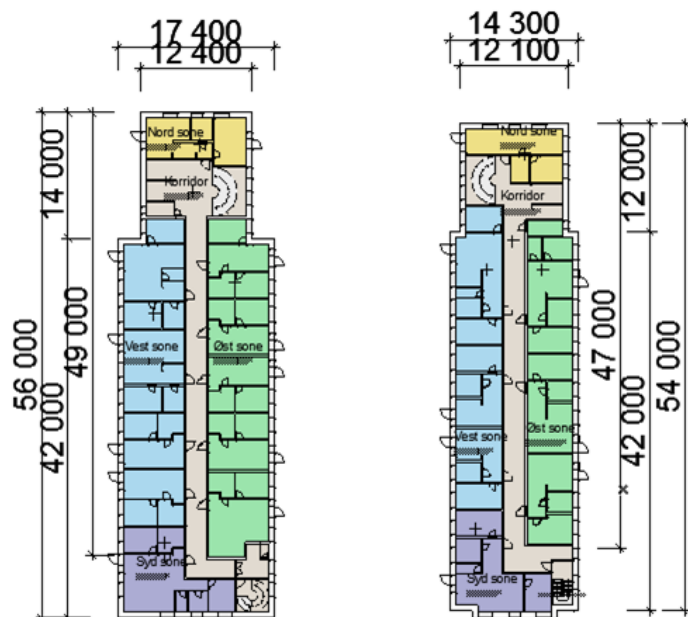
Energiforsyning har det valgt elektrisitet og fjernvarme, hvor fjernvarme står 100% på romoppvarming og tappevann.



I tillegg har jeg benyttet sonefordelingen for å få til en mer detaljert simulering.

Boligblokkene er delte opp i 5 soner, Nord (gul), Øst (grønn), Sør (lilla), Vest (blå) og Korridor (grå) fra underetasje til topp etasje.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Figur 67 Sone fordeling Blokk B til venstre og Blokk A til høyre

### 5.2.2 Konsept 1 Med minimumskrav til passivhus

I denne konseptet benytter jeg bolig komponentene som oppfyller minstekravet til passivhus standard. Resultatene fra SIMIEN og TEK-sjekk energi vil bli presentert og sammenlignet.

#### 5.2.2.1 bygningskomponentene

Tabell 6 Minstekravet til passivhus standard i henhold til NS3700

| Vegger | Tak  | Gulv | Vinduer & dører | Kuldebro      | Infiltrasjon | Ventilasjon |
|--------|------|------|-----------------|---------------|--------------|-------------|
| 0,18   | 0,13 | 0,1  | 0,8             | $\psi''=0,05$ | n50=0,6      | 80%         |

Yttervegger, etter metodene i NS3031 *Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data* (standard 2014) vil det være nok til å etterisolere utvendig med 148mm murplate klasse 34, det vil si varmekonduktivitet på 0,034 W/mK for å U-verdi 0,18 W/(m2K).

Tabell 7 U-verdi beregning - yttervegger

| Yttervegger                          |                                   |            |           | Krav                       | 0,18 W/(m2K) |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|----------------------------|--------------|
| <b>Eksisterende + etterisolering</b> |                                   |            |           | Tilleggsverdi ift standard | 0,008        |
|                                      | Betong                            | Porebetong | Isolasjon |                            |              |
| Rambda                               | 2,5                               | 0,14       | 0,034     | R = dimensjon/lambda       |              |
| dimensjon                            | 0,198                             | 0,198      | 0,148     | U = 1/R                    |              |
| U verdi                              | 12,63                             | 0,71       | 0,23      | U = lambda/dimensjon       |              |
|                                      |                                   |            | etteriso. | 148 mm                     | 544          |
| Rvegg =                              | Rbetong + Rporebetong + isolasjon |            |           |                            |              |
|                                      | 5,846                             | 0,079      | 1,41      | 4,35                       |              |
| U-verdi                              | 0,17                              | 0,008      | =         | 0,18 W/(m2K)               |              |

Vegger under terreng, antar å ha samme konstruksjon som veggene over pluss noen dreneringsplast eller lignende, dermed vil det også være nok med 148mm murplate klasse 34, det vil si 0,034 W/mK for å U-verdi 0,18 W/(m2K).

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Gulv på grunn, det er antatt ingen isolasjon under eksisterende gulv på grunn. Foreslår å etterisolere på gulvet med 349mm isolasjon klasse 34, det vil si varmekonduktivitet på 0,034 W/mK for å U-verdi 0,1 W/(m<sup>2</sup>K).

Tabell 8 U-verdi beregning – gulv

| Gulv                                 |           |           | Krav                             | 0,1 W/(m <sup>2</sup> K) |     |
|--------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|--------------------------|-----|
| <b>Eksisterende + etterisolering</b> |           |           | Tilleggsverdi ift standard       | 0,008                    |     |
|                                      | Betong    | Isolasjon |                                  |                          |     |
| Rambda                               | 2         | 0,034     | R = dimensjon/lambda             |                          |     |
| dimensjon                            | 0,198     | 0,349     | U = 1/R                          |                          |     |
| U verdi                              | 10,10     | 0,10      | U = lambda/dimensjon             |                          |     |
|                                      |           | etteriso. | 349                              | mm                       | 547 |
| Rvegg =                              | Rbetong + | isolasjon |                                  |                          |     |
|                                      | 10,364    | 0,099     | 10,26                            |                          |     |
| U-verdi                              | 0,10      | 0,008 =   | <b>0,10</b> W/(m <sup>2</sup> K) |                          |     |

Tak, antar at det er ingen isolasjon fra før. Etterisoleres på toppen med 298mm isolasjon klasse 37, det vil si varmekonduktivitet på 0,037 W/mK for å U-verdi 0,13 W/(m<sup>2</sup>K).

Tabell 9 U-verdi beregning - tak

| Tak                                  |           |           | areal                            | 610 m <sup>2</sup> | Krav  | 0,13 W/(m <sup>2</sup> K) |  |
|--------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|--------------------|-------|---------------------------|--|
| <b>Eksisterende + etterisolering</b> |           |           | Tilleggsverdi ift standard       |                    | 0,008 |                           |  |
|                                      | Betong    | Isolasjon |                                  |                    |       |                           |  |
| Rambda                               | 2,5       | 0,037     | R = dimensjon/lambda             |                    |       |                           |  |
| dimensjon                            | 0,198     | 0,298     | U = 1/R                          |                    |       |                           |  |
| U verdi                              | 12,63     | 0,12      | U = lambda/dimensjon             |                    |       |                           |  |
|                                      |           | etteriso. | 298                              | mm                 | 496   |                           |  |
| Rvegg =                              | Rbetong + | isolasjon |                                  |                    |       |                           |  |
|                                      | 8,133     | 0,079     | 8,05                             |                    |       |                           |  |
| U-verdi                              | 0,12      | 0,008 =   | <b>0,13</b> W/(m <sup>2</sup> K) |                    |       |                           |  |

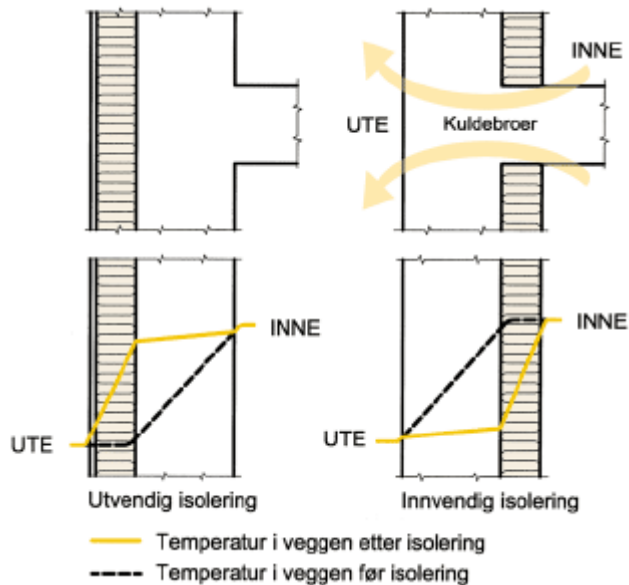
Vinduer og dører blir byttet ut med passivhus vinduer og dører med en U-verdi lik 0,8. Per i dag finner vi allerede en god del produsenter som tilbyr produkter med U-verdi lik 0,8 eller lavere. Når disse masse produseres vil også prisene gå ned.



Figur 68 Passivhus vindu produkt fra Nordan (nordan.no 2016)

Solavskjerming, ved å installere utvendig persiener ved utsatt fasade og innvendig ved mindre utsatte fasader for å få ned behovet for nedkjølingen.

Kuldebro og infiltrasjon, jeg har valgt blant annet å etterisolere yttervegger slik at det ikke føre til problemer med fukt eller frost. Samt lettere å få til en tettere klimaskjerm. Prinsippet på etterisolering utvendig er vist på figuren under.



Figur 69 Fordelen å etterisolere utvendig

Dette vil også minske risiko for kuldebro dannelsen og uønsket infiltrasjon gjennom klimaskjerm. Dermed lettere å få en tettere bygningskropp. For å få til god lufttetthet kan man gjøre det på følgende måte:

- Kontinuerlig tett dampsperre
- Kontinuerlig tett vindsperre
- Alle fuger må utføres med to-trinns tetting
- Korrekt og nøyaktig utførelse med tilfredsstillende utførelseskontroll

Tettheten må dokumenteres i etterkant med en trykktest. Denne utføres ved at alle byggets åpninger lukkes og man setter inn en blåsemaskin som skaper overtrykk. Deretter kan man måle luftlekkasjen. Dersom ikke vårt mål på 1,5 luftskiftninger per time er oppnådd, må forbedringstiltak utføres.

Bygningen kan deretter termofotograferes for å finne ut hvor luftlekkasjene er størst. Minstekrav verdiene til kuldebro 0,05 og infiltrasjon 0,6 vil bli brukt.

Ventilasjon, installer et nytt CAV – varmegjenvinning anlegg med virkningsgrad over 80%.

Tabell 10 Oversikt over tiltakskonsept 1 (Lu 2016)

|                | Oversikt over tiltak  | Uverdi<br>W/(m <sup>2</sup> K) |
|----------------|---|--------------------------------|
| Tak            | Etterisolere 298 mm isolasjon kl.37   | 0,13                           |
| Yttervegg      | Etterisolere utvendig 148 mm murplate kl. 34                                  | 0,18                           |
| Vindu          | Skifte med 0,8 U-verdi vinduer  | 0,8                            |
| Solavskjerming | Utvendig persienner ved utsatt fasade og innvendig ved mindre utsatte fasader |                                |
| Infiltrasjon   | Etterisolere utvendig og ekstra tetting av bygningen                          |                                |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

|                        |   |      |
|------------------------|---|------|
| Ventilasjonsanlegg     | Nytt CAV – varmegjenvinning anlegg med virkningsgrad over 80%                   | 80%  |
| Sentral driftskontroll | Behov styring av lys og oppvarming  |      |
| Belysning              | Bytte ut med LED lamper i korridorene   |      |
| Oppvarming             | Bytte ut radiator ventiler med aktivatorer som styres i sekvens med rom kjøling |      |
| Energiforsyning        | Øke andel med fjernvarme til å dekke all romoppvarming og tappevann             |      |
| Gulv på grunn          | Etterisolere med 349 mm XPS plate kl 34   | 0,1  |
| Vegg under terreng     | Etterisolere med utvendig 148 mm isolering, kl 34 puss                          | 0,18 |

#### 5.2.2.2 Test resultatene

Det skal gjennomføre test mot passivhus, energimerking og årssimulering. Deretter verifiseres mot TEK-sjekk energi simuleringsprogram.

Først ut er den slankere utgaven, blokk A

Resultatet til SIMIEN viser at blokk A har ikke påfylt krav til energiytelse, det er for høy netto oppvarmingsbehov. Fullstendige test rapporter finner man i Vedlegg delen av oppgaven

Tabell 11 Blokk – A resultater av evalueringen.

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

Tabell 12 Blokk A - energiytelse

| Energiytelse  |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 19,0 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 47,9 kWh/m <sup>2</sup> | 73,7 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 85,7 %                  | 60,0 %                  |

Den har en netto oppvarmingsbehov på 19 kWh/m<sup>2</sup> og kravet er på 15 kWh/m<sup>2</sup>.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,18  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 80    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,14  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

\* Denne studie SIMIEN versjon er ikke helt oppdatert med enkelte parameterne. Krav til U-verdi yttervegger er ikke 0,22, men 0,18 og til tak er heller ikke 0,18, men 0,13. Men minstekrav til enkeltkomponenter er oppnådd.

Tabell 13 Blokk A - levert energi til bygningen (NS 3700)

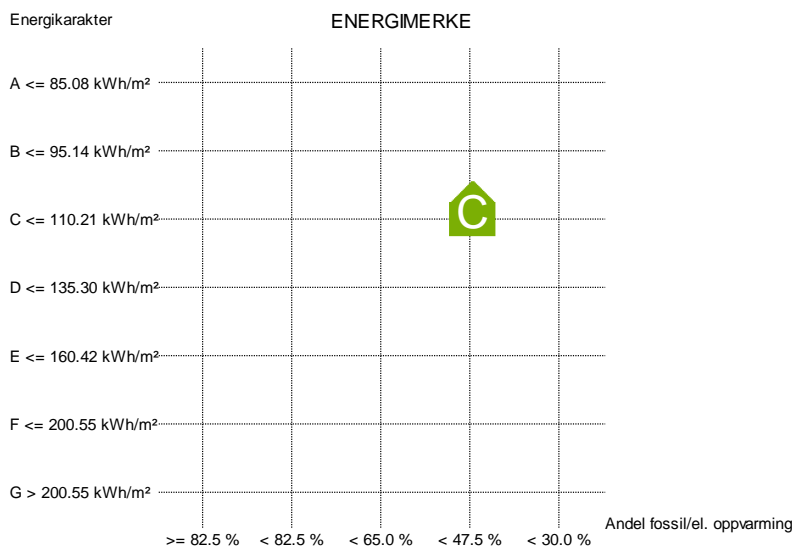
| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 346347 kWh    | 47,9 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 364038 kWh    | 50,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 710385 kWh    | 98,3 kWh/m <sup>2</sup> |

Energimerke simulering er også utført og konsept 1 for blokk – A har fått energimerke C.



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 14 Blokk A- energimerking

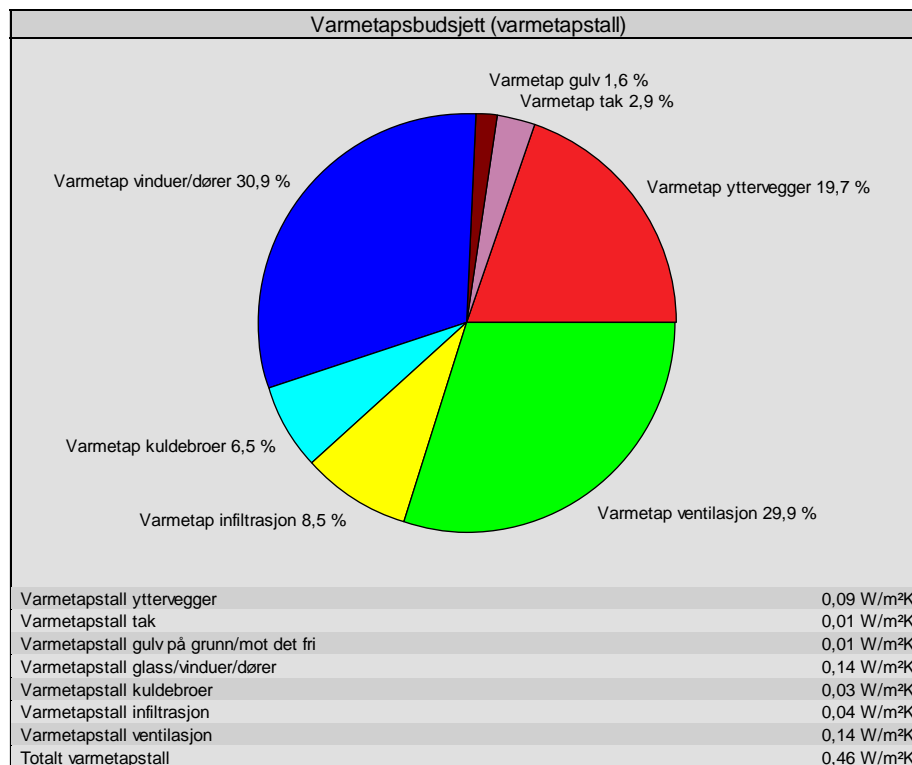


Beregnet levert energi normalisert klima: 102.92 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 33.2 %

Deler av test resultatet til årssimulering er vist på tabellene under. Testresultatene viser relativt høy varmetap i ventilasjon. Årligenergi budsjett viser også at det er høy energi forbruk på internlast.

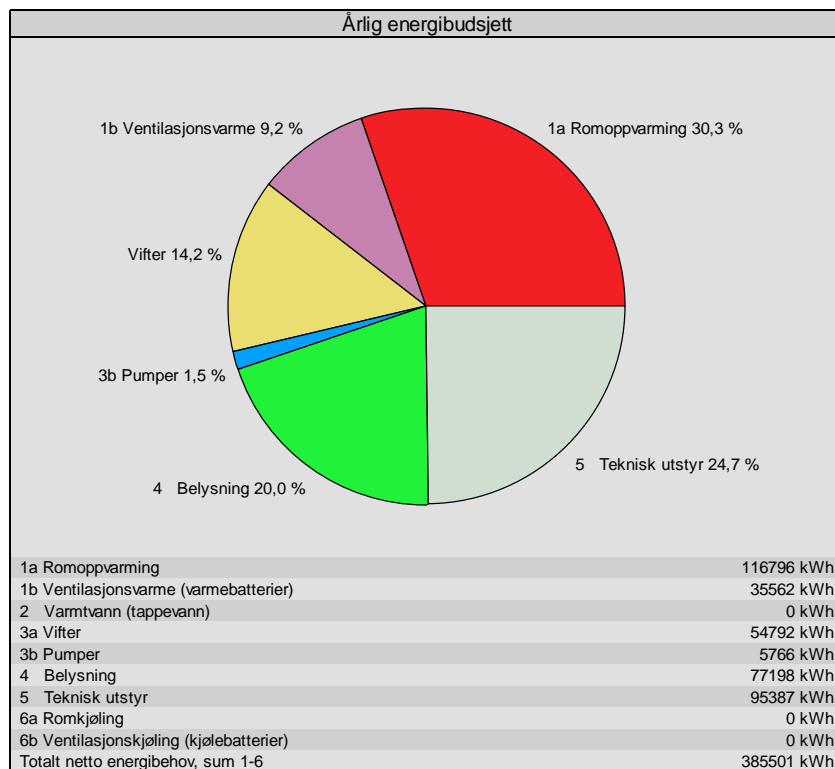
*Internlaster:* Med internlaster menes belysning, teknisk utstyr (hvitevarer og brunevarer), oppvarming av tappevann og varmetilskudd fra personer. Disse er alle samlet i ett element.(ProgramByggerne 2016)

Tabell 15 Blokk - A varmetap budsjett



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 16 Blokk A - årlig energibudsjett



Testresultatet fra TEK-sjekk energi viser også at passivhus standard ikke oppnådd på grunn av for høy oppvarmingsandel.

Tabell 17 Blokk A - TEK-sjekk energi test resultat

| Klar til å utføre beregning                |  |   |  |  |   |   |  |
|--|--|---|--|--|---|---|--|
| <b>1: GENERELT</b>                         |  | Beskrivelse av bygning: Blokk A - Cicignon Park, Fredrikstad    |  |  | Kunde / byggherre / referanse: NIMBU og NG Development AS                   |   |  |
| Type beregning                             |  | Type kontrollberegning: NS 3700: Passivhuskriterier, bolig      |  |  | Beregningen utført av firma: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet |   |  |
| Tilleggsinfo.                              |  | Antall boenheter i bygget: 70                                   |  |  | Beregningen utført av person: Chen Lu                                       |   |  |
| Ev. matricelinfo: 193914802                |  | Byggeår: 2016   |  |  | Lokalt klima: Oslo  |   |  |
| Bygningskategori: Boligblokker, Leilighet  |  | Ytre klima  |  |  | Vindeksponeering: Landlig / Lave trær / boligstråk / Jordbruk               |   |  |
| Bygningskategori: Hele bygningen           |  | Cicignondata 14B, 1606 FREDRIKSTAD                              |  |  | Jordart: Fast fjell   |   |  |
| <b>2: BYGNINGEN</b>                        |  |   |  |  |   |   |  |
| Dimensjoner                                |  | Oppvarmet del av bruksareal, BRA: 7356 m <sup>2</sup>           |  | BRA for bygningskomplekset er: 7356 m <sup>2</sup>         |   | Dokumentasjon / kommentar   |  |
| Bygningskropp                              |  | Oppvarmet luftvolum: 18534 m <sup>3</sup>                       |  | Eksponert omkrets: 136,6 m                                 |   | (105 m <sup>2</sup> /bolig)                                       |  |
| Ventilasjon                                |  | Normalisert kuldebroverdi, $\psi^*$ : 0,05 W/(m <sup>2</sup> K) |  | Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h <sup>-1</sup> ): 0,6  |   | (tilsvarer ca. 0,11 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> )          |  |
| Klimatisering                              |  | Bygningens varmekapasitet: 126 Wh/(m <sup>2</sup> K)            |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   | Kolebro-rapport xx, dato dd.mm.yyyy: 01.01.2016                   |  |
| Belysning                                  |  | Ventilasjonsprinsipp: Mek. balansert                            |  | Spesifikk vitteeffekt (normal): 1,5 kW/(m <sup>2</sup> /s) |   | Spesifikk vitteeffekt (natthelg): som over kW/(m <sup>2</sup> /s) |  |
| Belysning                                  |  | Ventilasjon, luftmengde (normal): som over                      |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Ventilasjon, luftmengde (natthelg): som over                    |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Virkningsgrad, varmegjenvinning: 80 %                           |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Varmegjenvinner, frostsikring: -10 °C                           |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Styring av tilluftstemperatur: 18 °C                            |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Type kjøling (mekanisk eller lufting): Vinduslufting            |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Nattsenkning (utenom brukstid): Ja                              |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Styring av belysning: Vanlig manuell                            |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| Belysning                                  |  | Ønsket lysstyrke: 300 Lux                                       |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)  |   |   |  |
| <b>3: KONSTRUKSJONSTYPER</b>               |  |   |  |  |   |   |  |
| Konstruksjonstype                          |  | Beskrivelse   |  | U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)                               |   | Ekstra motstand +ΔR <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> K)/W             |  |
| Vegg under terreng                         |  | Betongvegg, utvendig 200 mm trykkfast isolering, puss           |  | 0,180  |   | (+jord)   |  |
| Golv på grunnen                            |  | Betongdekke, 350 mm EPS dreneplate kl.38                        |  | 0,114  |   | (+jord)   |  |
| Flatt tak mot friluft                      |  | Kompakt tak, 400 mm isolasjon kl.38 (betongdekke)               |  | 0,130  |   | -   |  |
| Yttervegg mot friluft                      |  | Betongvegg, 250 mm murplate kl.34, teglforblending              |  | 0,180  |   | -   |  |
| <b>4: TYPER VINDU / DØR</b>                |  |   |  |  |   |   |  |
| Vindus-/dørtype                            |  | U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)                                    |  | Lysåpning F, %   |   | Glass lystransmisjon / sofffaktor LT% / g %                       |  |
| 3-lags/arg./lav-e/isol.karm/list           |  | 0,800   |  | 80 %   |   | 72/51   |  |
| 3-lags/arg./lav-e/isol.karm/list+skjerming |  | 0,800   |  | 80 %   |   | 72/51   |  |
| dør, 80% 3-lags glass                      |  | 0,800   |  | 80 %   |   | 72/51   |  |
| <b>5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN</b>        |  |   |  |  |   |   |  |
| Beskrivelse                                |  | Himmelretning (grader fra N.)                                   |  | Bruttoareal m <sup>2</sup>                                 |   | Vindus-/dørtype   |  |
| Vindus-/dørtype                            |  | N (0°)  |  | 475  |   | 3-lags/arg./lav-e/isol.karm/list                                  |  |
| Vindus-/dørtype                            |  | Horisonten grader   |  | 70,00  |   | 10°   |  |
| Vindus-/dørtype                            |  | Utspring ↑ [↔] [→]  |  | 0  |   |   |  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 18 Blokk A TEK-sjekk, test resultat 2

| <b>NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)</b> |                       |   |
|--|-----------------------|---|
| Energipost                             | Energibehov<br>kWh/år | Spesifikt<br>behov<br>kWh/(m <sup>2</sup> år) |
| Romoppvarming                          | 104130                | 14,2  |
| Ventilasjonsvarme                      | 15288                 | 2,1   |
| Varmtvann                              | 219091                | 29,8  |
| Vifter                                 | 32219                 | 4,4   |
| Pumper                                 | 504                   | 0,1   |
| Belysning                              | 83770                 | 11,4  |
| Teknisk utstyr                         | 128877                | 17,5  |
| Romkjøling                             | -                     | -   |
| Ventilasjonkjøling                     | -                     | -   |
| Sum denne bygning:                     | 583879                | <b>79</b>                                     |
| <b>Andel til oppvarming:</b>           | <b>119417</b>         | <b>16</b>                                     |
| <b>Passivhus-krav ≤</b>                | -                     | <b>15</b>                                     |

Tabell 19 Blokk A TEK-sjekk, test resultat 3

| <b>ENERGIFORSYNING (normalklima)</b> |                        |  |                            |
|--------------------------------------|------------------------|--|----------------------------|
| Energivare                           | Lvert energi<br>kWh/år | Spesifikk lvert<br>kWh/(m <sup>2</sup> år) | Dekningsgrad<br>varmebehov |
| Direktevirkende el.                  | 315905                 | 43,0                                       | 20,0 %                     |
| El. til VP & solenergi               | -                      | -  | -                          |
| Olje                                 | -                      | -  | -                          |
| Gas                                  | -                      | -  | -                          |
| Fjernvarme                           | 294788                 | 40,0                                       | 80,0 %                     |
| Biobrensel                           | -                      | -  | -                          |
| Annen fornybar                       | -                      | -  | -                          |
| Sum denne bygning:                   | 610693                 | 83   | 100,0 %                    |
| <b>Lvert fossilt &amp; el:</b>       | <b>315905</b>          | <b>100,0 %</b>                             | -                          |
| <b>Passivhus-krav ≤</b>              | <b>474334</b>          | <b>77,7 %</b>                              | -                          |

Tabell 20 Blokk A TEK-sjekk, test resultat 4

Krav til netto energibehov til oppvarming (NS 3700 §4.2) er ikke oppfylt.  
► Boligen oppfyller derfor ikke kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.

Deretter, blokk B

Resultatet til SIMIEN viser at blokk B har ikke påfylt krav til energiytelse, det er for høy netto oppvarmingsbehov. Fullstendige test rapporter finner man i Vedlegg delen av oppgaven.

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 21 Konsept 1, Resultater av evaluering

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

Tabell 22 Konsept 1, Energiytelse

| Energiytelse  |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 17,8 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 47,5 kWh/m <sup>2</sup> | 72,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 85,6 %                  | 60,0 %                  |

Den har en netto oppvarmingsbehov på 17,8 kWh/m<sup>2</sup> og kravet er på 15 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabell 23 Konsept 1 oversikt - Minstekrav enkeltkomponenter

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,18  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 80    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,12  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

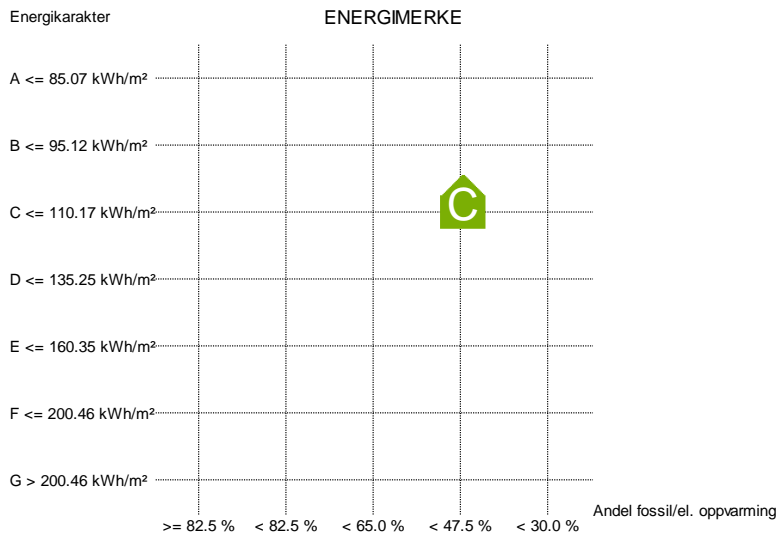
Tabellen over viser at minstekrav til enkelt komponenter er oppnådd.

Tabell 24 Konsept 1 levert energi til bygningen

| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 410215 kWh    | 47,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 423056 kWh    | 49,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 833272 kWh    | 96,6 kWh/m <sup>2</sup> |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Energimerke simulering er også utført og konsept 1 for blokk – B har fått energimerke C.

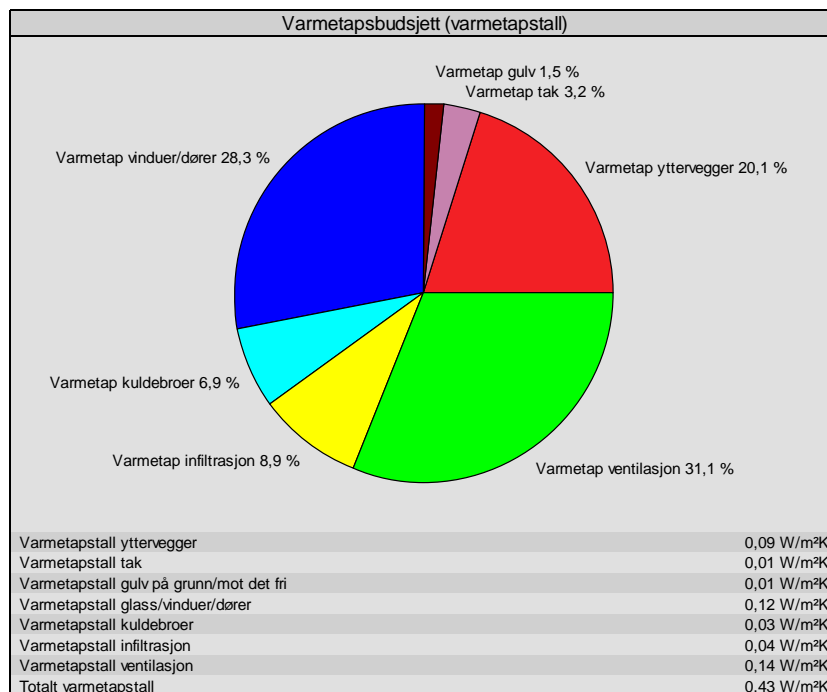


Beregnet levert energi normalisert klima: 101.05 kWh/m<sup>2</sup>  
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 33.3 %

Figur 70 Energimerke, konsept 1

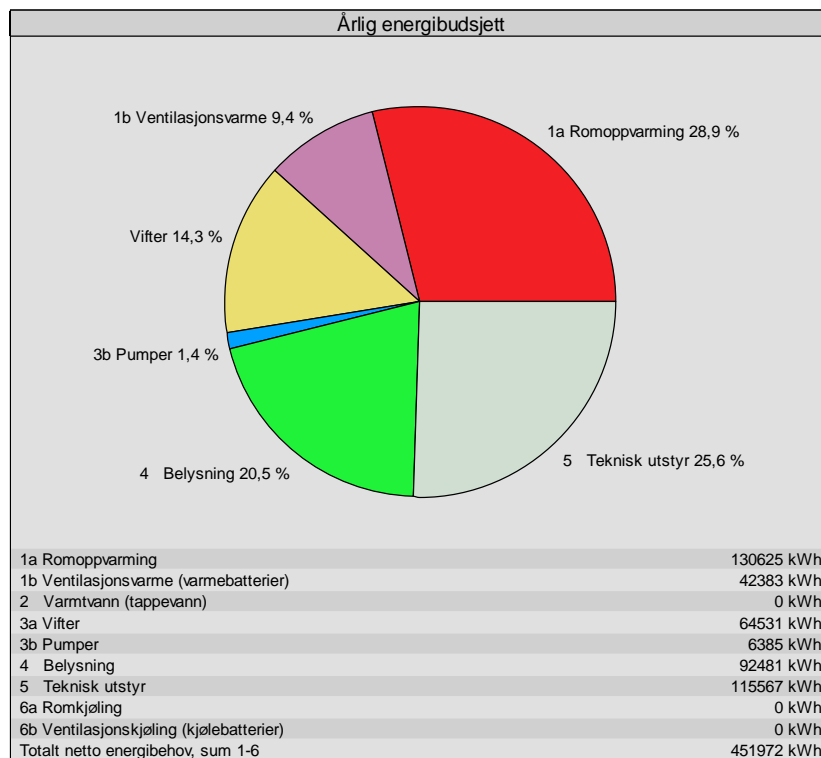
Deler av test resultatet til årssimulering er vist på tabellene under. Testresultatene viser relativt høy varmetap i ventilasjon. Årligenergi budsjet viser også at det er høy energi forbruk på internlast.

Tabell 25 Konsept 1, varmetap budsjet



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 26 Konsept 1 årlig energibudsjett



Testresultatet fra TEK-sjekk energi viser også at passivhus standard ikke oppnådd på grunn av for høy oppvarmingsandel.

Tabell 27 Blokk B - TEK-sjekk

| Klar til å utføre beregning               |   |  |   |  |   |                                     |   |                           |
|---|---|--|---|--|---|-------------------------------------|---|---------------------------|
| <b>1: GENERELT</b>                        |   | Beskrivelse av bygning: Blokk B - Cicignon Park, Fredrikstad   | Bygningskategori: Boligblokker, Leilighet                   | Utførende: NMBU og NG Development AS                     | Beregning utført av firma: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Beregning utført av person: Chen Lu |   |                           |
| Type beregning                            | Type kontrollberegning: NS 3700, Passivhuskriterier, bolig            | Beregningen omfatter: Hele bygningen   | Ytre klima  | Lokalt klima: Oslo                                       | Vindeksposering: Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk              | Jordart: Fast fjell                 |   |                           |
| Tilleggsinfo                              | Antall boenheter i bygget: 99   | Byggeår: 2016  | Cicignonpata 14B, 1606 FREDRIKSTAD                          |  |   |                                     |   |                           |
| <b>2: BYGNINGEN</b>                       |   | Oppvarmet del av bruksareal, BRA: 8808 m <sup>2</sup>  |   |  |   |                                     |   |                           |
| Dimensjoner                               | Oppvarmet luftvolum: 24662 m <sup>3</sup>                             | BRA for bygningskomplekset er: 8808 m <sup>2</sup>   |   | (89 m <sup>2</sup> /bolig)                               |   |                                     |   |                           |
| Bygningskropp                             | Normalisert kuldebroverdi, ψ <sup>*</sup> : 0,05 W/(m <sup>2</sup> K) | Lekkasjetal (lekkasjefest), n <sub>50</sub> : 0,6  | Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h <sup>-1</sup> ): 146,8 | (tilsvarer ca. 0,12 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ) | Kolebro-rapport xx, dato dd.mm.yyyy                                       |                                     |   |                           |
| Ventilasjon                               | Ventilasjonsprinsipp: Mek. balansert                                  | Ventilasjon, luftmengde (normal): 1,327212121 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> = 11690 m <sup>3</sup> /h | Spesifikk vitteeffekt (normal): 1,5 kW/(m <sup>2</sup> s)   | Kolebro-rapport xx, dato dd.mm.yyyy                      |   |                                     |   |                           |
| Klimatisering                             | Type kjøling (mekanisk eller lufting): Vinduslufting                  | Stryking av tilluftstemperatur: -10 °C   | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmveksleren (EN 308)   | 01.01.2016   |   |                                     |   |                           |
| Belysning                                 | Stryking av belysning: Vanlig manuell                                 | Ønsket lysstyrke: 300 Lux  | Arealandel vinduer som kan åpnes: 40 %                      |  |   |                                     |   |                           |
| <b>3: KONSTRUKSJONSTYPER</b>              |   | U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)   | Ekstra motstand +ΔR, (m <sup>2</sup> K)/W                   | Type Kledning (hulrom, farge)                            | Dokumentasjon / kommentar   |                                     |   |                           |
| Konstruksjonstype                         | Beskrivelse   |  |   |  |   |                                     |   |                           |
| Vegg under terreng                        | Betongvegg, utvendig 200 mm trykkfast isolering, puss                 | 0,175  | (+jord)   | -  | Byggetaljer 471.451   |                                     |   |                           |
| Galv på grunnen                           | Betongdekke, 250 mm XPS dreneplate kl.35                              | 0,123  | (+jord)   | -  | SINTEF Byggeforsk Ucalc   |                                     |   |                           |
| Flatt tak mot fritluft                    | Kompakt tak, 300 mm isolasjon kl.38 (betongdekke)                     | 0,130  | -   | Uventilert, mørk   | Byggetaljer 471.013, #53  |                                     |   |                           |
| Yttervegg mot fritluft                    | Betongvegg, 200 mm murplate kl.34, teglforblending                    | 0,180  | -   | Ventilert, midd.   | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?)                                  |                                     |   |                           |
| <b>4: TYPER VINDU / DØR</b>               |   | U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)   | Lysåpning F, %  | Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g %               | Solskjerming type   | Solskjerming Te% / Re%              | Vindussmyg ↑ [↔] [→]                    | Dokumentasjon / kommentar |
| Vindus-/dørtype                           |   |  |   |  |   |                                     |   |                           |
| 3-lags/arg./lav-e/iso/karm/list           | 0,800   | 80 %   | 72/51   | Manuell (inne)   | 19/67   | 0.1/1:0.1/1                         | TEK15 vindu, Innvendig hvit rullegardin |                           |
| 3-lags/arg./lav-e/iso/karm/list+skjerming | 0,800   | 80 %   | 72/51   | Manuell (ute)  | 07/47   | 0.1/1:0.1/1                         | TEK15 vindu, Utvendig screen            |                           |
| dør, 80% 3-lags glass                     | 0,800   | 80 %   | 72/51   | Manuell (inne)   | 19/67   | 0.1/2:0.1/1                         | TEK15 dør, Innvendig hvit rullegardin   |                           |
| <b>5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN</b>       |   | Himmelretning (grader fra N.)  | Bruttoareal m <sup>2</sup>                                  | Vindus-/dørtype  | Vindu/dør m <sup>2</sup>  | Horisonten grader                   | Utspring ↑ [↔] [→]                      | Dokumentasjon / kommentar |
| Beskrivelse                               | Konstruksjonstype   |  |   |  |   |                                     |   |                           |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 28 Konsept 1, TEK-sjekk energi resultat

| NETTO ENERGIBEHOV (normalklima) |                    |   |
|---------------------------------|--------------------|---|
| Energipost                      | Energibehov kWh/år | Spesifikt behov kWh/(m <sup>2</sup> år) |
| Romoppvarming                   | 116735             | 13,3                                    |
| Ventilasjonsvarme               | 20110              | 2,3                                     |
| Varmtvann                       | 262337             | 29,8                                    |
| Vifter                          | 42669              | 4,8                                     |
| Pumper                          | 11599              | 1,3                                     |
| Belysning                       | 100306             | 11,4                                    |
| Teknisk utstyr                  | 154316             | 17,5                                    |
| Romkjøling                      | -                  | -                                       |
| Ventilasjonkjøling              | -                  | -                                       |
| Sum denne bygning:              | 708071             | <b>80</b>                               |
| <b>Andel til oppvarming:</b>    | <b>136845</b>      | <b>16</b>                               |
| <b>Passivhus-krav ≤</b>         | -                  | <b>15</b>                               |

Tabell 29 Konsept 1, minstekrav slutt resultat

Krav til netto energibehov til oppvarming (NS 3700 §4.2) er ikke oppfylt.  
► Boligen oppfyller derfor ikke kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.

### 5.2.2.3 Kommentar til test resultatene

Testresultatene til SIMIEN og TEK-sjekk energi viser at konsept 1 med minstekrav verdiene ikke vil oppfylle passivhus standard. Det er stor energi forbruk i postene som romoppvarming, ventilasjon og internlast hvor man har størst forbedrings potensial.

Til tross for samme bygningskomponenter har blokk A større energi forbruk 19 kWh/m<sup>2</sup> enn blokk B 17,8 kWh/m<sup>2</sup>. Dette beviser at slankere utformingen gir dårligere effekt på energi effektivisering.

### 5.2.3 Konsept 2 – forbedre ventilasjonsanlegg og yttervegger

Test resultatet til konsept 1 ikke oppfyller passivhus standard. Men det er ikke langt unna.

Jeg valgte å øke etterisolering fra 148 mm til 198 mm vil U-verdien reduseres til 0,14.

Tabell 30 Konsept 2, etterisolering økes til 198mm

| Yttervegger                          |                         |            |              | Krav                             | 0,18 W/(m <sup>2</sup> K) |
|--------------------------------------|-------------------------|------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|
| <b>Eksisterende + etterisolering</b> |                         |            |              | Tilleggsverdi ift standard       | 0,008                     |
|                                      | Betong                  | Porebetong | Isolasjon    |                                  |                           |
| Rambda                               | 2,5                     | 0,14       | 0,034        | R = dimensjon/lambda             |                           |
| dimensjon                            | 0,198                   | 0,198      | <b>0,198</b> | U = 1/R                          |                           |
| U verdi                              | 12,63                   | 0,71       | 0,17         | U = lambda/dimensjon             |                           |
|                                      |                         |            | etteriso.    | <b>198</b> mm                    | 594                       |
| Rvegg =                              | Rbetong + Rporebetong + | isolasjon  |              |                                  |                           |
|                                      | 7,317                   | 0,079      | 1,41         | 5,82                             |                           |
| U-verdi                              | 0,14                    | 0,008      | =            | <b>0,14</b> W/(m <sup>2</sup> K) |                           |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

I tillegg øke gjenvinningsgraden til ventilasjonsanlegg fra 80% til 85%.

## Blokk A først

Tabell 31 Blokk A - konsept 2, Resultater av evaluering

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

Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus.

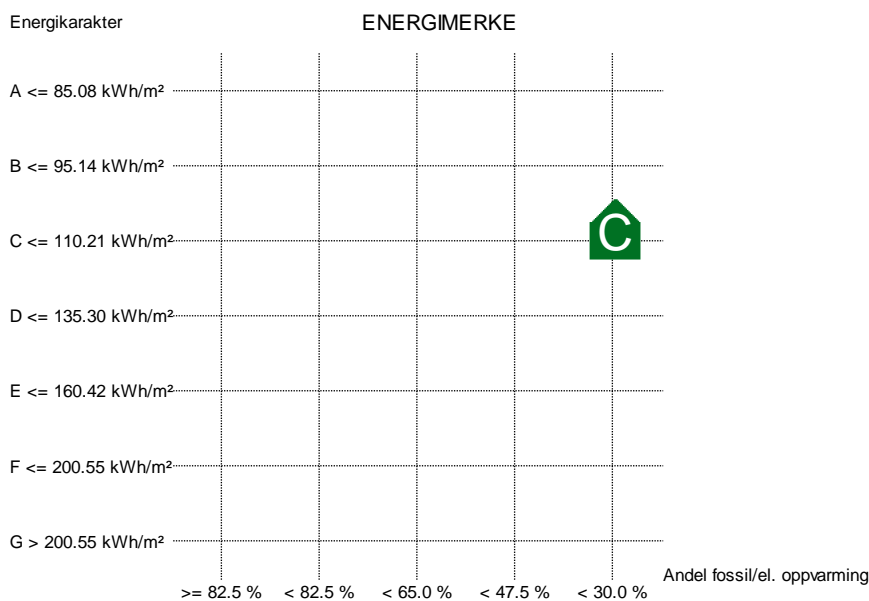
Tabell 32 Blokk A - konsept 2, energi ytelser

| Energiytelse  |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 14,1 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 43,6 kWh/m <sup>2</sup> | 68,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 92,5 %                  | 60,0 %                  |

Netto oppvarmingsbehov her nå redusert til 14,1 kWh/m<sup>2</sup>.

## Energimerking

Tabell 33 Blokk A - konsept 2 energimerke

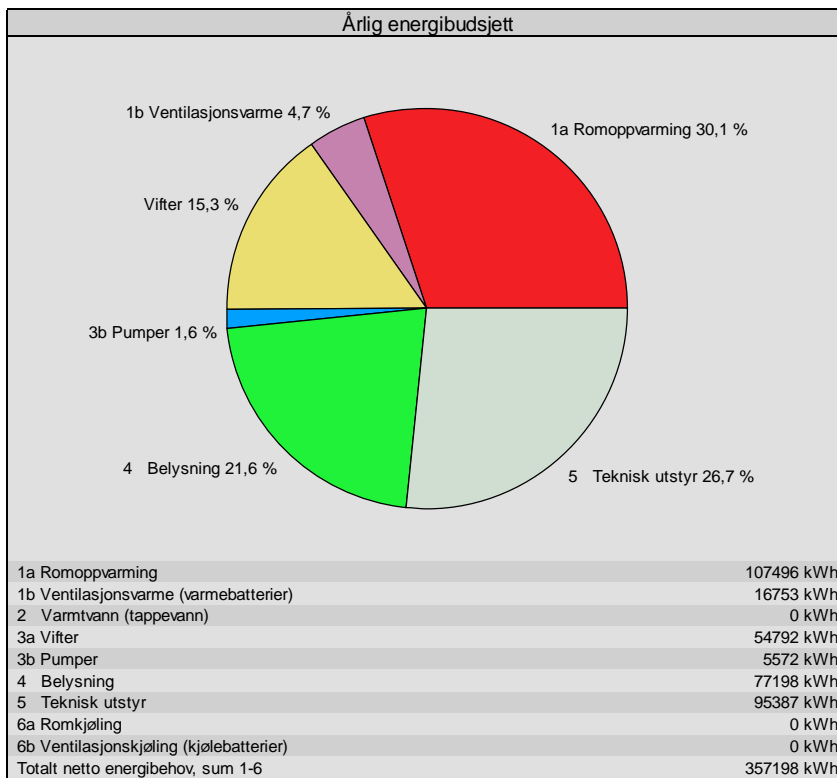


Beregnet levert energi normalisert klima: 96.22 kWh/m<sup>2</sup>  
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 27.4 %

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

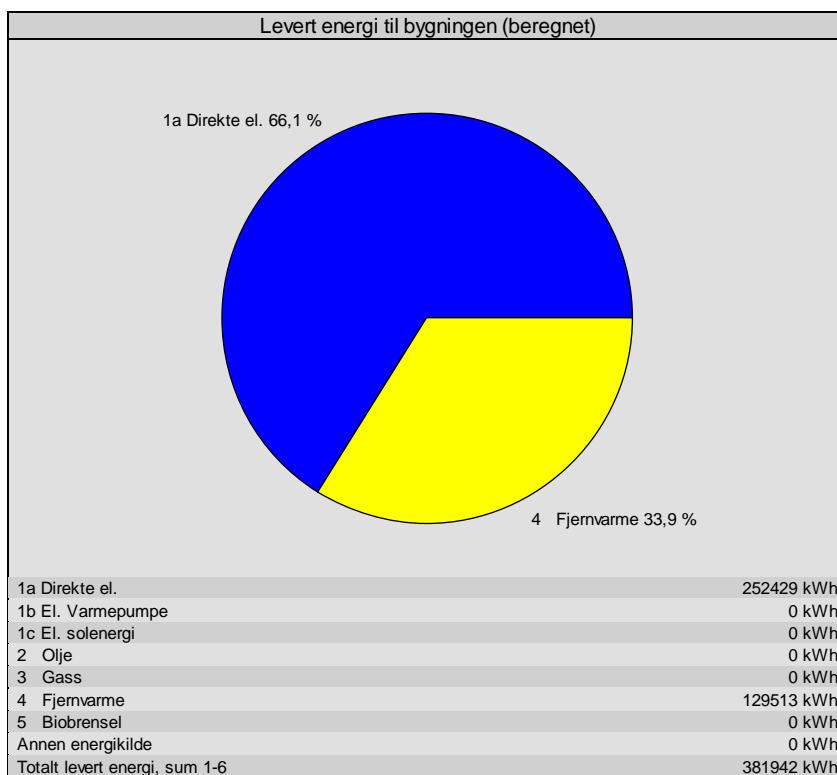
En C, fortsatt rom for forbedringer.

Tabell 34 Årlig energibudsjett blokk A, konsept 2



Rom oppvarming og internlast er fortsatt 3 størst energiutgift poster.

Tabell 35 Levert energi, konsept 2, blokk A



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Det er simulert behov for 252429 kWh direkte elektrisitet per år.

TEK-sjekk

| NETTO ENERGIBEHOV (normalklima) |                       |                               |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Energipost                      | Energibehov<br>kWh/år | Spesifikt behov<br>kWh/(m²år) |
| Romoppvarming                   | 103556                | 14,1                          |
| Ventilasjonsvarme               | 5309                  | 0,7                           |
| Varmtvann                       | 219091                | 29,8                          |
| Vifter                          | 32219                 | 4,4                           |
| Pumper                          | 502                   | 0,1                           |
| Belysning                       | 83770                 | 11,4                          |
| Teknisk utstyr                  | 128877                | 17,5                          |
| Romkjøling                      | -                     | -                             |
| Ventilasjonskjøling             | -                     | -                             |
| Sum denne bygning:              | 573324                | 78                            |
| Andel til oppvarming:           | 108865                | 15                            |
| Passivhus-krav ≤                | -                     | 15                            |

Tabell 36 Test resultatet TEK-sjekk for konsept 2, blokk A

► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.  
Innetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A, 2) bare 0 timer i året, med vinduslufting.  
Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=2,5%; Ø=2,6%; S=2,4%; V=2,5%; og kjerne=0%; dvs. cirka 85% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
- Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 13,5% av BRA.  
Prosent av dagtid med brukbar dagslys inne er N=80%; Ø=80%; S=76%; V=80%; og kjerne=0%; (c.f. arealmidlet "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).

Den kan bekrefte at konsept 2 for blokk A oppfyller passivhus standard.

Blokk B

Tabell 37 Resultater av evalueringen, konsept 2, blokk B

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

Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus.

Tabell 38 Energiytelse, konsept 2, blokk B

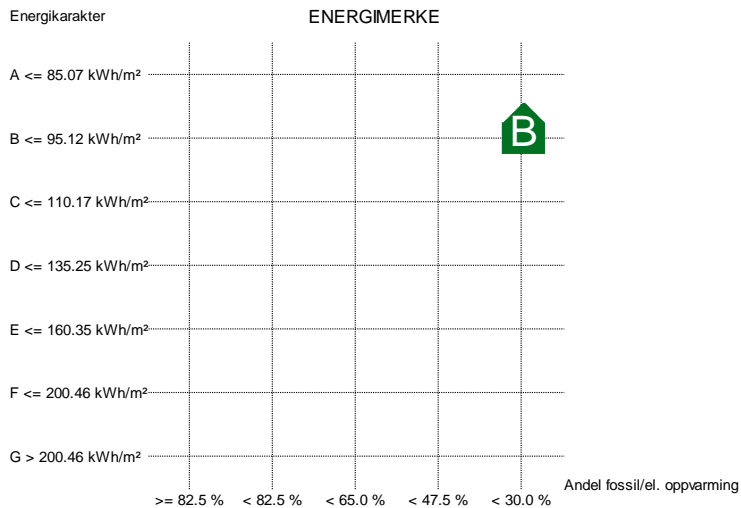
| Energiytelse  |             |             |
|---|-------------|-------------|
| Beskrivelse   | Verdi       | Krav        |
| Netto oppvarmingsbehov  | 12,6 kWh/m² | 15,0 kWh/m² |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m²  | 0,0 kWh/m²  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 43,2 kWh/m² | 67,0 kWh/m² |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 92,5 %      | 60,0 %      |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Netto oppvarmingsbehov her nå redusert til 12,6 kWh/m<sup>2</sup>.

## Energimerking

Tabell 39 Energimerke, konsept 2, blokk B

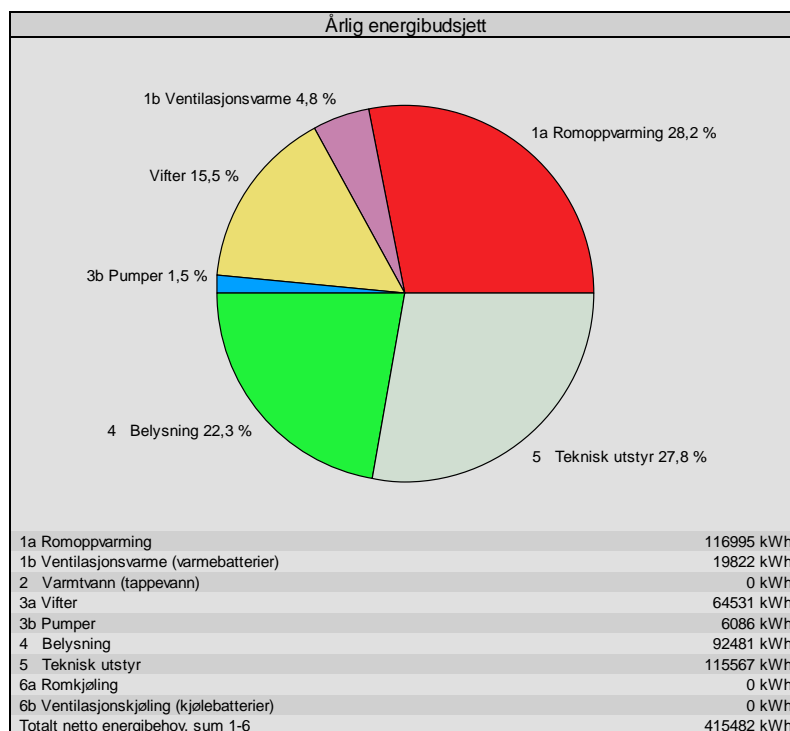


Beregnet levert energi normalisert klima: 93.97 kWh/m<sup>2</sup>  
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 27.5 %

I følge av konsept 2 har blokk B forbedret til energimerke B, det er fortsatt rom for forbedringer. Det er fortsatt for høy direkte elektrisitet forbruk.

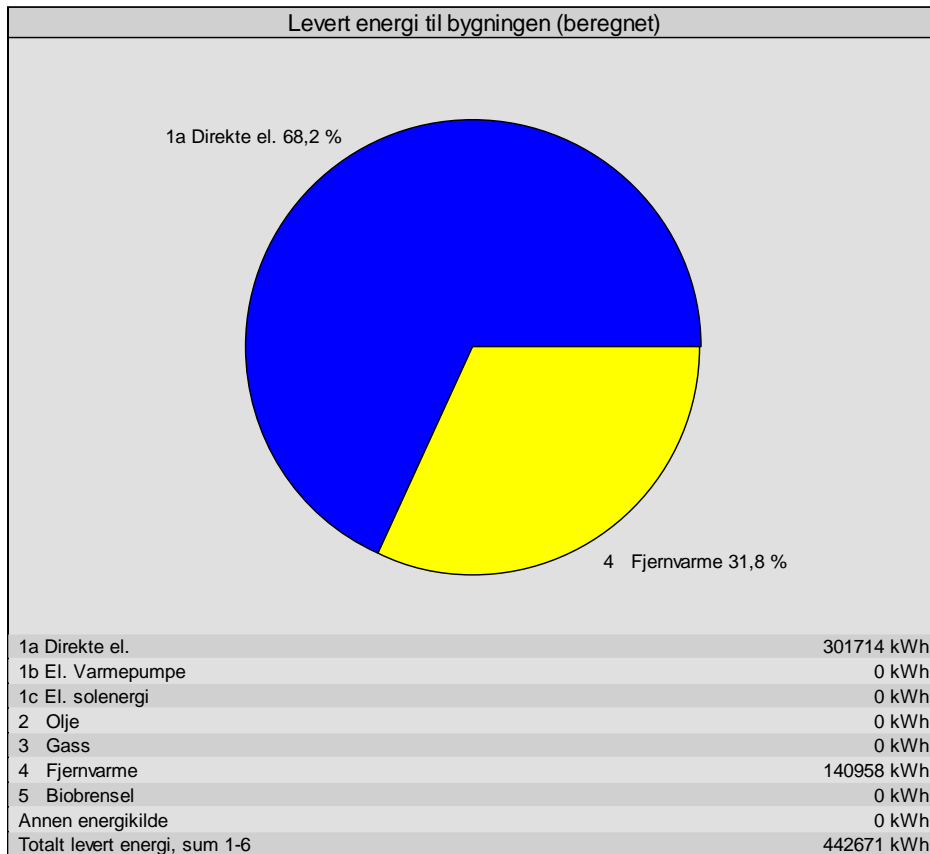
## Årssimulering

Tabell 40 Årlig energibudsjett for konsept 2, blokk B



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Tabell 41 Levert energi til bygningen, konsept 2, blokk B



Det er simulert behov for 301714 kWh direkte elektrisitet per år.

## TEK-sjekk energi

| NETTO ENERGIBEHOV (normalklima) |                    |                            |
|---------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Energipost                      | Energibehov kWh/år | Spesifikt behov kWh/(m²år) |
| Romoppvarming                   | 115929             | 13,2                       |
| Ventilasjonsvarme               | 6874               | 0,8                        |
| Varmtvann                       | 262337             | 29,8                       |
| Vifter                          | 42669              | 4,8                        |
| Pumper                          | 11564              | 1,3                        |
| Belysning                       | 100306             | 11,4                       |
| Teknisk utstyr                  | 154316             | 17,5                       |
| Romkjøling                      | -                  | -                          |
| Ventilasjonskjøling             | -                  | -                          |
| <b>Sum denne bygning:</b>       | <b>693396</b>      | <b>79</b>                  |
| <b>Andel til oppvarming:</b>    | <b>122803</b>      | <b>14</b>                  |
| <b>Passivhus-krav ≤</b>         | <b>-</b>           | <b>15</b>                  |

Tabell 42 Test resultat TEK sjekk for konsept 2, blokk B

► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.  
 Innetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) bare 0 timer i året, med vinduslufing.  
 Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=2,3%; Ø=2,9%; S=2,3%; V=2,9%; og kjerne=0%; dvs. cirka 68% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 - Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 11,9% av BRA.  
 Prosent av dagtid med brukbar dagslys inne er N=79%; Ø=81%; S=76%; V=82%; og kjerne=0%; (o. f. arealmidlet "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).



Den kan bekrefte at konsept 2 for blokk B oppfyller passivhus standard.

For å nå energimerking A

## 6 Konklusjon

Målet med denne oppgaven er å finne ut hvor mye av de 2 høyblokken kan gjenbrukes og finne ut hvilke tiltakspakker som skal til for å forvandle bygningene fra nedslitt sykehus blokk til spennende, miljøvennlig boliger med full tilgjengelighet.

Utkast for de 2 høyblokkene etter masterplanen måtte forkastes på grunn av dens omfattende ombyggingsprosess. Utkast til HRTB sin mulighetsstudiet ble da foretrukket og videre arbeidet. Oppgaven viser at det er fullt mulig å bygge om gamle sykehuset Fredrikstad bygninger til moderne, romslige leilighetskomplekser som tilfredsstillende full tilgjengelighet, samt muligheten for livsløpsstandard. Planløsningene kan også være fleksibelt nok til å endres slik at det vil tilpasse enhver livssituasjon man møter. Oppgaven har også prosjektert blokkene slik at de består av stor variasjon av leilighetsstørrelser fra 40 kvm opptil nesten 200 kvm penthouse leiligheter.

Det er også utarbeidet tiltakspakker, konsept 1 og 2 for å oppfylle passivhus standard som var intensjon bak oppgaven. I konseptet 1 har jeg prøvd å benytte bygningskomponenter som akkurat oppfyller minstekrav til passivhus. Resultatet viste seg at løsningen var bra, men klarte ikke å oppfylle alle kravene til passivhus.

I konsept 2 har jeg valgt å øke isolasjon til yttervegger til 198 mm, og øke gjenvinningsgraden til ventilasjonsanlegg fra 80 til 85%. Etter de 2 forbedringene klarte begge bolig blokkene å oppfylle passivhus standard. Energimerking derimot har blokk A fått en C og blokk B fått en B, som tyder på at bygningene bruker fortsatt en god del direkte elektrisitet.

Konklusjonen blir at det er mulig å bygge om sykehus bygninger til bolig og oppnå passivhus standard. Med riktig tiltakspakker og prosjektering kan den være Norges første og kanskje også største ombyggings prosjekt som når passivhus standard.

Arbeidet videre vil være å finne ut løsninger som kan øke energimerking til nivå A. Det kan innebære enda tetter bygningskropp, enda bedre isolering, samt ny energiforsyning som for eksempel solcellepanel og eller varmepumpe.

### 6.1 ZEB – O

For å nå nullutslipp må vi være selvforsynt med elektrisitet.

I følge av simuleringsresultatene har blokk A et energi behov på 252429 kWh/per år og for blokk B har vi et behov på 301714 kWh/per år

Powerhouse kjørbo i Bærum har fått installert 1556 kvm med solcellepaneler, men en gjenvinningsgrad på 20% når den en årlig produksjon på 229300 kWh.

Dette betyr et behov for blokk A trenger vi 768 kvm med areal til solcelleanlegget og for blokk B trenger vi 918 kvm med areal. Begge bolig blokkene har et tak areal på cirka 600 m<sup>2</sup>. Resterende areal vil da foreslått enda på taket til nabobebyggelsen eller på sørfasaden.

## Referanseliste

- Abelsen, A., Barstad, E., Brantenberg, K., Grøner, S. & Norges vassdrags- og, e. (2007). *Fornybar energi 2007*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Bolstad, P. (2016). Fredrikstad fjernvarme AS.
- Brynildsen, S. i. E. (2012). Verdivurdering av eiendommen.
- Building, Z. E. (2008). Forskningscenter for miljøvennlig energi Zero Emission Buildings.
- COWI. (2016). CICIGNON PARK – DETALJREGULERINGSPLAN MED KONSEKVENSTREDNING FORSLAG TIL PLANPROGRAM.
- energidepartementet, O.-o. (2010). Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften).
- Energimerking.no. (2014). Energikarakteren.
- Fjernvarme.no. (2016). Fjernvarme.
- Fornybar.no. (2012). Vindkraft.
- forskrift, B. (2015). Krav om tilgjengelig boenhet.
- HRTB, A. (2010). Sykehuset - mulighetsstudie - Fredrikstad kommune.
- Husbanken. (2011). Hva er et passivhus?
- Husbanken.no. (2016). Passiv energidesign.
- kommune, F. (2011). Kommuneplanens arealdel 2011-2023.
- Norge Kommunal- og, r. (2009). *Bygg for framtida : miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2009-2012*. Oslo: Departementet.
- Norge, S. (2007). NS 3031-2007 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data.
- Olsson, H., Sörensen, S. & Bureid, G. (2003). *Forskningsprosessen : kvalitative og kvantitative perspektiver*. Forskningsprosessen kvalitative och kvantitative perspektiv. Oslo: Gyldendal akademisk.
- ProgramByggerne. (2016). SIMIEN.
- Samset, K. (2008). Prosjekt i tidlegfasen. Valg av konsept.
- standard, N. (2014). NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data.
- tu.no. (2013). Bygger Norges første plusshus - med 1550 m2 solceller.

## Vedlegg

### Leilighetsfordelingene for blokk A og B

| Blokk A      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                    |             |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-------------|
|              | U.<br>Etasje | 1.<br>Etasje | 2.<br>Etasje | 3.<br>Etasje | 4.<br>Etasje | 5.<br>Etasje | 6.<br>Etasje | 7.<br>Etasje | 8.<br>Etasje | 9. - 11.<br>Etasje | Total       |
| 40 kvm       | 0            | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3                  | 0 <u>23</u> |
| 50 kvm       | 0            | 2            | 2            | 2            | 2            | 2            | 2            | 2            | 2            | 2                  | 0 <u>16</u> |
| 60 kvm       | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>8</u>  |
| 70 kvm       | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>8</u>  |
| 80 kvm       | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>8</u>  |
| 100 +<br>kvm | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0                  | 7 <u>7</u>  |
| sum          | 0            | 7            | 8            | 8            | 8            | 8            | 8            | 8            | 8            | 8                  | 7 <b>70</b> |

| Blokk B      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |                    |             |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-------------|
|              | U.<br>Etasje | 1.<br>Etasje | 2.<br>Etasje | 3.<br>Etasje | 4.<br>Etasje | 5.<br>Etasje | 6.<br>Etasje | 7.<br>Etasje | 8.<br>Etasje | 9. - 11.<br>Etasje | Total       |
| 40 kvm       | 3            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5                  | 0 <u>43</u> |
| 50 kvm       | 1            | 2            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3                  | 0 <u>24</u> |
| 60 kvm       | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>8</u>  |
| 70 kvm       | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>8</u>  |
| 80 kvm       | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1                  | 0 <u>9</u>  |
| 100 +<br>kvm | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0                  | 7 <u>7</u>  |
| sum          | 5            | 10           | 11           | 11           | 11           | 11           | 11           | 11           | 11           | 11                 | 7 <b>99</b> |

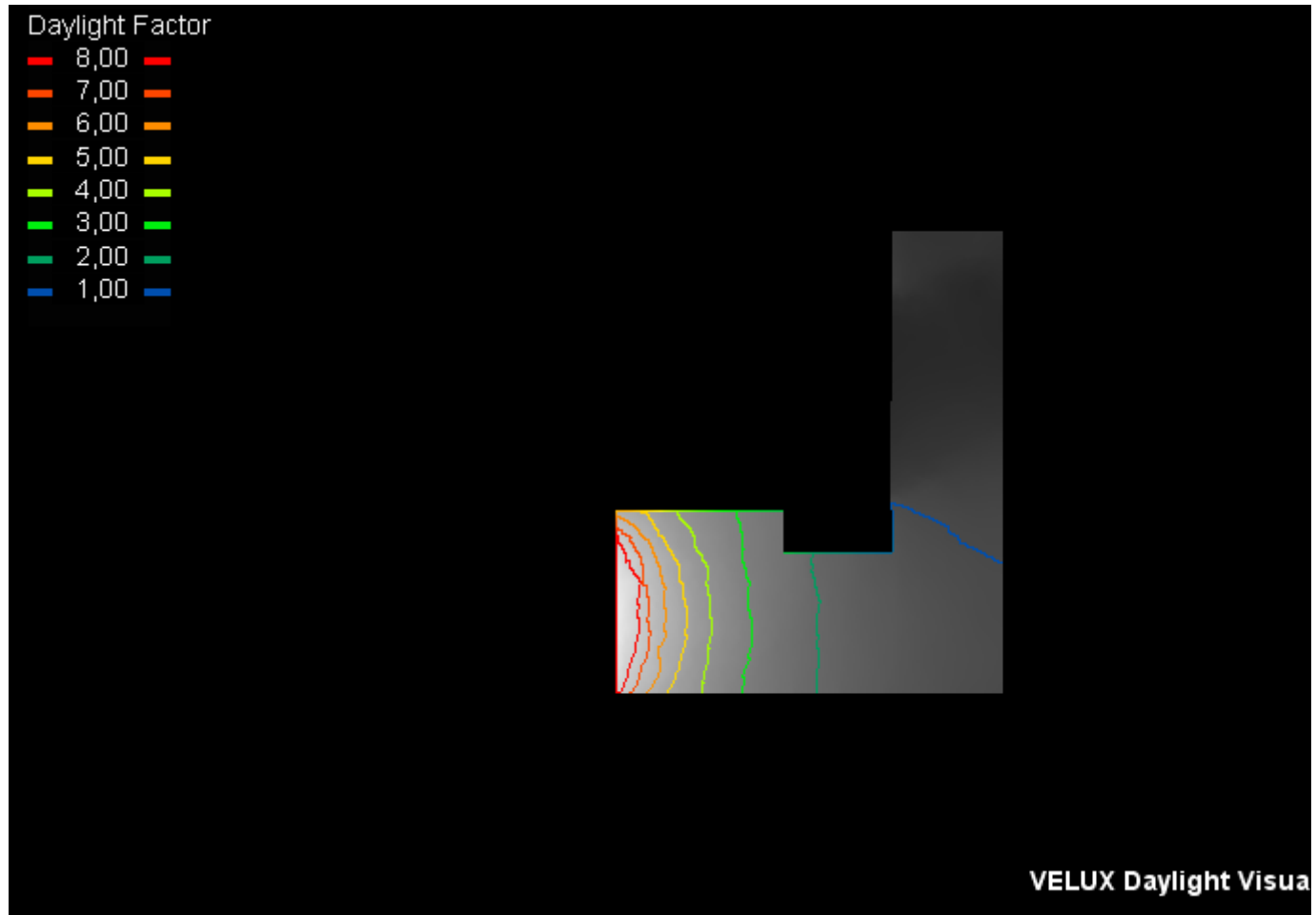
Daylight Visualizer

Calculation on zones

Project name: A\_Blokk\_1900x2390

Simulation type: Daylight Factor

Zone 0



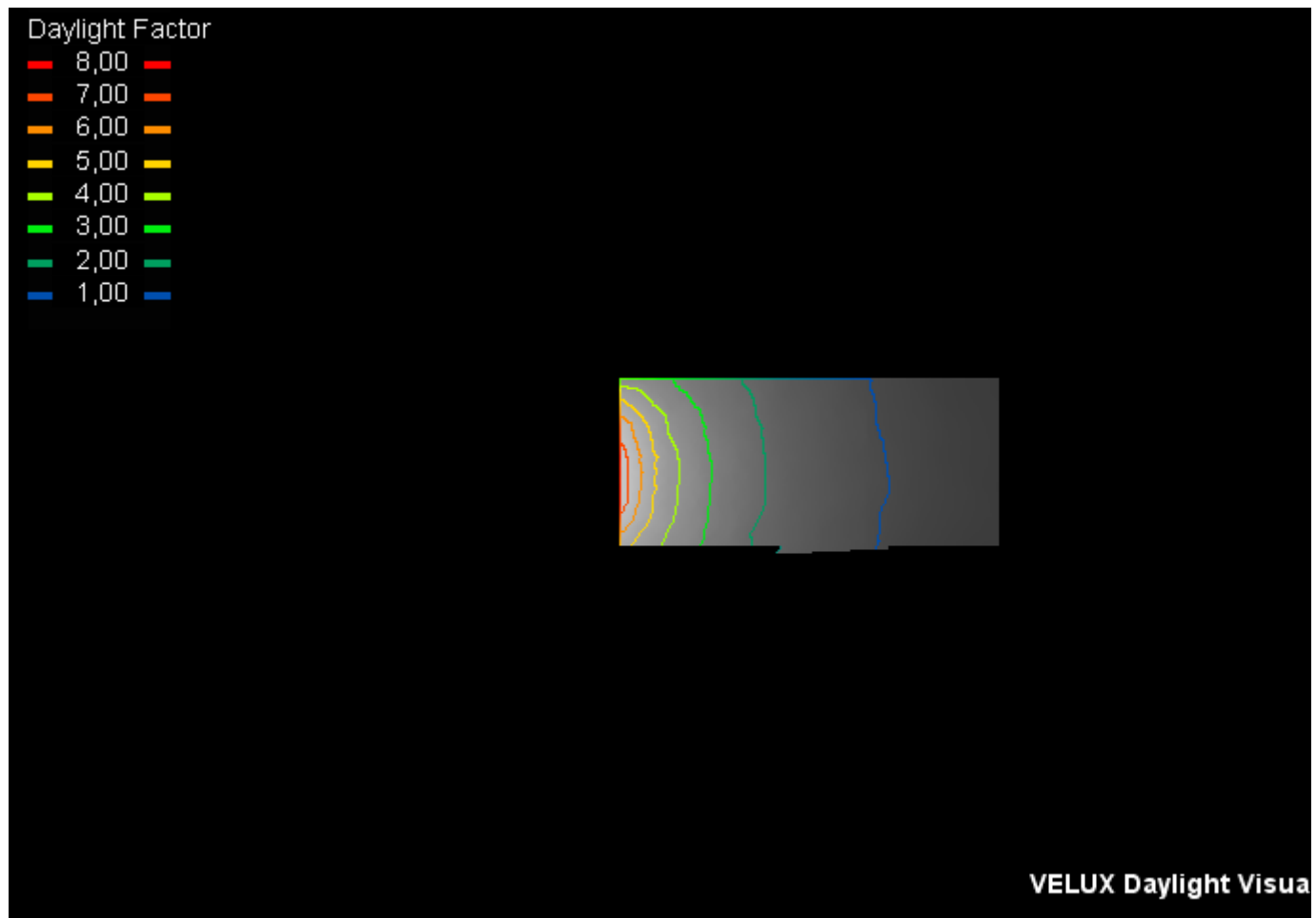
|                         |           |                  |
|-------------------------|-----------|------------------|
| Average daylight factor | Dav       | 2.15             |
| Median daylight factor  | Dm        | 1.30             |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 0.29             |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 10.38            |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 7.29 (0.14)  |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 35.20 (0.03) |

Zone 1



|                         |           |                 |
|-------------------------|-----------|-----------------|
| Average daylight factor | Dav       | 3.14            |
| Median daylight factor  | Dm        | 2.64            |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 1.41            |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 7.98            |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 2.23 (0.45) |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 5.66 (0.18) |

Zone 2



|                         |           |                  |
|-------------------------|-----------|------------------|
| Average daylight factor | Dav       | 2.04             |
| Median daylight factor  | Dm        | 1.45             |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 0.66             |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 7.50             |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 3.09 (0.32)  |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 11.38 (0.09) |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

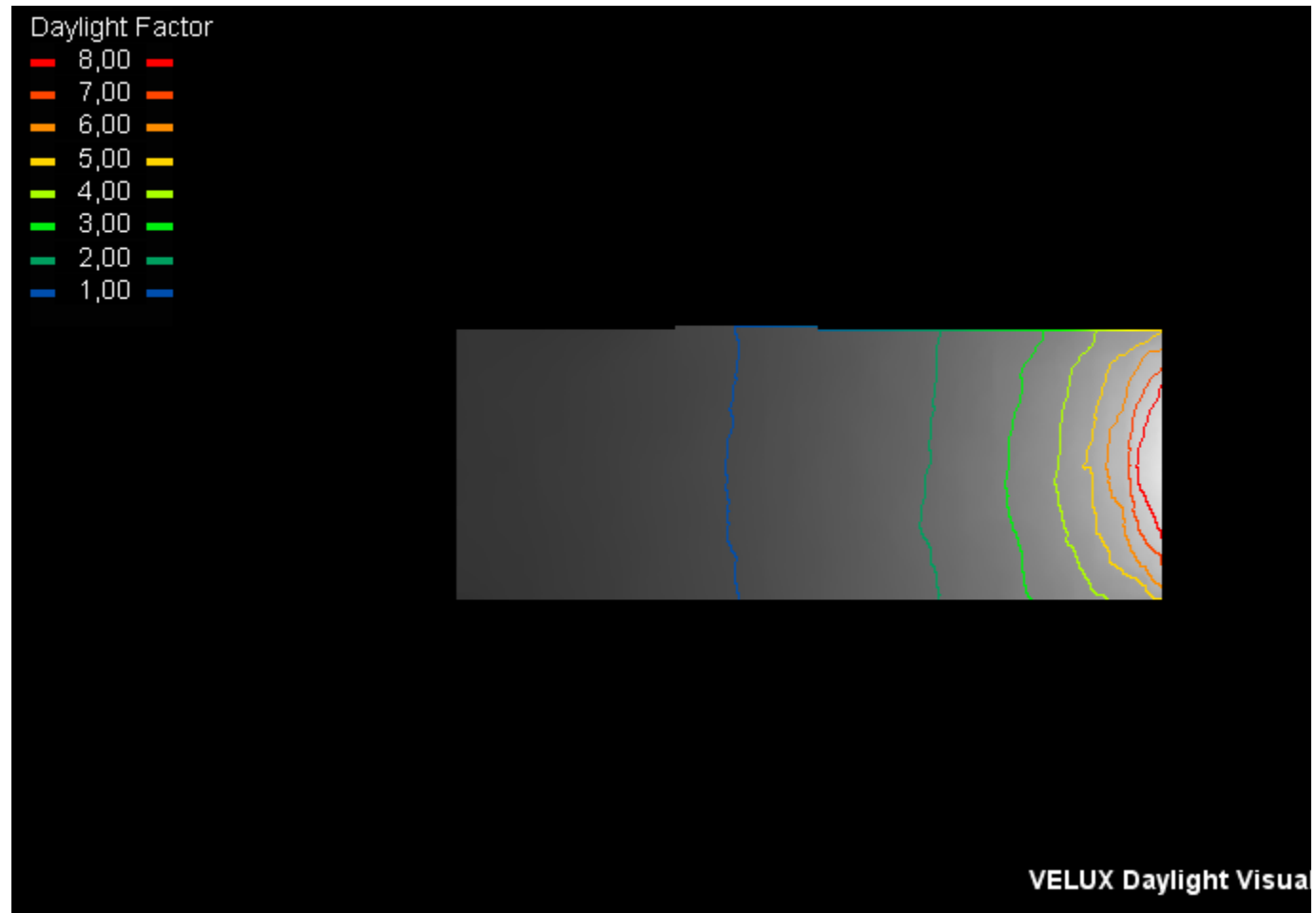
Daylight Visualizer

Calculation on zones

Project name: B\_Blokk\_1900x2390

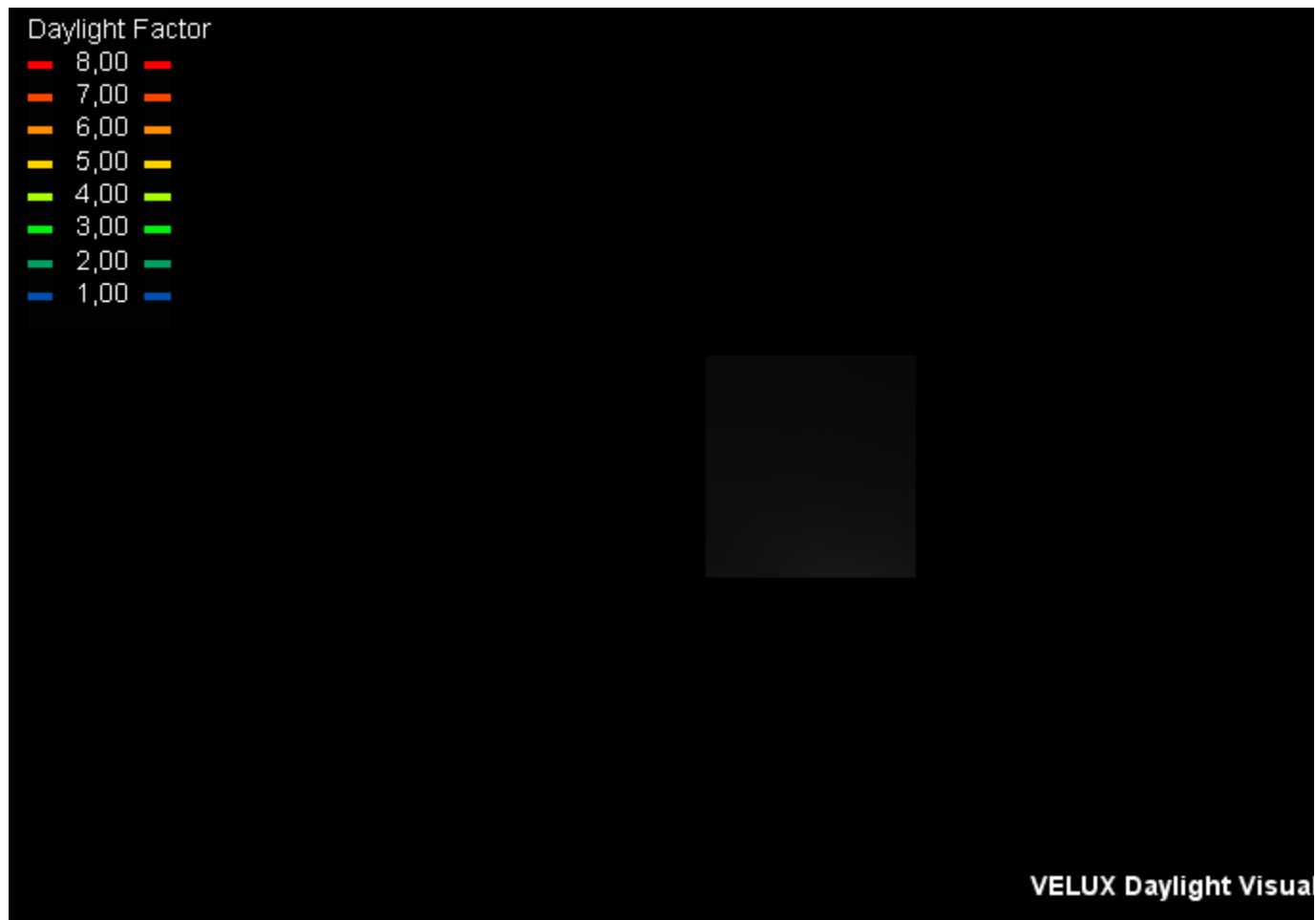
Simulation type: Daylight Factor

Zone 0



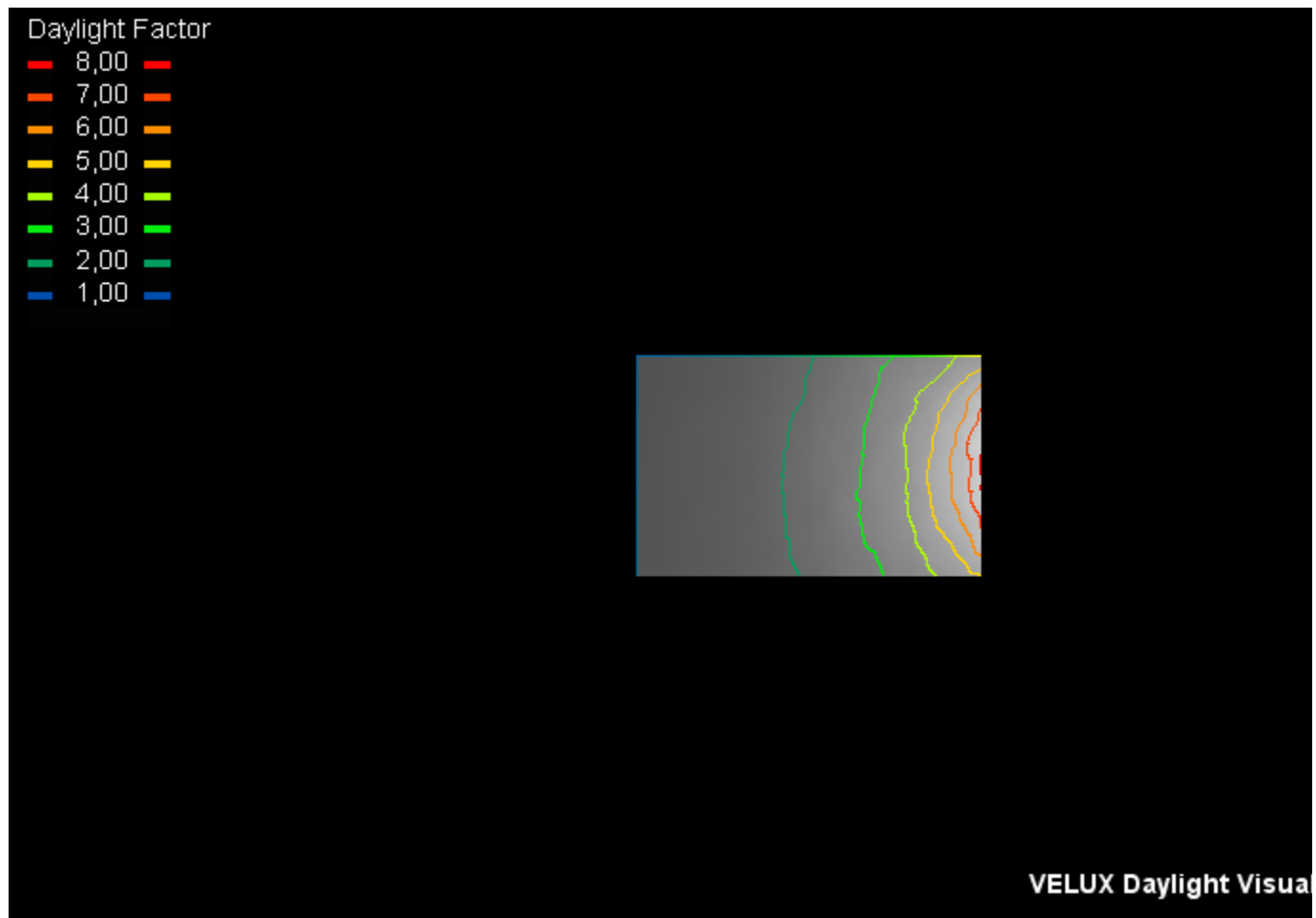
|                         |           |                  |
|-------------------------|-----------|------------------|
| Average daylight factor | Dav       | 2.06             |
| Median daylight factor  | Dm        | 1.34             |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 0.56             |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 9.91             |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 3.66 (0.27)  |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 17.64 (0.06) |

Zone 1



|                         |           |                 |
|-------------------------|-----------|-----------------|
| Average daylight factor | Dav       | 0.04            |
| Median daylight factor  | Dm        | 0.04            |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 0.02            |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 0.12            |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 2.24 (0.45) |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 6.67 (0.15) |

Zone 2



|                         |           |                 |
|-------------------------|-----------|-----------------|
| Average daylight factor | Dav       | 2.76            |
| Median daylight factor  | Dm        | 2.23            |
| Minimum daylight factor | Dmin      | 1.27            |
| Maximum daylight factor | Dmax      | 8.20            |
| Uniformity 1            | Dmin/Dav  | 1 : 2.17 (0.46) |
| Uniformity 2            | Dmin/Dmax | 1 : 6.46 (0.15) |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Areal til  
vindu  
beregning for  
TEK-sjekk  
energi

Blokk A

| Vindu       | vindu<br>0,8x1,6 | vindu<br>1,2x1,6 | vindu<br>1,6x1,6 | balkong<br>dør<br>1,9x2,39 | dør<br>1,6x2,39 | Sum<br>areal<br>(m2) |
|-------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Sør</b>  | 1,28             | 1,92             | 2,56             | 4,541                      | 3,824           |                      |
| antall      |                  | <b>10</b>        | <b>22</b>        |                            |                 |                      |
| <b>Vest</b> |                  | 38,24            | 56,32            | 0                          |                 | <b>95</b>            |
| antall      |                  |                  | <b>128</b>       | <b>53</b>                  |                 |                      |
| <b>Nord</b> |                  |                  | 327,68           | 240,673                    |                 | <b>568</b>           |
| antall      |                  | <b>10</b>        | <b>22</b>        |                            | <b>1</b>        |                      |
| <b>Øst</b>  |                  | 19,2             | 56,32            |                            | 3,824           | <b>79</b>            |
| antall      | <b>11</b>        | <b>8</b>         | <b>137</b>       | <b>30</b>                  |                 |                      |
|             | 14,08            | 15,36            | 350,72           | 136,23                     |                 | <b>516</b>           |

Blokk B

| Vindu       | vindu<br>0,8x1,6 | vindu<br>1,2x1,6 | vindu<br>1,6x1,6 | balkong<br>dør<br>1,9x2,39 | dør<br>1,6x2,39 | Sum<br>areal<br>(m2) |
|-------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Sør</b>  | 1,28             | 1,92             | 2,56             | 4,541                      | 3,824           |                      |
| antall      |                  | <b>11</b>        | <b>24</b>        |                            |                 |                      |
| <b>Vest</b> |                  | 42,064           | 61,44            | 0                          |                 | <b>104</b>           |
| antall      | <b>11</b>        |                  | <b>107</b>       | <b>61</b>                  |                 |                      |
| <b>Nord</b> | 14,08            |                  | 273,92           | 277,001                    |                 | <b>565</b>           |
| antall      | <b>1</b>         | <b>10</b>        | <b>21</b>        |                            | <b>1</b>        |                      |
| <b>Øst</b>  |                  | 19,2             | 53,76            |                            | 3,824           | <b>77</b>            |
| antall      | <b>0</b>         | <b>11</b>        | <b>116</b>       | <b>58</b>                  | <b>1</b>        |                      |
|             | 0                | 21,12            | 296,96           | 263,378                    | 3,824           | <b>585</b>           |

| Areal og volum beregning for blokk A |          |      |             |             |              |              |
|--------------------------------------|----------|------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                                      |          |      | BYA (m2)    | BRA (m2)    | Volum (m3)   | Omkrets      |
| U - 8. Etasje                        | Lengde 1 | 42   |             |             |              |              |
|                                      | Bredde 1 | 14,3 | 600,6       | 529,10      | 1481         |              |
|                                      | Lengde 2 | 12   |             |             |              |              |
|                                      | Bredde 2 | 12,1 | 145,2       | 115,56      | 324          |              |
|                                      |          | sum  | <b>746</b>  | <b>645</b>  | <b>1805</b>  | <b>136,6</b> |
| 9 - 11. Etasje                       | Lengde 3 | 47   |             |             |              |              |
|                                      | Bredde 3 | 12,1 | 568,7       | 493,56      | 1382         | <b>118,2</b> |
| Total                                |          |      | <b>7356</b> | <b>6376</b> | <b>17853</b> | -            |

| Areal og volum beregning for blokk B |          |      |          |          |            |         |
|--------------------------------------|----------|------|----------|----------|------------|---------|
|                                      |          |      | BYA (m2) | BRA (m2) | Volum (m3) | Omkrets |
| U - 8. Etasje                        | Lengde 1 | 42   |          |          |            |         |
|                                      | Bredde 1 | 17,4 | 730,8    | 655,27   | 1835       |         |
|                                      | Lengde 2 | 14   |          |          |            |         |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

|                |          |      |       |        |       |       |
|----------------|----------|------|-------|--------|-------|-------|
|                | Bredde 2 | 12,4 | 173,6 | 140,97 | 395   |       |
|                |          | sum  | 904   | 796    | 2229  | 146,8 |
| 9 - 11. Etasje | Lengde 3 | 49   |       |        |       |       |
|                | Bredde 3 | 12,4 | 607,6 | 529,47 | 1483  | 122,8 |
| Total          |          |      | 9962  | 8755   | 24513 | -     |

SIMIEN test resultat  
Blokk – A, konsept 1, minstekrav



**SIMIEN**

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering Konsept 1 med minstekravsverdier  
Tid/dato simulering: 10:18 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\Blokka\_masteroppgave\_passivhus\_minstekrav.smi  
Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

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

| Varmetapsbudsjett                       |       |
|---|-------|
| Beskrivelse                             | Verdi |
| Varmetapstall yttervegger               | 0,09  |
| Varmetapstall tak                       | 0,01  |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,01  |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører       | 0,14  |
| Varmetapstall kuldebroer                | 0,03  |
| Varmetapstall infiltrasjon              | 0,04  |
| Totalt varmetapstall                    | 0,32  |
| Krav varmetapstall                      | 0,43  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Energitytelse   |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 19,0 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 47,9 kWh/m <sup>2</sup> | 73,7 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 85,7 %                  | 60,0 %                  |

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,18  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 80    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,14  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

| Krav til solfaktor for solutsatte fasader   |
|---|
| Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.<br>Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat. |

| Energibudsjett (NS 3700)                |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 87030 kWh   | 12,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 50465 kWh   | 7,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 215121 kWh  | 29,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3a Vifter                               | 73840 kWh   | 10,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3b Pumper                               | 4999 kWh    | 0,7 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 82265 kWh   | 11,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 126562 kWh  | 17,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 640283 kWh  | 88,6 kWh/m <sup>2</sup> |

| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 346347 kWh    | 47,9 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 364038 kWh    | 50,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 710385 kWh    | 98,3 kWh/m <sup>2</sup> |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

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

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

Energimerking



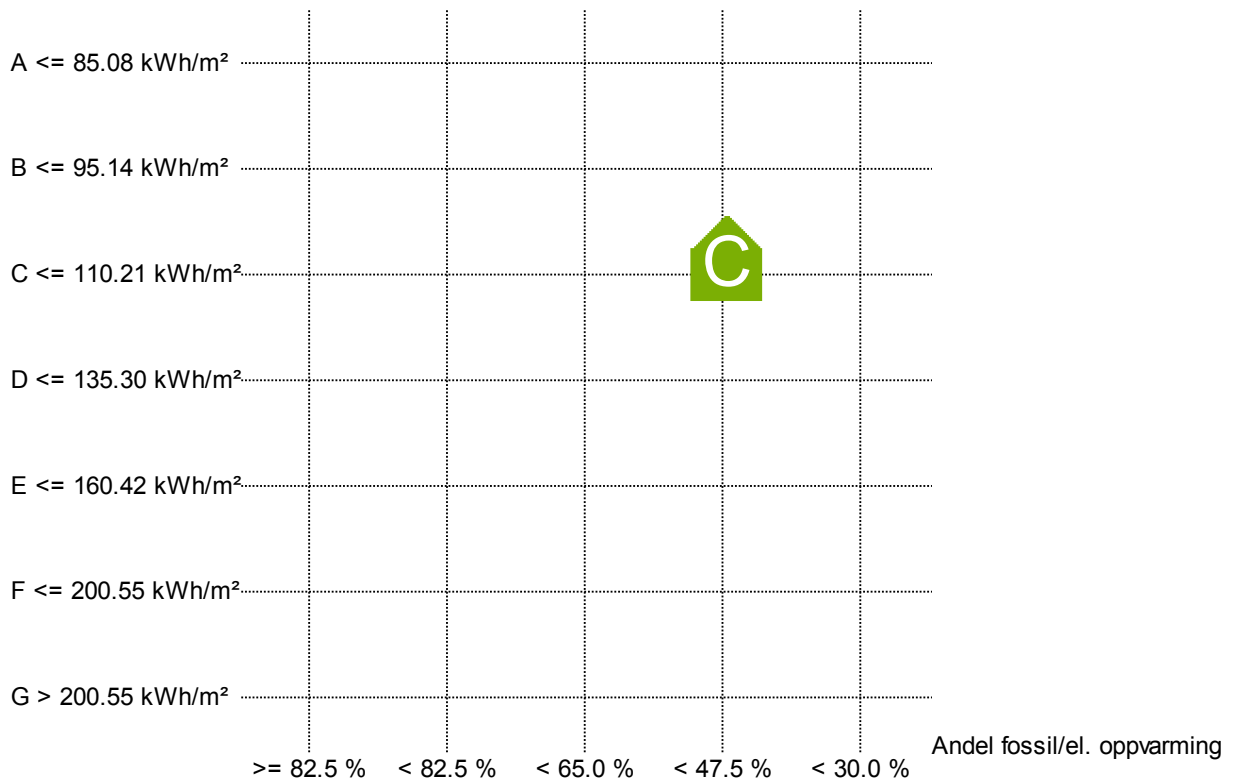
**SIMIEN**  
Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 10:35 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\BlokkA\_masteroppgave\_passivhus\_minstkrav.smi  
Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 102.92 kWh/m²

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 33.2 %

| Beregnet levert energi       |            |
|------------------------------|------------|
| Beskrivelse                  | Verdi      |
| Energibruk normalisert klima | 103 kWh/m² |
| Energibruk lokalt klima      | 98 kWh/m²  |

| Forventet levert energi |            |
|-------------------------|------------|
| Beskrivelse             | Verdi      |
| Elektrisitet            | 360944 kWh |
| Olje                    | 0 kWh      |
| Gass                    | 0 kWh      |
| Fjernvarme              | 382487 kWh |
| Biobrensel              | 0 kWh      |
| Annen energivare        | 0 kWh      |
| Total energibruk        | 743431 kWh |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

Årssimulering



# SIMIEN

## Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering  
 Tid/dato simulering: 10:38 20/5-2016  
 Programversjon: 5.504  
 Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
 Firma: Undervisningslisens  
 Inndatafil: C:\...\BlokkA\_masteroppgave\_passivhus\_minstkrav.smi  
 Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
 Sone: Alle soner

| Energibudsjett                          |             |                         |  |
|---|-------------|-------------------------|--|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |  |
| 1a Romoppvarming                        | 116796 kWh  | 16,2 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 35562 kWh   | 4,9 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 3a Vifter                               | 54792 kWh   | 7,6 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 3b Pumper                               | 5766 kWh    | 0,8 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 4 Belysning                             | 77198 kWh   | 10,7 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 5 Teknisk utstyr                        | 95387 kWh   | 13,2 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 385501 kWh  | 53,4 kWh/m <sup>2</sup> |  |

| Levert energi til bygningen (beregnet) |               |                         |
|--|---------------|-------------------------|
| Energivare                             | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                         | 274494 kWh    | 38,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                       | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                 | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                 | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                           | 140718 kWh    | 19,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                           | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6          | 415213 kWh    | 57,5 kWh/m <sup>2</sup> |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

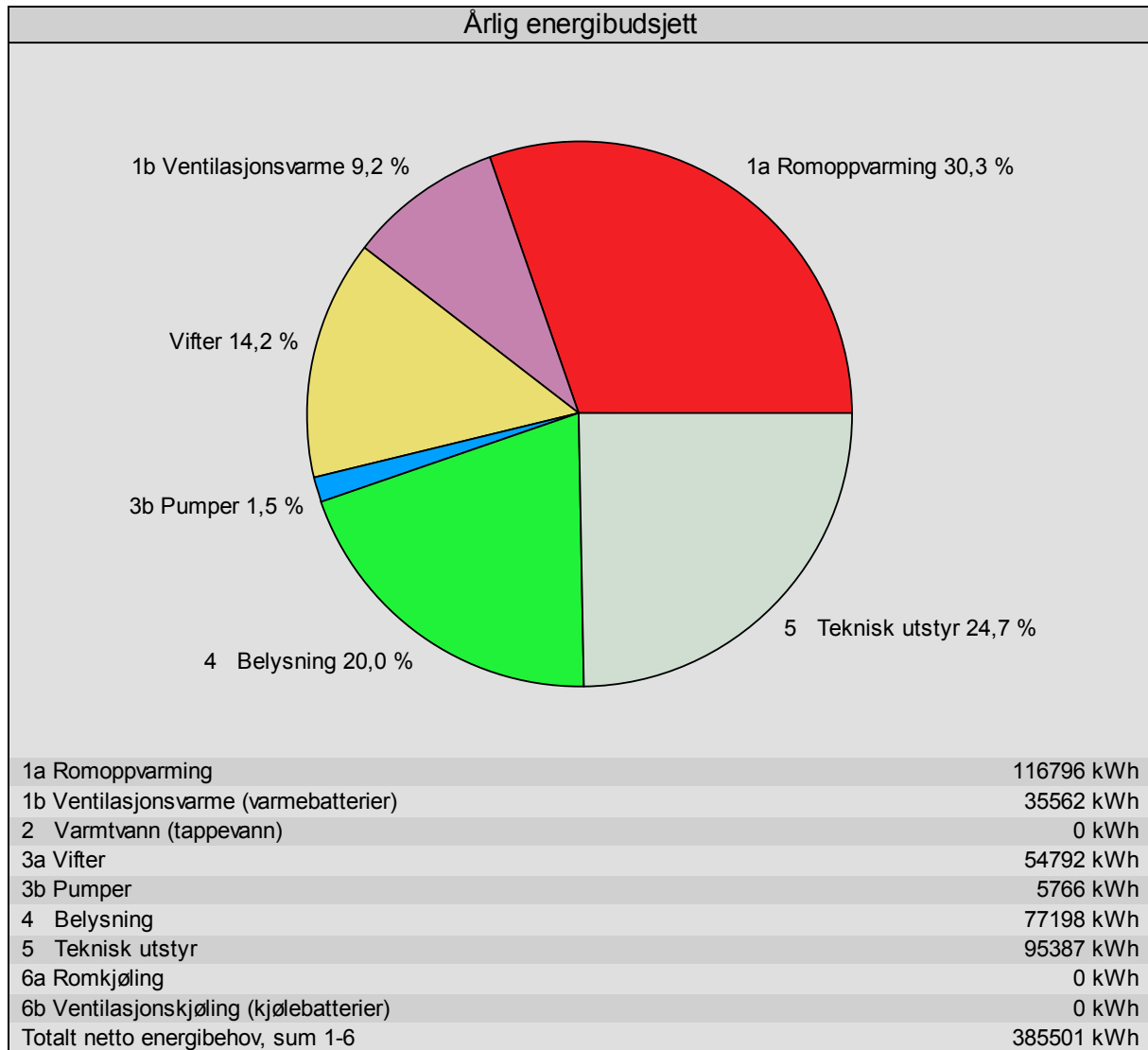
| Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder |                         |                        |                        |                        |                        |                         |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Energikilder                                      | Romoppv.                | Varmebatterier         | Varmtvann              | Kjølebatterier         | Romkjøling             | El. spesifikt           |
| El.   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 4,9 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |
| Olje  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Gass  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Fjernvarme  | 16,2 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Biobrensel  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Varmepumpe  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sol   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sum   | 16,2 kWh/m <sup>2</sup> | 4,9 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |

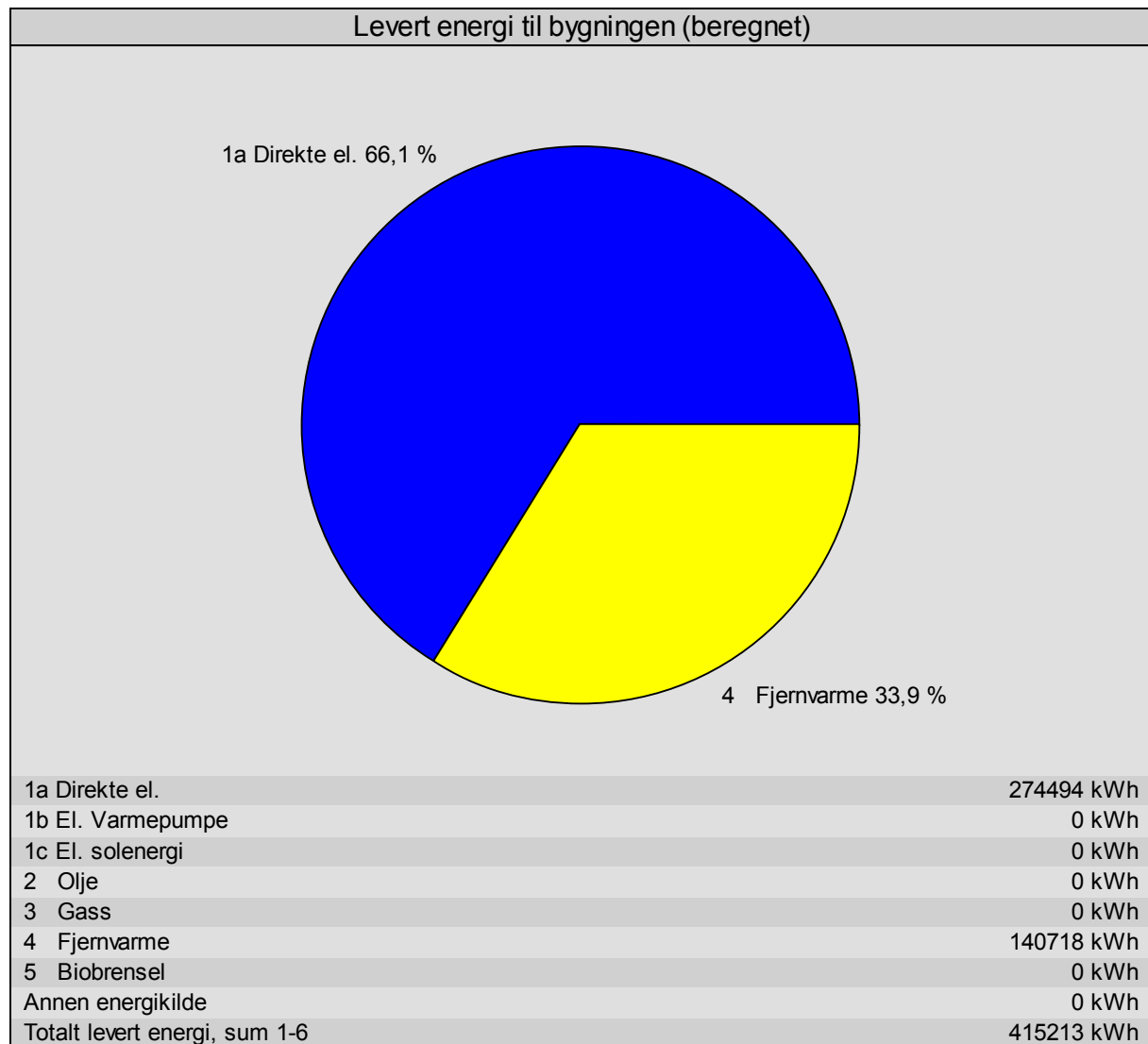
| Årlige utslipp av CO2   |           |                        |
|-------------------------|-----------|------------------------|
| Energivare              | Utslipp   | Spesifikt utslipp      |
| 1a Direkte el.          | 108425 kg | 15,0 kg/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi        | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme            | 32506 kg  | 4,5 kg/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel            | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Totalt utslipp, sum 1-6 | 140931 kg | 19,5 kg/m <sup>2</sup> |

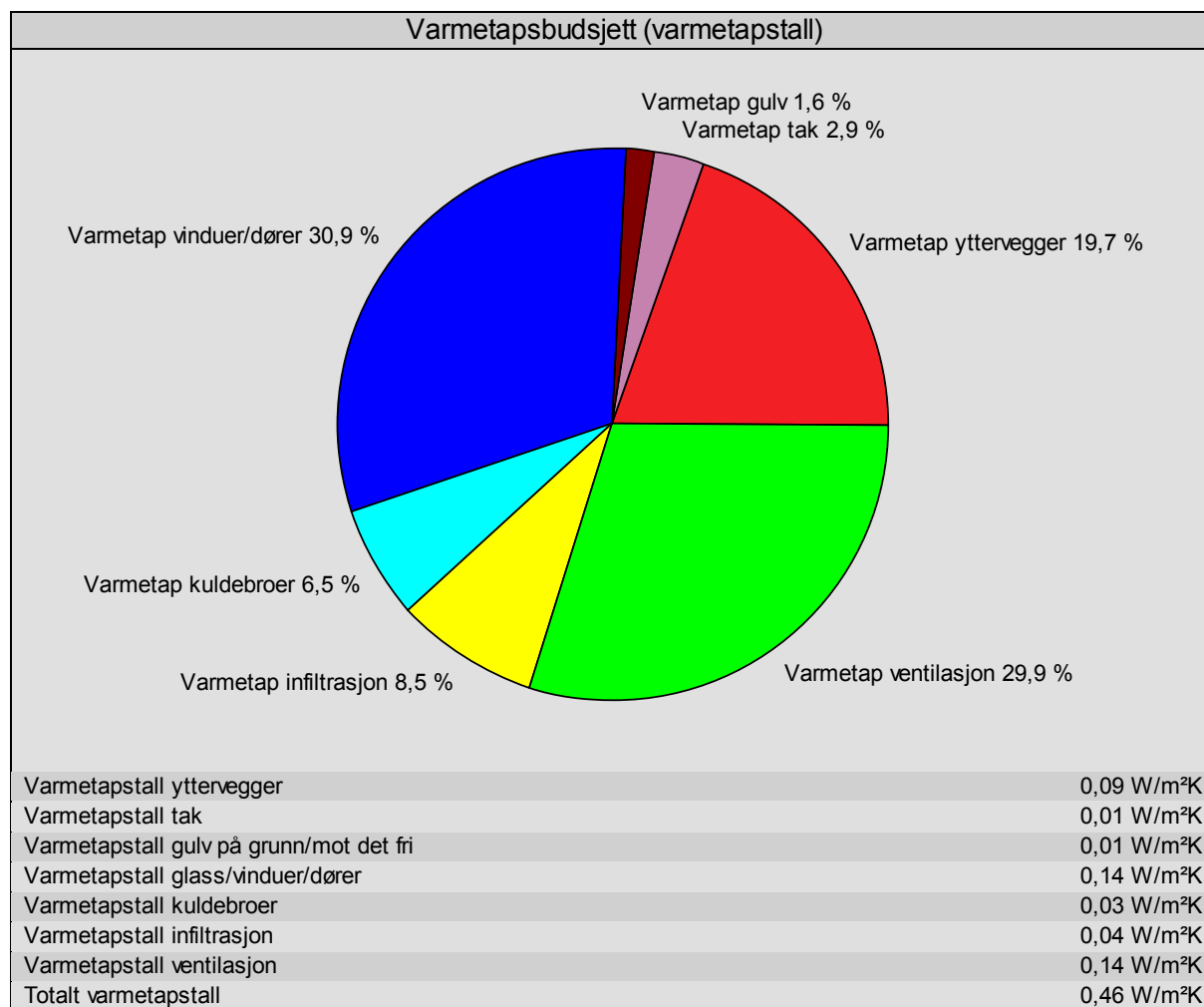
| Kostnad kjøpt energi            |               |                         |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                      | Energikostnad | Spesifikk energikostnad |
| 1a Direkte el.                  | 219595 kr     | 30,4 kr/m <sup>2</sup>  |
| 1b El. Varmepumpe               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 1c El. solenergi                | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 2 Olje                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 3 Gass                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 4 Fjernvarme                    | 105539 kr     | 14,6 kr/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel                    | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Annen energikilde               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Årlige energikostnader, sum 1-6 | 325134 kr     | 45,0 kr/m <sup>2</sup>  |



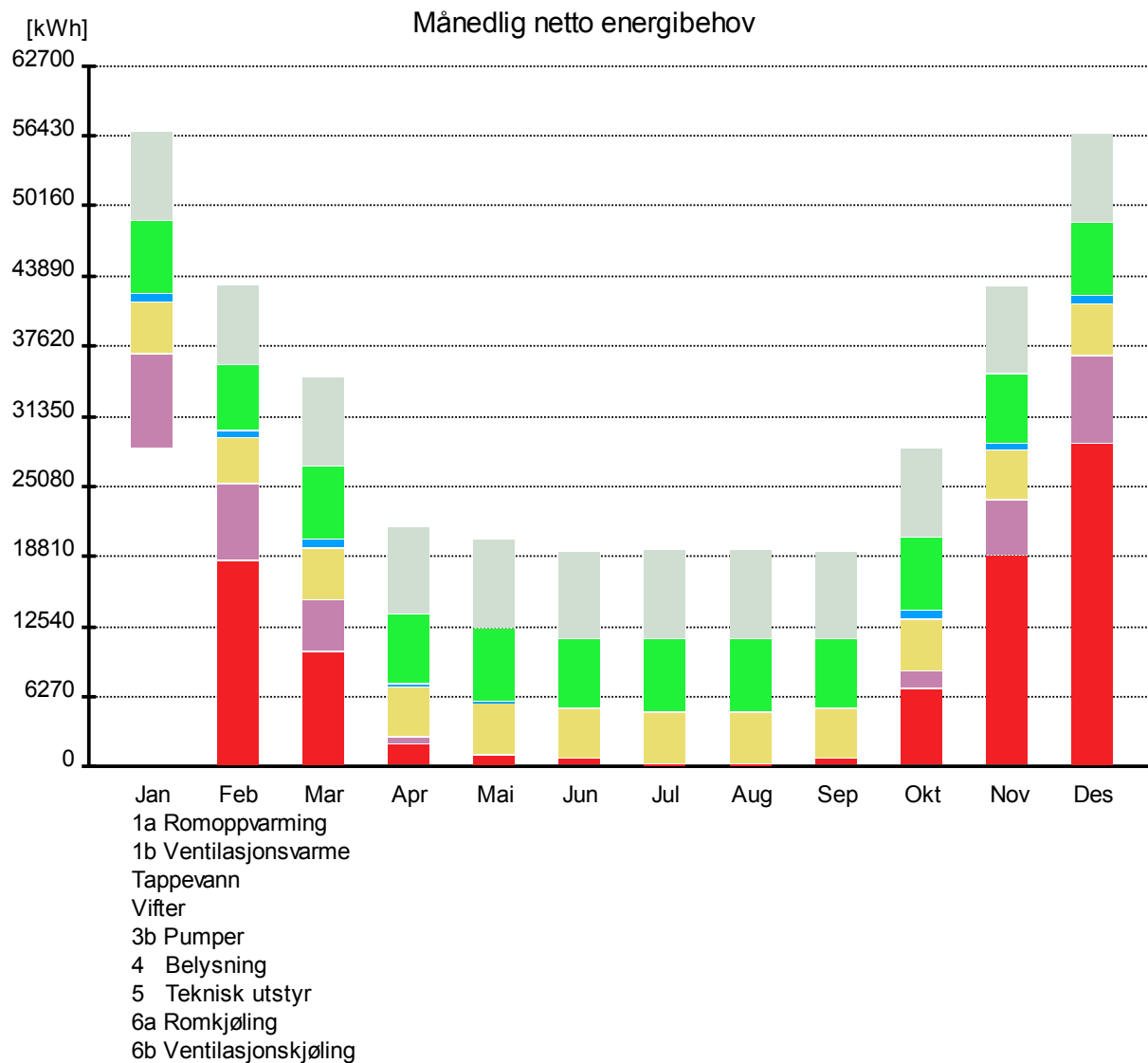
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



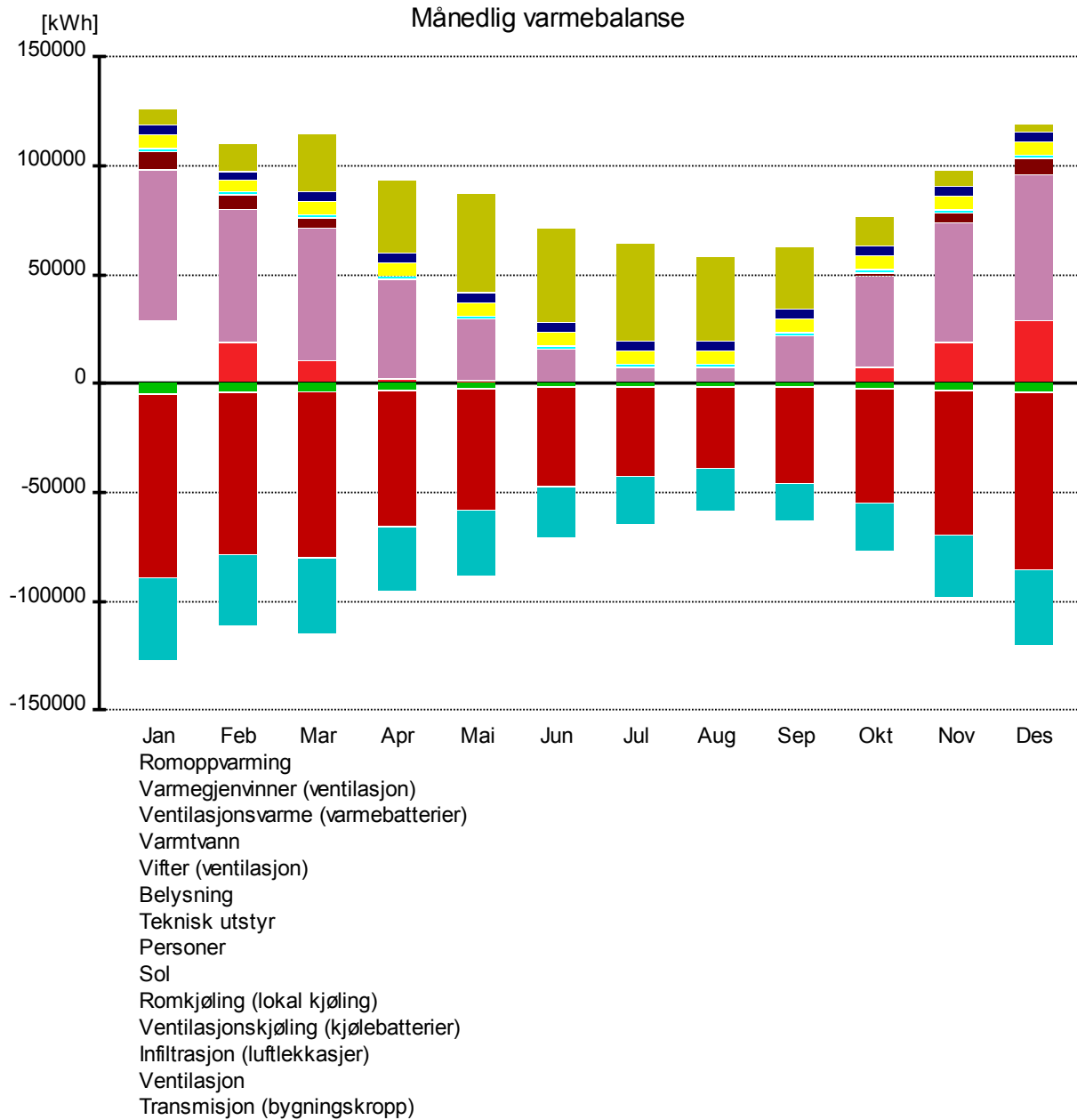




Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

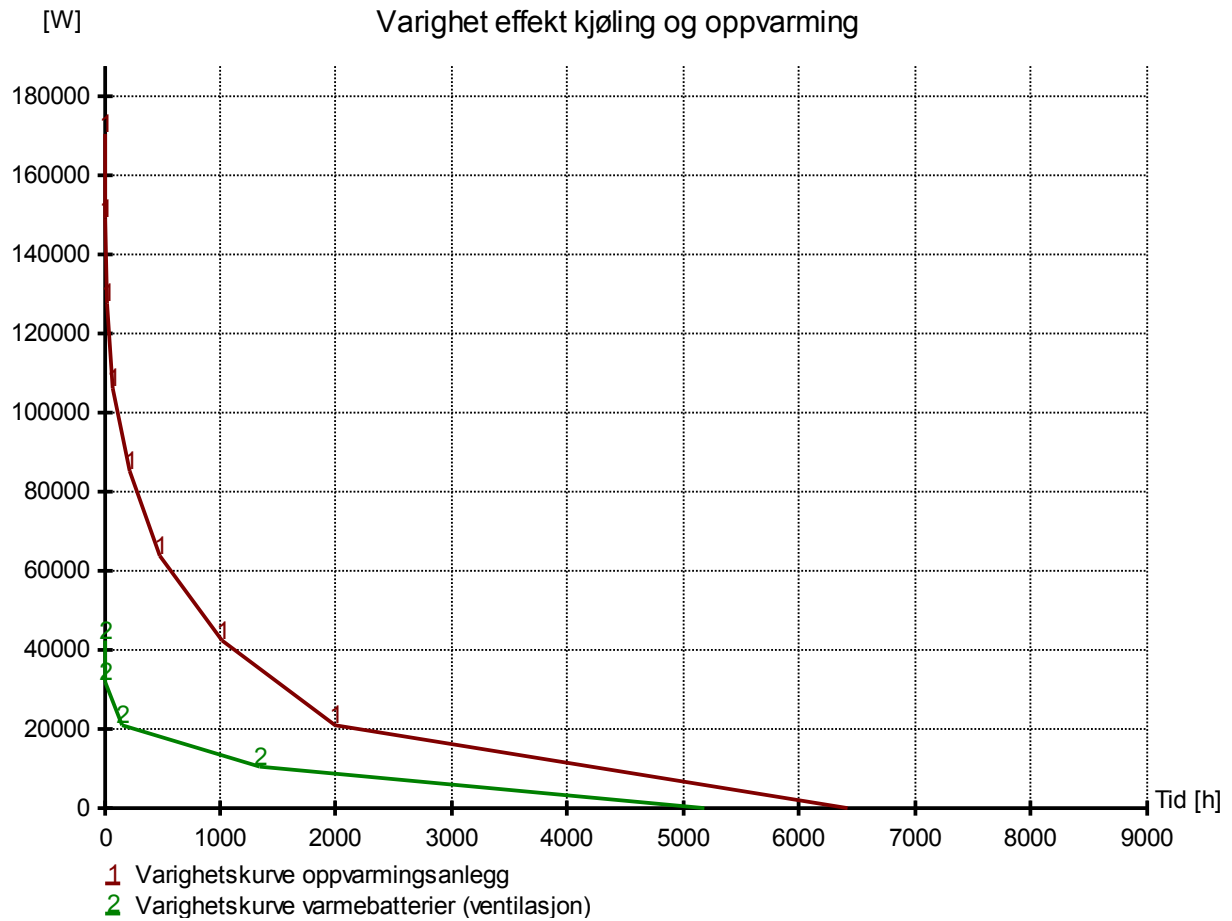


Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Måned | Månedlige temperaturdata (lufttemperatur) |           |          |                                   |  |                               |
|-------|---|-----------|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
|       | Midlere ute                               | Maks. ute | Min. ute | Maks. sone                        |  | Min. sone                     |
| Jan   | -1,8 °C                                   | 7,5 °C    | -17,9 °C | 29,8 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone U, etasje)  |
| Feb   | -1,2 °C                                   | 9,4 °C    | -15,8 °C | 30,7 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje)  |
| Mar   | 1,2 °C                                    | 12,1 °C   | -8,6 °C  | 36,8 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Nord sone 1, Etasje) |
| Apr   | 5,8 °C                                    | 16,2 °C   | -3,6 °C  | 35,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Mai   | 10,8 °C                                   | 22,1 °C   | 1,4 °C   | 39,2 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,8 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jun   | 14,5 °C                                   | 24,0 °C   | 5,5 °C   | 41,9 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,1 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jul   | 17,3 °C                                   | 26,8 °C   | 8,5 °C   | 41,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,2 °C (Korridor U, etasje)  |
| Aug   | 17,4 °C                                   | 25,4 °C   | 8,4 °C   | 42,9 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,2 °C (Korridor U, etasje)  |
| Sep   | 12,6 °C                                   | 22,1 °C   | 3,7 °C   | 43,9 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,8 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Okt   | 7,2 °C                                    | 15,6 °C   | -1,6 °C  | 31,0 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Nov   | 2,6 °C                                    | 11,5 °C   | -6,8 °C  | 29,3 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje)  |
| Des   | -0,9 °C                                   | 9,1 °C    | -15,2 °C | 27,0 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje)  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Dekningsgrad effekt/energi oppvarming                          |                         |
|--|-------------------------|
| Effekt (dekning)   | Dekningsgrad energibruk |
| 162 kW (90 %)  | 100 %                   |
| 144 kW (80 %)  | 100 %                   |
| 126 kW (70 %)  | 99 %                    |
| 108 kW (60 %)  | 98 %                    |
| 90 kW (50 %)   | 95 %                    |
| 72 kW (40 %)   | 90 %                    |
| 54 kW (30 %)   | 81 %                    |
| 36 kW (20 %)   | 67 %                    |
| 18 kW (10 %)   | 43 %                    |
| Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert | -                       |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 1,56  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,84  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 0,0   |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 17,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 0,0                 |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 16,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 17,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 1,8                 |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 2,26                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,36                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 0,00                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,13                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

| Inndata klima                        |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| Beskrivelse                          | Verdi                |
| Klimasted                            | Rygge                |
| Breddegrad                           | 59° 23'              |
| Lengdegrad                           | 10° 47'              |
| Tidssone                             | GMT + 1              |
| Årsmiddeltemperatur                  | 7,2 °C               |
| Midlere solstråling horisontal flate | 110 W/m <sup>2</sup> |
| Midlere vindhastighet                | 3,2 m/s              |

Blokk – B, konsept 1, mintekrav



## SIMIEN

### Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering Konsept 1 med minstekravsverdier  
 Tid/dato simulering: 08:11 20/5-2016  
 Programversjon: 5.504  
 Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
 Firma: Undervisningslisens  
 Inndatafil: C:\...\BlokkB\_masteroppgave\_passivhus\_minstekrav.smi  
 Prosjekt: Blokk B, Cicignon Park, Fredrikstad  
 Sone: Alle soner

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

| Varmetapsbudsjett                       |       |
|---|-------|
| Beskrivelse                             | Verdi |
| Varmetapstall yttervegger               | 0,09  |
| Varmetapstall tak                       | 0,01  |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,01  |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører       | 0,12  |
| Varmetapstall kuldebroer                | 0,03  |
| Varmetapstall infiltrasjon              | 0,04  |
| Totalt varmetapstall                    | 0,30  |
| Krav varmetapstall                      | 0,43  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Energiytelse  |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 17,8 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 47,5 kWh/m <sup>2</sup> | 72,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 85,6 %                  | 60,0 %                  |

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,18  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 80    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,12  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

| Krav til solfaktor for solutsatte fasader   |
|---|
| Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.<br>Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat. |

| Energibudsjett (NS 3700)                |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 94132 kWh   | 10,9 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 59188 kWh   | 6,9 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 257005 kWh  | 29,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3a Vifter                               | 86321 kWh   | 10,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3b Pumper                               | 5620 kWh    | 0,7 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 98265 kWh   | 11,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 151186 kWh  | 17,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 751717 kWh  | 87,1 kWh/m <sup>2</sup> |

| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 410215 kWh    | 47,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 423056 kWh    | 49,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 833272 kWh    | 96,6 kWh/m <sup>2</sup> |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

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

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



**SIMIEN**

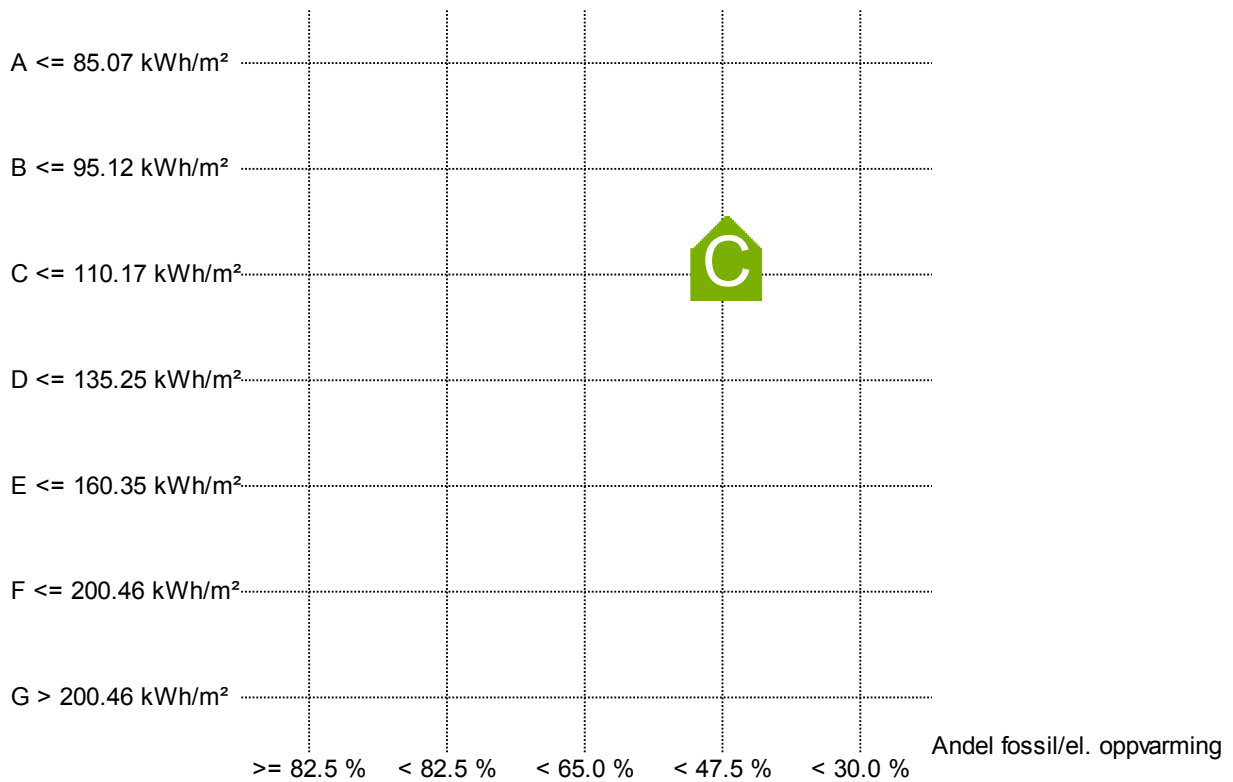
Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
 Tid/dato simulering: 08:46 20/5-2016  
 Programversjon: 5.504  
 Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
 Firma: Undervisningslisens  
 Inndatafil: C:\...\BlokkaA\_masteroppgave\_passivhus\_minstkrav.smi  
 Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
 Sone: Alle soner

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 101.05 kWh/m²

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 33.3 %

| Beregnet levert energi       |            |
|------------------------------|------------|
| Beskrivelse                  | Verdi      |
| Energibruk normalisert klima | 101 kWh/m² |
| Energibruk lokalt klima      | 97 kWh/m²  |

| Forventet levert energi |            |
|-------------------------|------------|
| Beskrivelse             | Verdi      |
| Elektrisitet            | 427520 kWh |
| Olje                    | 0 kWh      |
| Gass                    | 0 kWh      |
| Fjernvarme              | 444476 kWh |
| Biobrensel              | 0 kWh      |
| Annen energivare        | 0 kWh      |
| Total energibruk        | 871996 kWh |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



**SIMIEN**

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering  
Tid/dato simulering: 08:50 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\Blokka\_masteroppgave\_passivhus\_minstkrav.smi  
Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

| Energibudsjett                          |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 130625 kWh  | 15,1 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 42383 kWh   | 4,9 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3a Vifter                               | 64531 kWh   | 7,5 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3b Pumper                               | 6385 kWh    | 0,7 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 92481 kWh   | 10,7 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 115567 kWh  | 13,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 451972 kWh  | 52,4 kWh/m <sup>2</sup> |

| Levert energi til bygningen (beregnet) |               |                         |
|--|---------------|-------------------------|
| Energivare                             | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                         | 328246 kWh    | 38,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                       | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                 | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                 | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                           | 157380 kWh    | 18,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                           | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6          | 485626 kWh    | 56,3 kWh/m <sup>2</sup> |



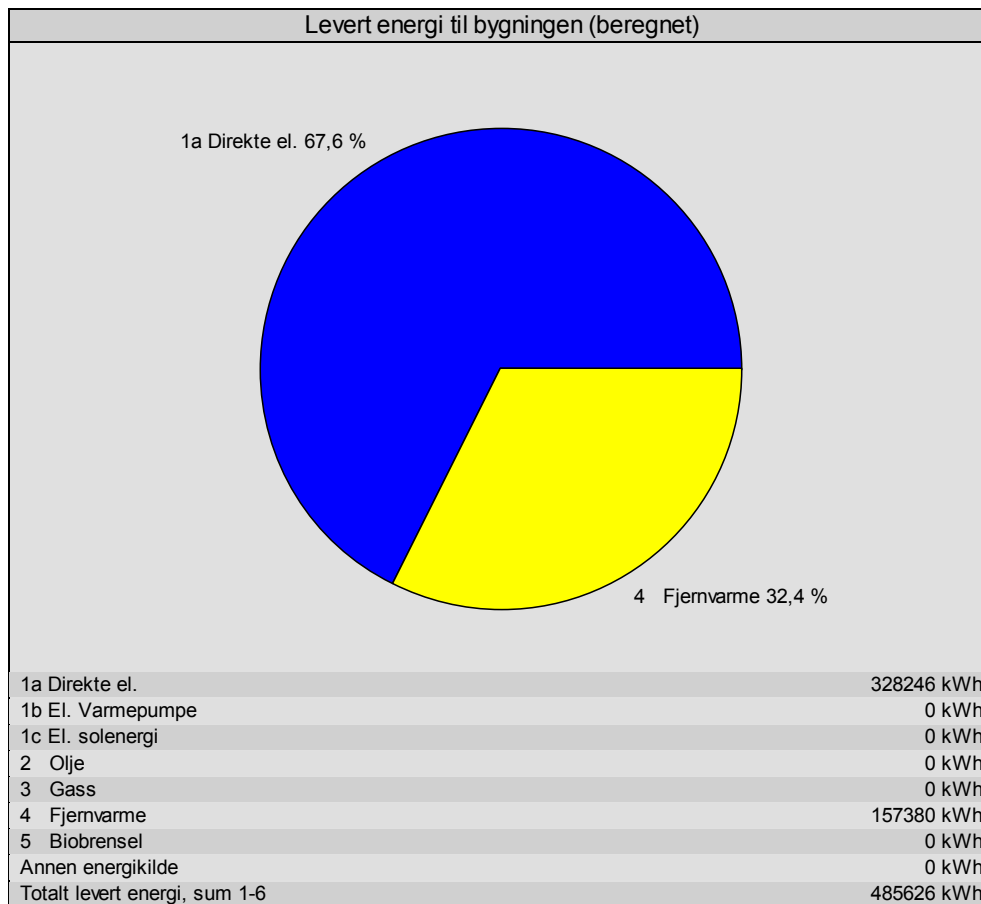
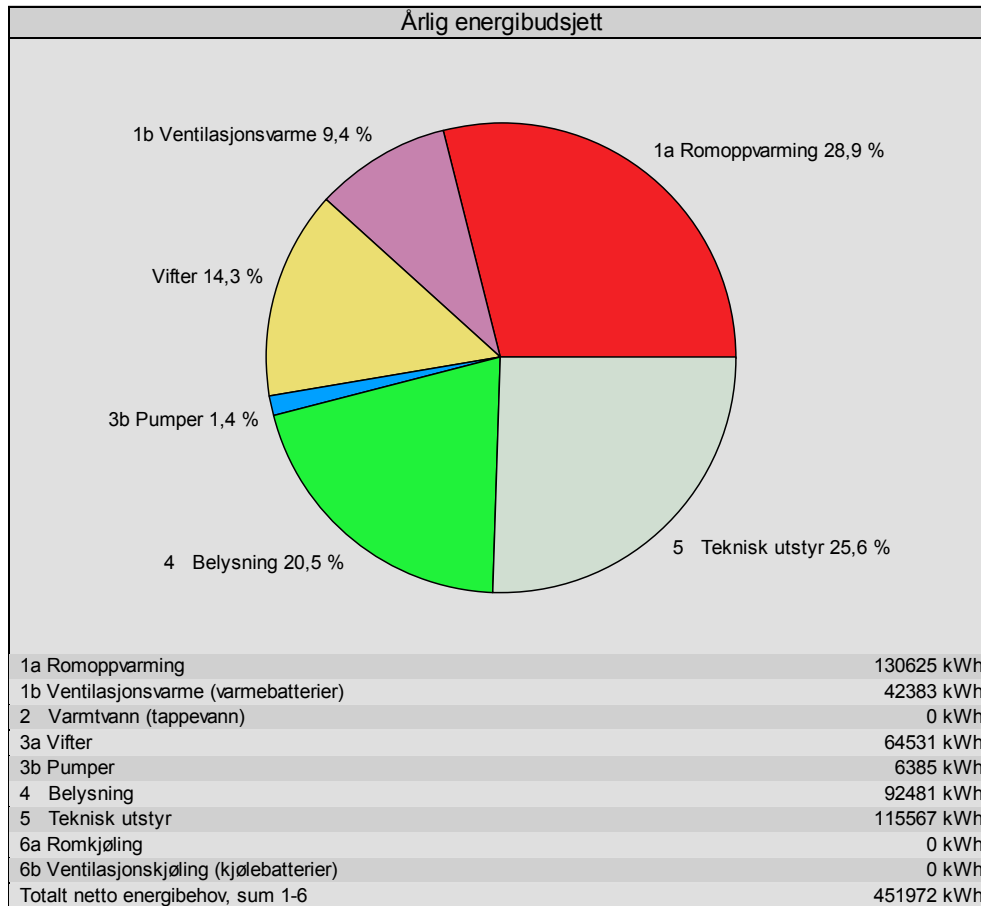
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder |                         |                        |                        |                        |                        |                         |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Energikilder                                      | Romoppv.                | Varmebatterier         | Varmtvann              | Kjølebatterier         | Romkjøling             | El. spesifikt           |
| El.   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 4,9 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |
| Olje  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Gass  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Fjernvarme  | 15,1 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Biobrensel  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Varmepumpe  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sol   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sum   | 15,1 kWh/m <sup>2</sup> | 4,9 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |

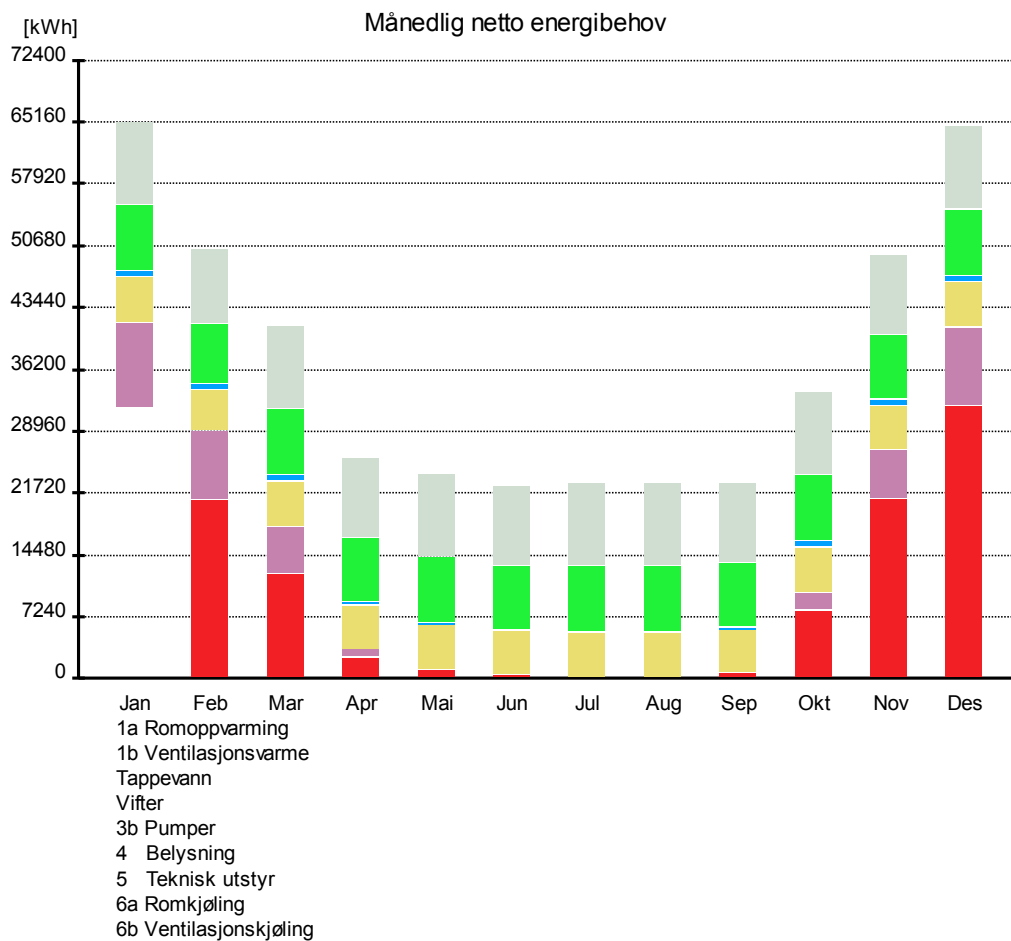
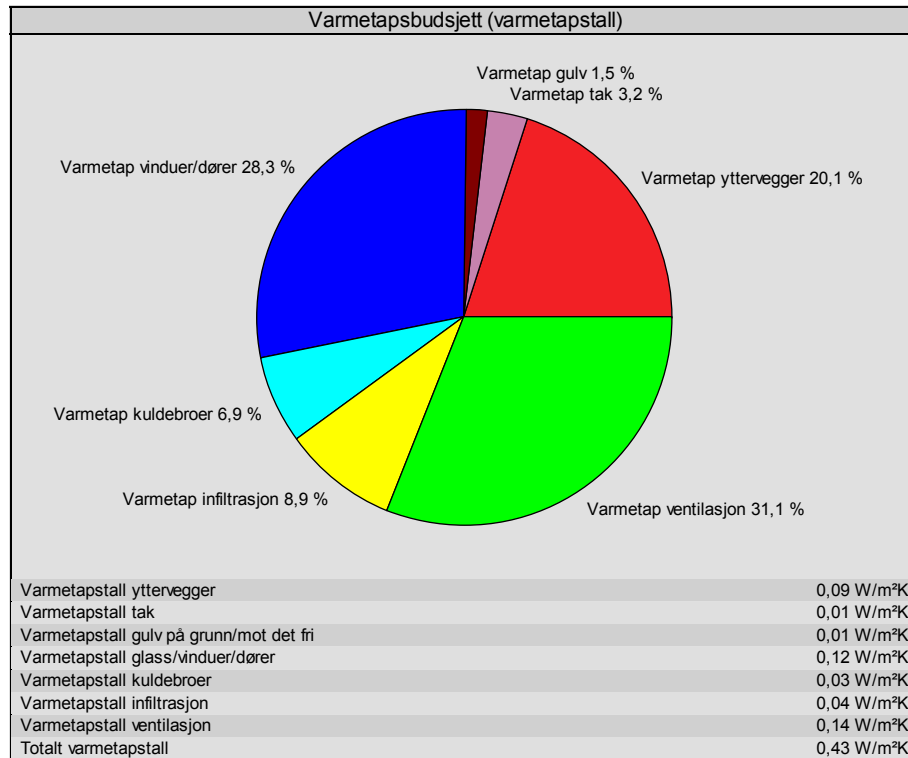
| Årlige utslipp av CO2   |           |                        |
|-------------------------|-----------|------------------------|
| Energivare              | Utslipp   | Spesifikt utslipp      |
| 1a Direkte el.          | 129657 kg | 15,0 kg/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi        | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme            | 36355 kg  | 4,2 kg/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel            | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Totalt utslipp, sum 1-6 | 166012 kg | 19,2 kg/m <sup>2</sup> |

| Kostnad kjøpt energi            |               |                         |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                      | Energikostnad | Spesifikk energikostnad |
| 1a Direkte el.                  | 262597 kr     | 30,4 kr/m <sup>2</sup>  |
| 1b El. Varmepumpe               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 1c El. solenergi                | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 2 Olje                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 3 Gass                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 4 Fjernvarme                    | 118035 kr     | 13,7 kr/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel                    | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Annen energikilde               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Årlige energikostnader, sum 1-6 | 380632 kr     | 44,1 kr/m <sup>2</sup>  |

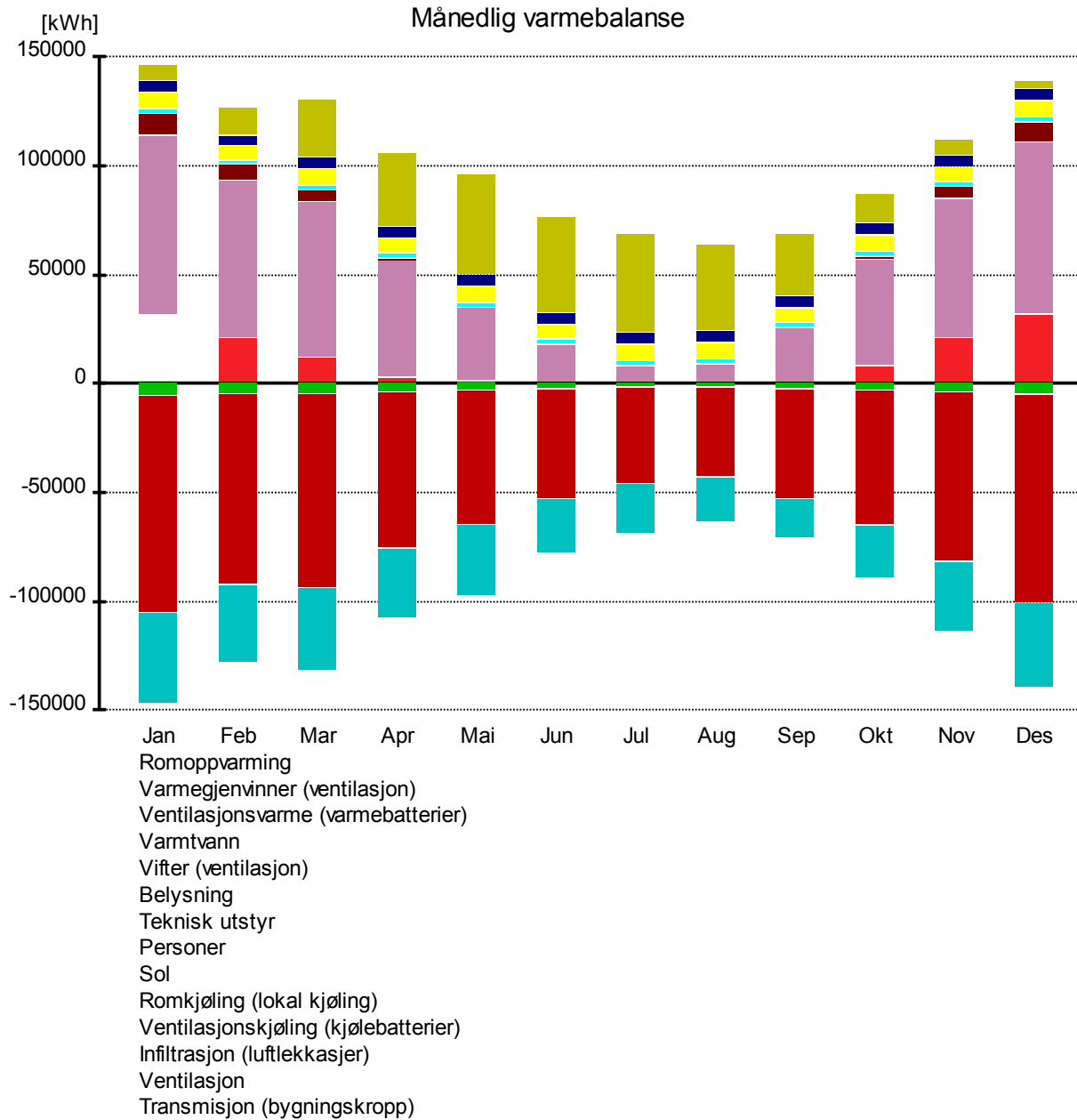
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

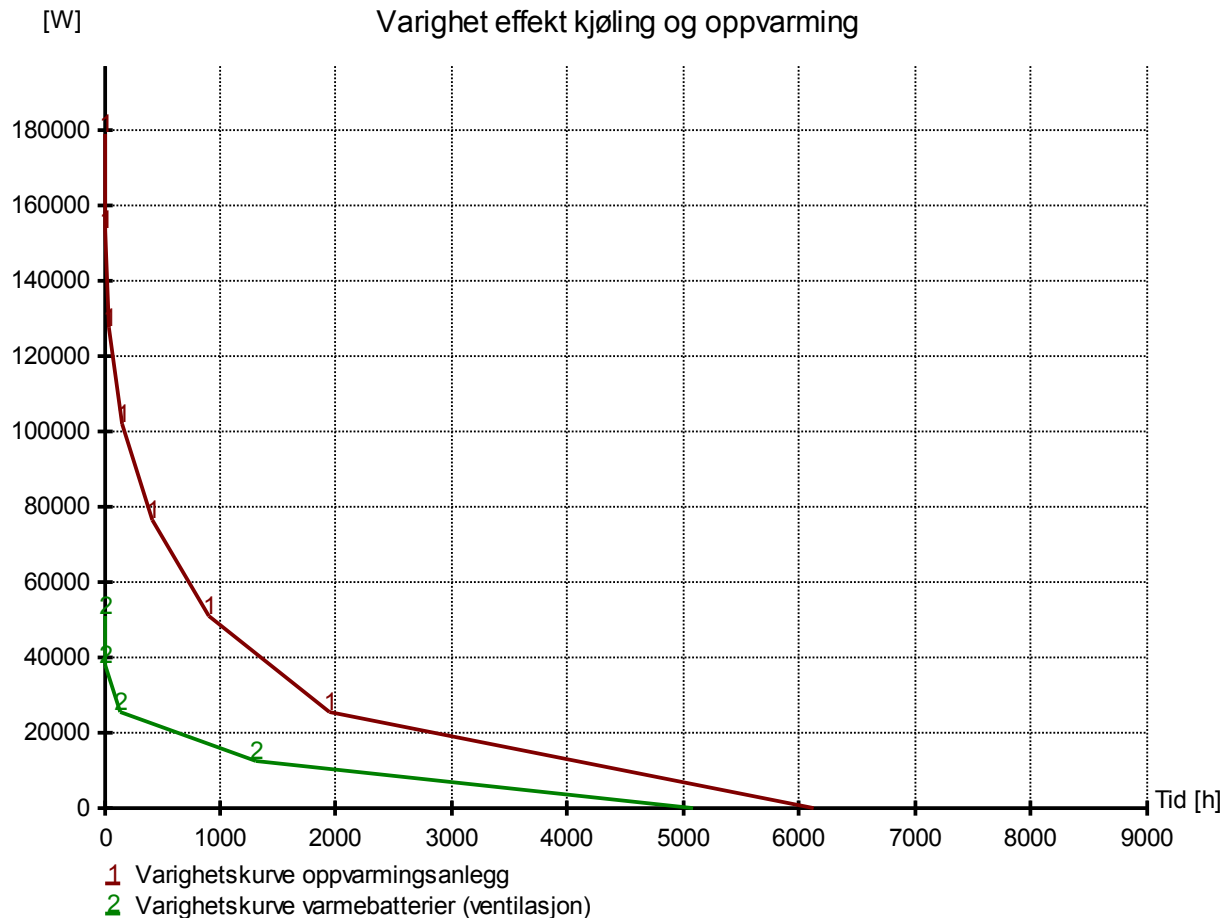


Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Månedlige temperaturdata (lufttemperatur) |             |           |          |                                   |  |                               |
|---|-------------|-----------|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| Måned                                     | Midlere ute | Maks. ute | Min. ute | Maks. sone                        |  | Min. sone                     |
| Jan                                       | -1,8 °C     | 7,5 °C    | -17,9 °C | 28,8 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Sør sone U, etasje)  |
| Feb                                       | -1,2 °C     | 9,4 °C    | -15,8 °C | 30,0 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor U, etasje)  |
| Mar                                       | 1,2 °C      | 12,1 °C   | -8,6 °C  | 36,4 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Nord sone 1, Etasje) |
| Apr                                       | 5,8 °C      | 16,2 °C   | -3,6 °C  | 34,8 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Mai                                       | 10,8 °C     | 22,1 °C   | 1,4 °C   | 38,8 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,8 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jun                                       | 14,5 °C     | 24,0 °C   | 5,5 °C   | 41,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,3 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jul                                       | 17,3 °C     | 26,8 °C   | 8,5 °C   | 41,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,6 °C (Korridor U, etasje)  |
| Aug                                       | 17,4 °C     | 25,4 °C   | 8,4 °C   | 42,6 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,6 °C (Korridor U, etasje)  |
| Sep                                       | 12,6 °C     | 22,1 °C   | 3,7 °C   | 43,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,8 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Okt                                       | 7,2 °C      | 15,6 °C   | -1,6 °C  | 30,6 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Nov                                       | 2,6 °C      | 11,5 °C   | -6,8 °C  | 28,3 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Nord sone 1, Etasje) |
| Des                                       | -0,9 °C     | 9,1 °C    | -15,2 °C | 26,3 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje)  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Dekningsgrad effekt/energi oppvarming                          |                         |
|--|-------------------------|
| Effekt (dekning)   | Dekningsgrad energibruk |
| 181 kW (90 %)  | 100 %                   |
| 161 kW (80 %)  | 100 %                   |
| 141 kW (70 %)  | 99 %                    |
| 121 kW (60 %)  | 98 %                    |
| 101 kW (50 %)  | 95 %                    |
| 81 kW (40 %)   | 90 %                    |
| 60 kW (30 %)   | 81 %                    |
| 40 kW (20 %)   | 67 %                    |
| 20 kW (10 %)   | 43 %                    |
| Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert | -                       |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,18  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| 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 <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 1,55  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,84  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 0,0   |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 17,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 0,0                 |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 16,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 17,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 1,8                 |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 2,29                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,38                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 0,00                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,15                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

| Inndata klima                        |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| Beskrivelse                          | Verdi                |
| Klimasted                            | Rygge                |
| Breddegrad                           | 59° 23'              |
| Lengdegrad                           | 10° 47'              |
| Tidssone                             | GMT + 1              |
| Årsmiddeltemperatur                  | 7,2 °C               |
| Midlere solstråling horisontal flate | 110 W/m <sup>2</sup> |
| Midlere vindhastighet                | 3,2 m/s              |

Konsept 2



## SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering Konsept 2  
Tid/dato simulering: 11:36 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\BlokkA\_masteroppgave\_passivhus\_konsept2.smi  
Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

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

| Varmetapsbudsjett                       |       |
|---|-------|
| Beskrivelse                             | Verdi |
| Varmetapstall yttervegger               | 0,07  |
| Varmetapstall tak                       | 0,01  |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,01  |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører       | 0,14  |
| Varmetapstall kuldebroer                | 0,03  |
| Varmetapstall infiltrasjon              | 0,04  |
| Totalt varmetapstall                    | 0,31  |
| Krav varmetapstall                      | 0,43  |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Energitytelse   |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 14,1 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 43,6 kWh/m <sup>2</sup> | 68,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 92,5 %                  | 60,0 %                  |

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,15  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 85    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,14  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

| Krav til solfaktor for solutsatte fasader   |
|---|
| Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.<br>Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat. |

| Energibudsjett (NS 3700)                |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 78288 kWh   | 10,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 23693 kWh   | 3,3 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 215121 kWh  | 29,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3a Vifter                               | 73840 kWh   | 10,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3b Pumper                               | 4662 kWh    | 0,6 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 82265 kWh   | 11,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 126562 kWh  | 17,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 604432 kWh  | 83,7 kWh/m <sup>2</sup> |

| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 314879 kWh    | 43,6 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 353505 kWh    | 48,9 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 668385 kWh    | 92,5 kWh/m <sup>2</sup> |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

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

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,15  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



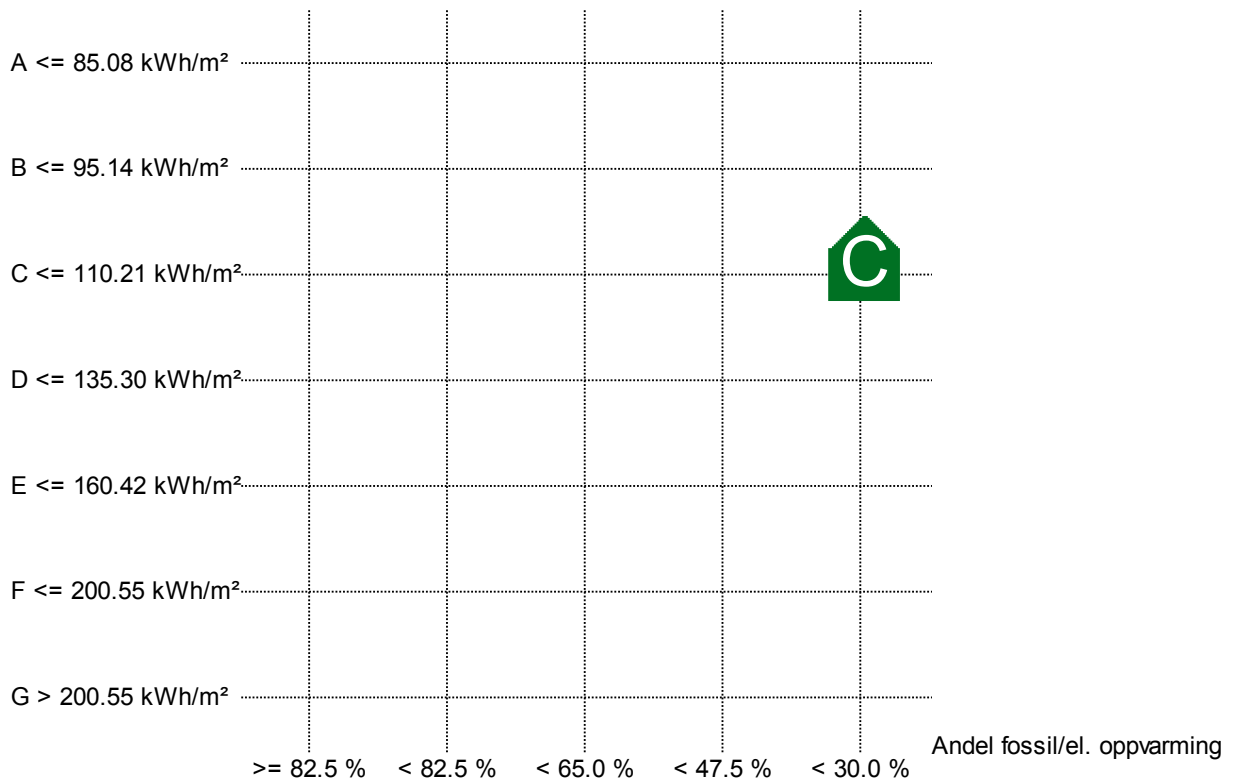
**SIMIEN**  
Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 11:38 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\Blokka\_masteroppgave\_passivhus\_konsept2.smi  
Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 96.22 kWh/m²

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 27.4 %

| Beregnet levert energi       |           |
|------------------------------|-----------|
| Beskrivelse                  | Verdi     |
| Energibruk normalisert klima | 96 kWh/m² |
| Energibruk lokalt klima      | 93 kWh/m² |

| Forventet levert energi |            |
|-------------------------|------------|
| Beskrivelse             | Verdi      |
| Elektrisitet            | 324550 kWh |
| Olje                    | 0 kWh      |
| Gass                    | 0 kWh      |
| Fjernvarme              | 370507 kWh |
| Biobrensel              | 0 kWh      |
| Annen energivare        | 0 kWh      |
| Total energibruk        | 695057 kWh |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,15  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



## SIMIEN

### Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering  
 Tid/dato simulering: 11:40 20/5-2016  
 Programversjon: 5.504  
 Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
 Firma: Undervisningslisens  
 Inndatafil: C:\...\Blokka\_masteroppgave\_passivhus\_konsept2.smi  
 Prosjekt: Blokk A, Cicignon Park, Fredrikstad  
 Sone: Alle soner

| Energibudsjett                          |             |                         |  |
|---|-------------|-------------------------|--|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |  |
| 1a Romoppvarming                        | 107496 kWh  | 14,9 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 16753 kWh   | 2,3 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 3a Vifter                               | 54792 kWh   | 7,6 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 3b Pumper                               | 5572 kWh    | 0,8 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 4 Belysning                             | 77198 kWh   | 10,7 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 5 Teknisk utstyr                        | 95387 kWh   | 13,2 kWh/m <sup>2</sup> |  |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 357198 kWh  | 49,4 kWh/m <sup>2</sup> |  |

| Leverert energi til bygningen (beregnet) |                 |                           |  |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Energivare                               | Leverert energi | Spesifikk leverert energi |  |
| 1a Direkte el.                           | 252429 kWh      | 34,9 kWh/m <sup>2</sup>   |  |
| 1b El. Varmepumpe                        | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| 1c El. solenergi                         | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| 2 Olje                                   | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| 3 Gass                                   | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| 4 Fjernvarme                             | 129513 kWh      | 17,9 kWh/m <sup>2</sup>   |  |
| 5 Biobrensel                             | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| Annen energikilde                        | 0 kWh           | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>    |  |
| Totalt leverert energi, sum 1-6          | 381942 kWh      | 52,9 kWh/m <sup>2</sup>   |  |

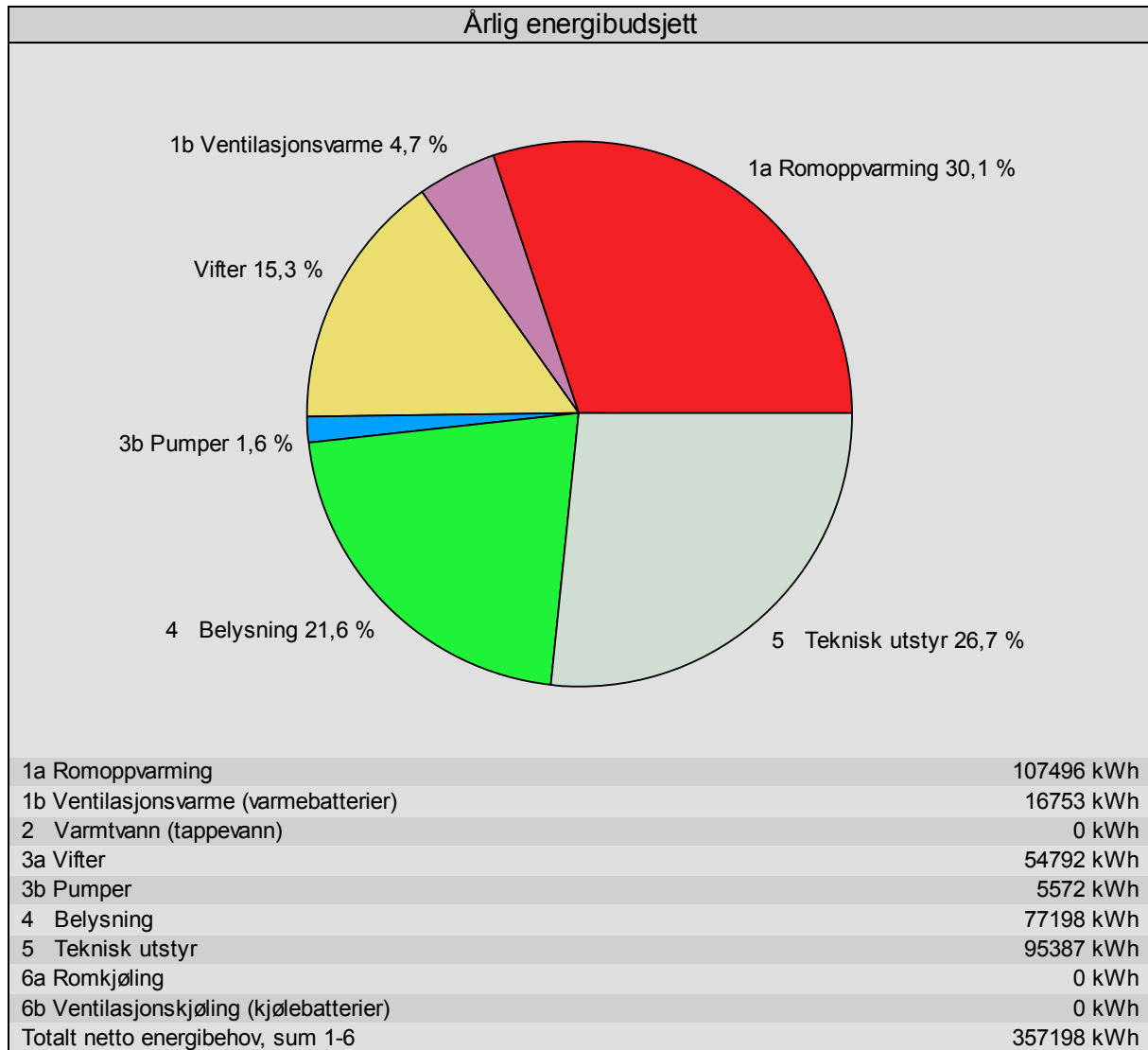
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder |                         |                        |                        |                        |                        |                         |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Energikilder                                      | Romoppv.                | Varmebatterier         | Varmtvann              | Kjølebatterier         | Romkjøling             | El. spesifikt           |
| El.   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 2,3 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| Olje  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Gass  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Fjernvarme  | 14,9 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Biobrensel  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Varmepumpe  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sol   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sum   | 14,9 kWh/m <sup>2</sup> | 2,3 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,2 kWh/m <sup>2</sup> |

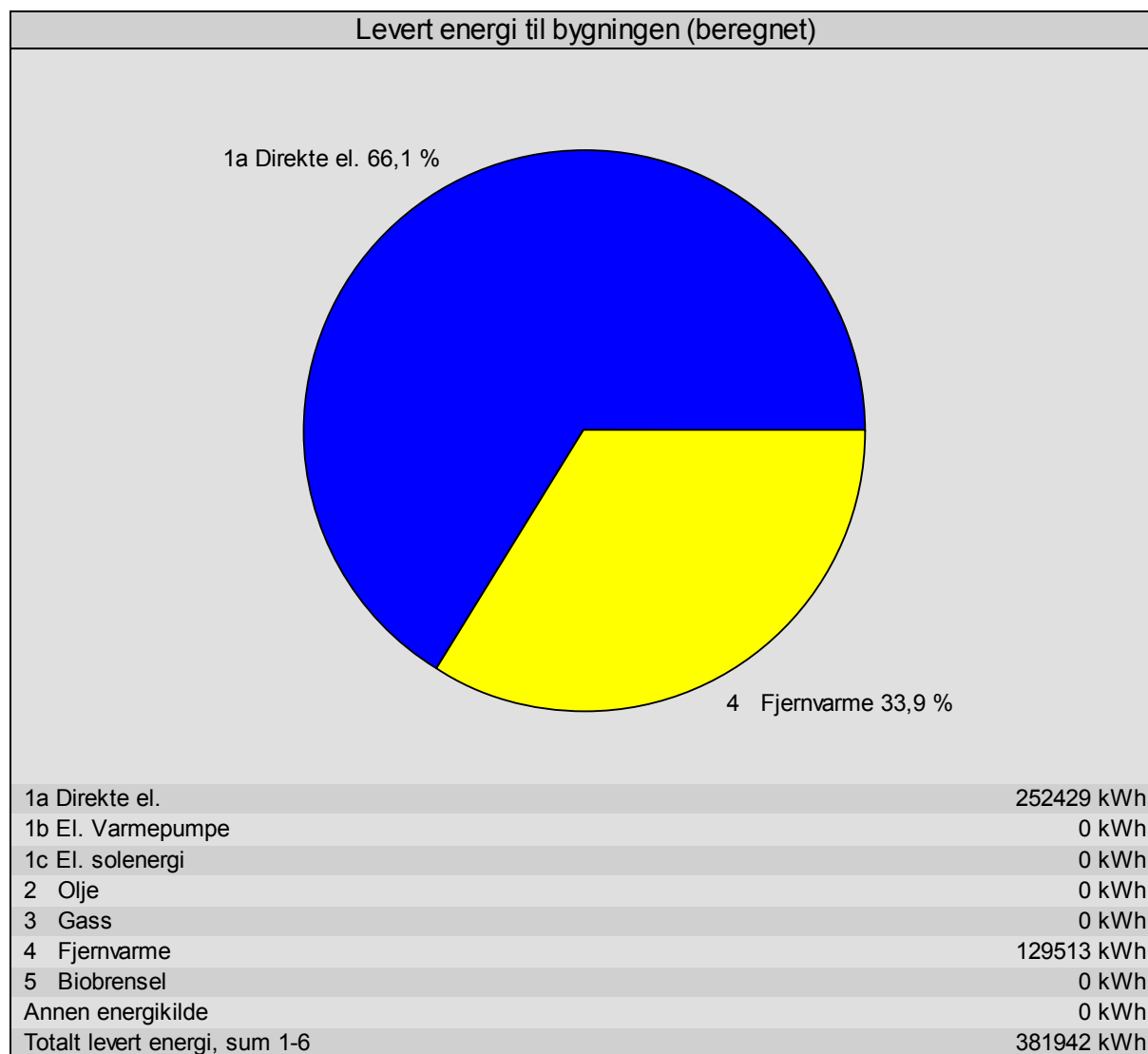
| Årlige utslipp av CO2   |           |                        |
|-------------------------|-----------|------------------------|
| Energivare              | Utslipp   | Spesifikt utslipp      |
| 1a Direkte el.          | 99709 kg  | 13,8 kg/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi        | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme            | 29918 kg  | 4,1 kg/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel            | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Totalt utslipp, sum 1-6 | 129627 kg | 17,9 kg/m <sup>2</sup> |

| Kostnad kjøpt energi            |               |                         |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                      | Energikostnad | Spesifikk energikostnad |
| 1a Direkte el.                  | 201943 kr     | 28,0 kr/m <sup>2</sup>  |
| 1b El. Varmepumpe               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 1c El. solenergi                | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 2 Olje                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 3 Gass                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 4 Fjernvarme                    | 97135 kr      | 13,4 kr/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel                    | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Annen energikilde               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Årlige energikostnader, sum 1-6 | 299078 kr     | 41,4 kr/m <sup>2</sup>  |

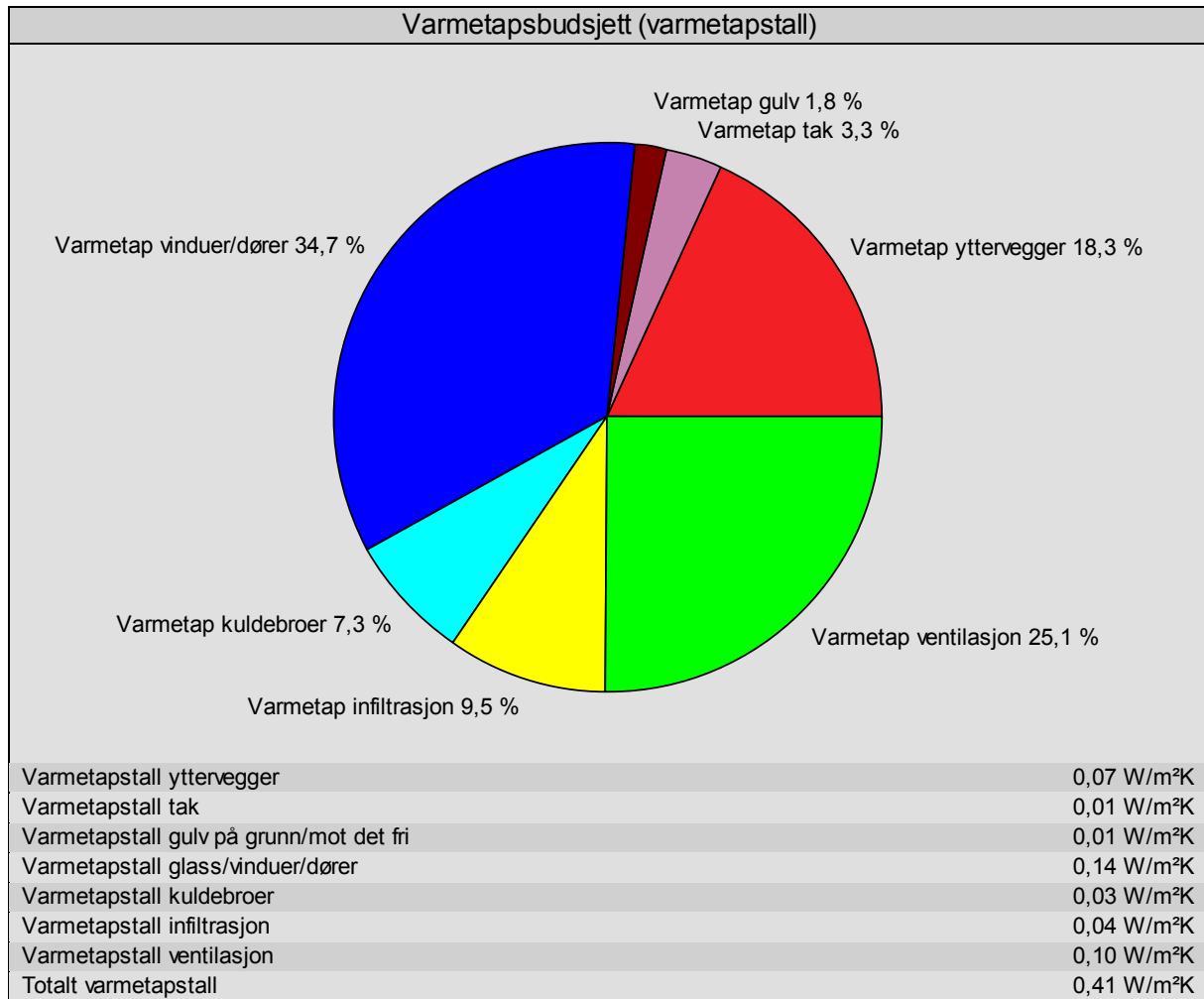
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



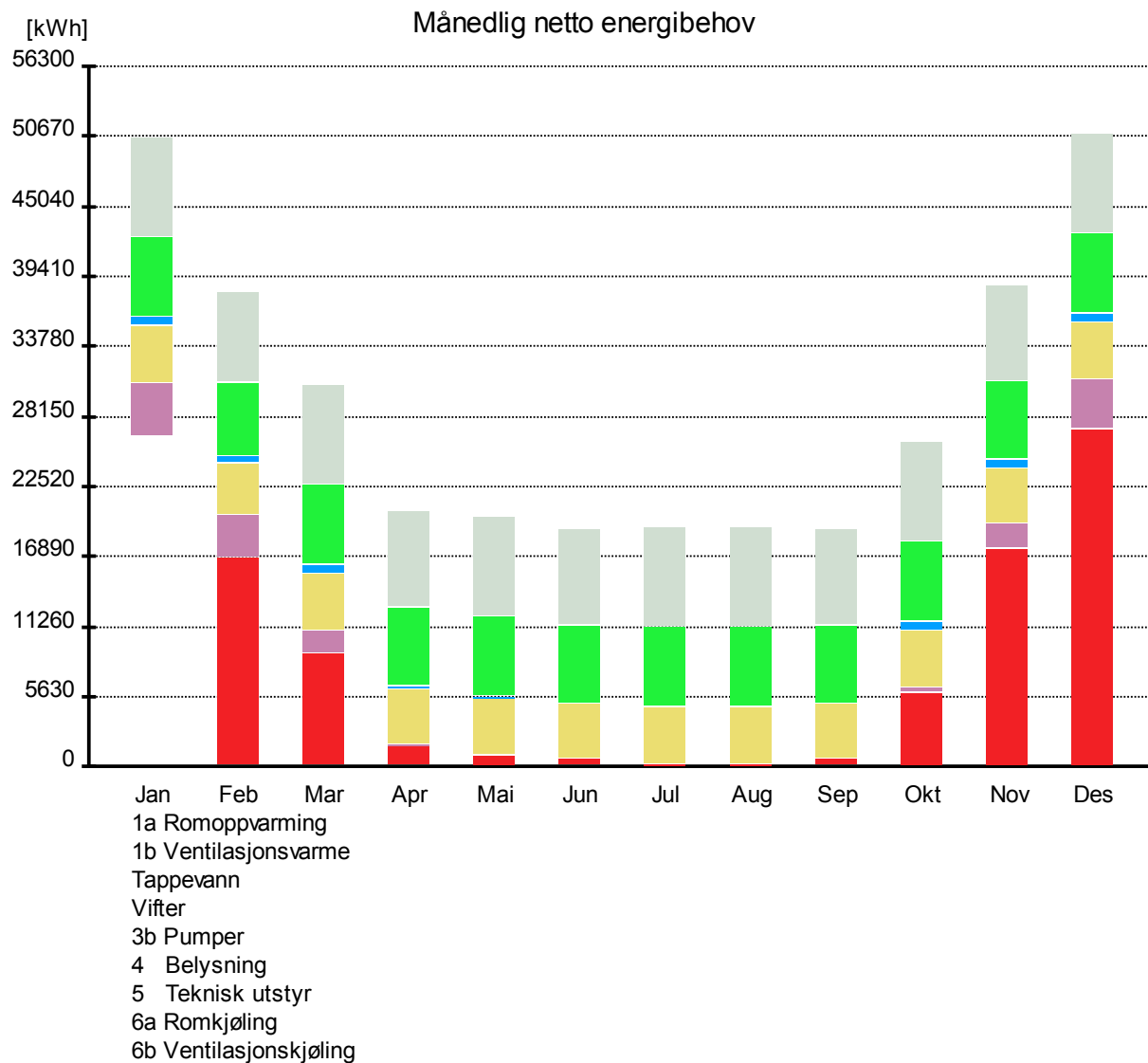




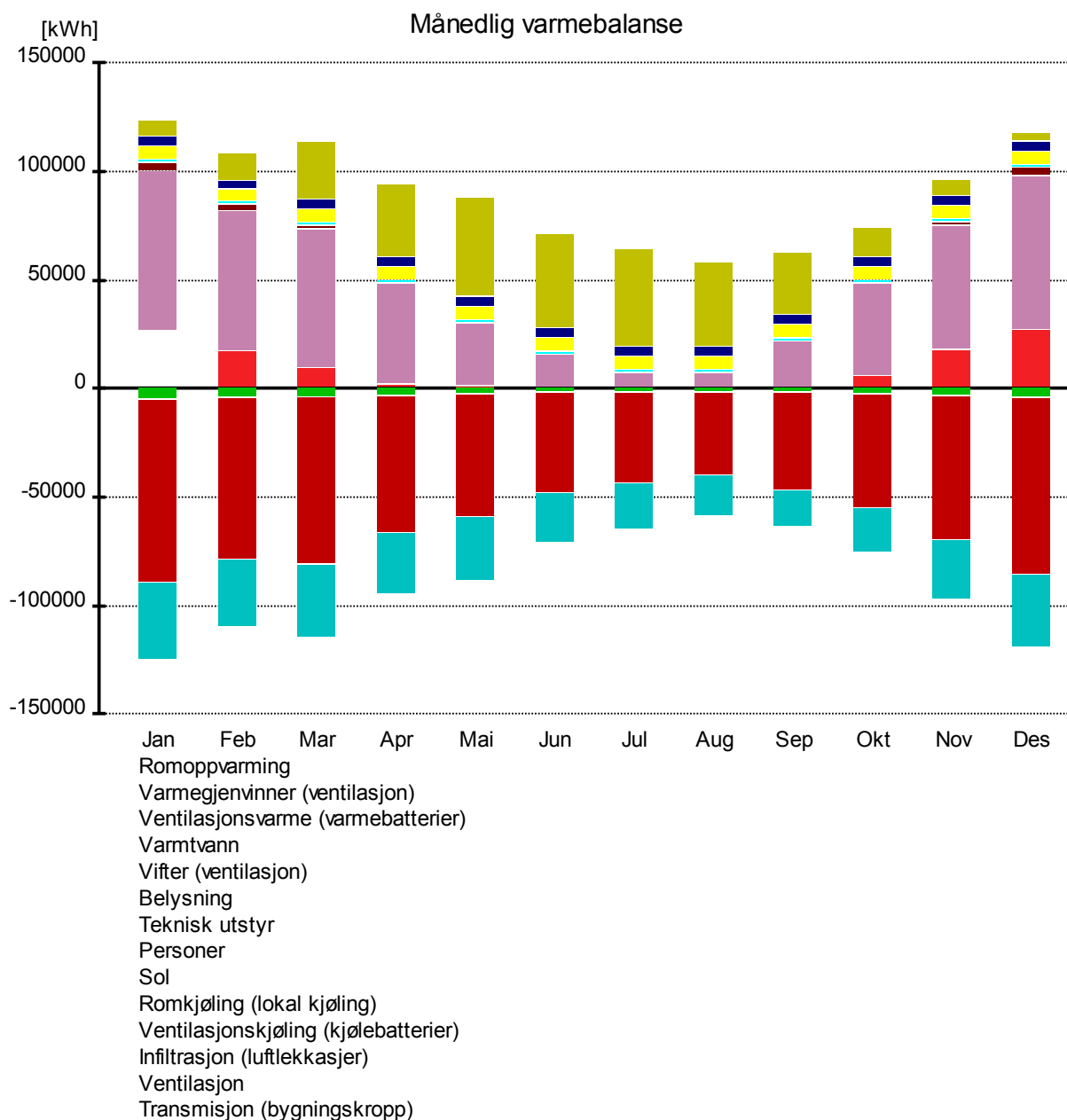
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

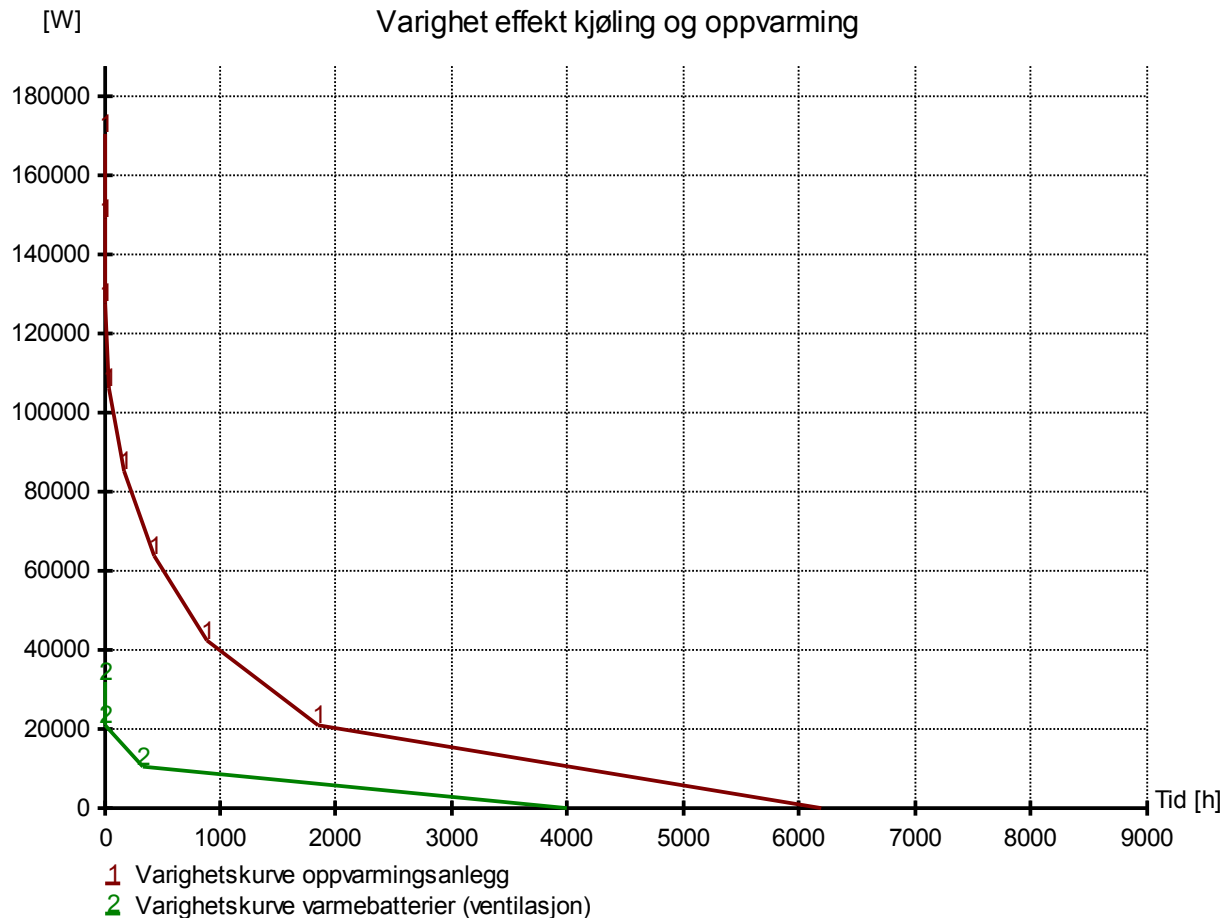


Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Måned | Månedlige temperaturdata (lufttemperatur) |           |          |                                   |  |                              |
|-------|---|-----------|----------|-----------------------------------|--|------------------------------|
|       | Midlere ute                               | Maks. ute | Min. ute | Maks. sone                        |  | Min. sone                    |
| Jan   | -1,8 °C                                   | 7,5 °C    | -17,9 °C | 30,0 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone U, etasje) |
| Feb   | -1,2 °C                                   | 9,4 °C    | -15,8 °C | 30,9 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje) |
| Mar   | 1,2 °C                                    | 12,1 °C   | -8,6 °C  | 37,0 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje) |
| Apr   | 5,8 °C                                    | 16,2 °C   | -3,6 °C  | 35,4 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje) |
| Mai   | 10,8 °C                                   | 22,1 °C   | 1,4 °C   | 39,2 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,9 °C (Korridor U, etasje) |
| Jun   | 14,5 °C                                   | 24,0 °C   | 5,5 °C   | 42,0 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,1 °C (Korridor U, etasje) |
| Jul   | 17,3 °C                                   | 26,8 °C   | 8,5 °C   | 41,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,2 °C (Korridor U, etasje) |
| Aug   | 17,4 °C                                   | 25,4 °C   | 8,4 °C   | 42,9 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,2 °C (Korridor U, etasje) |
| Sep   | 12,6 °C                                   | 22,1 °C   | 3,7 °C   | 43,9 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,0 °C (Korridor 1, Etasje) |
| Okt   | 7,2 °C                                    | 15,6 °C   | -1,6 °C  | 31,1 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje) |
| Nov   | 2,6 °C                                    | 11,5 °C   | -6,8 °C  | 29,4 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje) |
| Des   | -0,9 °C                                   | 9,1 °C    | -15,2 °C | 27,1 °C (Øst sone 2 - 8, Etasje)  |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje) |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Dekningsgrad effekt/energi oppvarming                          |                         |
|--|-------------------------|
| Effekt (dekning)   | Dekningsgrad energibruk |
| 146 kW (90 %)  | 100 %                   |
| 130 kW (80 %)  | 100 %                   |
| 114 kW (70 %)  | 99 %                    |
| 98 kW (60 %)   | 98 %                    |
| 81 kW (50 %)   | 95 %                    |
| 65 kW (40 %)   | 90 %                    |
| 49 kW (30 %)   | 82 %                    |
| 33 kW (20 %)   | 67 %                    |
| 16 kW (10 %)   | 44 %                    |
| Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert | -                       |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 3683  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 750   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 643   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1280  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 7224  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 20227 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,15  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 17,7  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 95    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,80  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 1,56  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 0,0   |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 17,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 0,0                 |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 16,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 17,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 1,8                 |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 2,26                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,36                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 0,00                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,13                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,31                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,97/1,00/0,96 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

| Inndata klima                        |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| Beskrivelse                          | Verdi                |
| Klimasted                            | Rygge                |
| Breddegrad                           | 59° 23'              |
| Lengdegrad                           | 10° 47'              |
| Tidssone                             | GMT + 1              |
| Årsmiddeltemperatur                  | 7,2 °C               |
| Midlere solstråling horisontal flate | 110 W/m <sup>2</sup> |
| Midlere vindhastighet                | 3,2 m/s              |



**SIMIEN**

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering Konsept 2  
Tid/dato simulering: 12:10 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\BlokkB\_masteroppgave\_passivhus\_Konsept2.smi  
Prosjekt: Blokk B, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

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

| Varmetapsbudsjett                       |       |
|---|-------|
| Beskrivelse                             | Verdi |
| Varmetapstall yttervegger               | 0,07  |
| Varmetapstall tak                       | 0,01  |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,01  |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører       | 0,12  |
| Varmetapstall kuldebroer                | 0,03  |
| Varmetapstall infiltrasjon              | 0,04  |
| Totalt varmetapstall                    | 0,28  |
| Krav varmetapstall                      | 0,43  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Energiytelse  |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Beskrivelse   | Verdi                   | Krav                    |
| Netto oppvarmingsbehov  | 12,6 kWh/m <sup>2</sup> | 15,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Netto kjølebehov  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Energibruk el./fossile energibærere   | 43,2 kWh/m <sup>2</sup> | 67,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler | 92,5 %                  | 60,0 %                  |

| Minstekrav enkeltkomponenter   |       |      |
|--|-------|------|
| Beskrivelse  | Verdi | Krav |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]                                     | 0,14  | 0,22 |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,13  | 0,18 |
| U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,08  | 0,18 |
| U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]                             | 0,80  | 0,80 |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]                               | 0,03  | 0,03 |
| Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]           | 85    | 80   |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:                          | 1,50  | 1,50 |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører  | 0,12  | 0,24 |
| Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time] | 0,60  | 0,60 |

| Krav til solfaktor for solutsatte fasader   |
|---|
| Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.<br>Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat. |

| Energibudsjett (NS 3700)                |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 81415 kWh   | 9,4 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 27538 kWh   | 3,2 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 257005 kWh  | 29,8 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3a Vifter                               | 86321 kWh   | 10,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 3b Pumper                               | 5272 kWh    | 0,6 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 98265 kWh   | 11,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 151186 kWh  | 17,5 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 707003 kWh  | 81,9 kWh/m <sup>2</sup> |

| Levert energi til bygningen (NS 3700) |               |                         |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                            | Levert energi | Spesifikk levert energi |
| 1a Direkte el.                        | 373066 kWh    | 43,2 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 407735 kWh    | 47,3 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh         | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt levert energi, sum 1-6         | 780801 kWh    | 90,5 kWh/m <sup>2</sup> |



Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

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

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,14  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



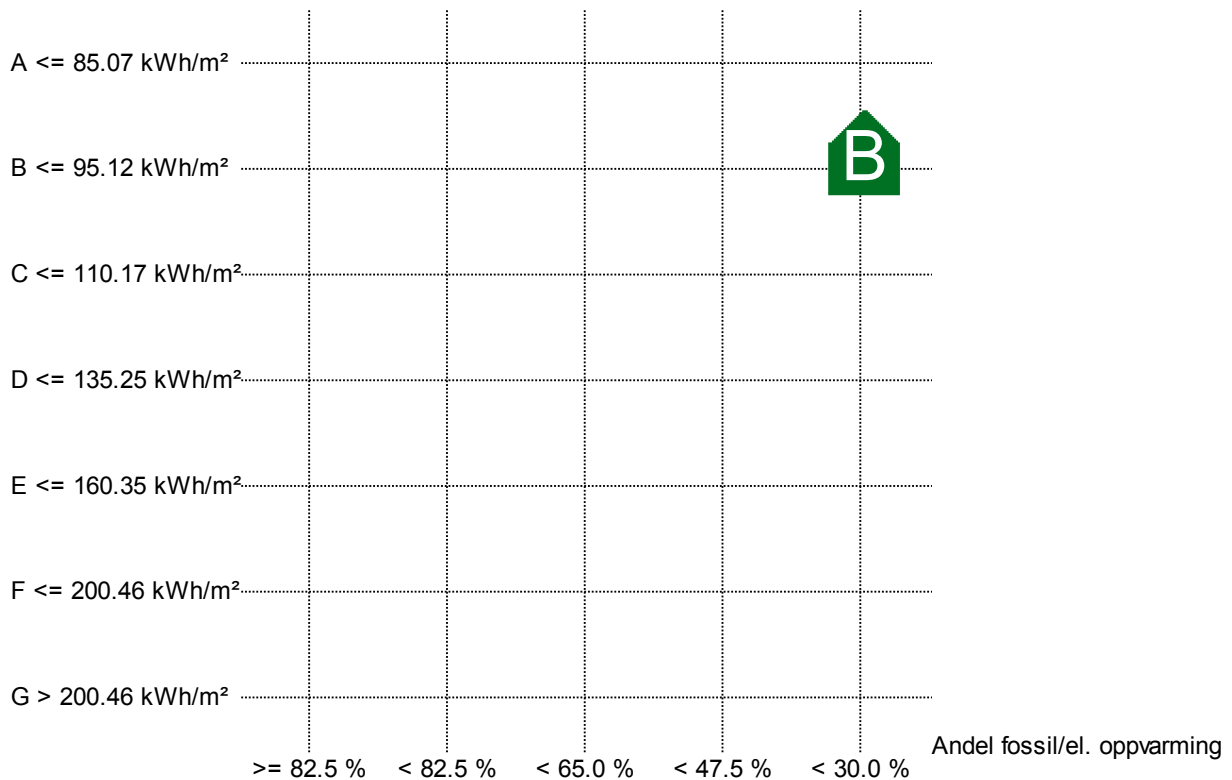
**SIMIEN**  
Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:14 20/5-2016  
Programversjon: 5.504  
Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
Firma: Undervisningslisens  
Inndatafil: C:\...\BlokkB\_masteroppgave\_passivhus\_Konsept2.smi  
Prosjekt: Blokk B, Cicignon Park, Fredrikstad  
Sone: Alle soner

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 93.97 kWh/m<sup>2</sup>

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 27.5 %

| Beregnet levert energi       |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Beskrivelse                  | Verdi                 |
| Energibruk normalisert klima | 94 kWh/m <sup>2</sup> |
| Energibruk lokalt klima      | 90 kWh/m <sup>2</sup> |

| Forventet levert energi |            |
|-------------------------|------------|
| Beskrivelse             | Verdi      |
| Elektrisitet            | 384333 kWh |
| Olje                    | 0 kWh      |
| Gass                    | 0 kWh      |
| Fjernvarme              | 426578 kWh |
| Biobrensel              | 0 kWh      |
| Annen energivare        | 0 kWh      |
| Total energibruk        | 810911 kWh |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,14  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 0,00  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 22,0  |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 16,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 24,0                |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 24,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 16,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 24,0                |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 3,00                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,80                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 3,40                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,50                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |



## SIMIEN

### Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering  
 Tid/dato simulering: 12:16 20/5-2016  
 Programversjon: 5.504  
 Simuleringsansvarlig: Chen Lu  
 Firma: Undervisningslisens  
 Inndatafil: C:\...\BlokkeB\_masteroppgave\_passivhus\_Konsept2.smi  
 Prosjekt: Blokk B, Cicignon Park, Fredrikstad  
 Sone: Alle soner

| Energibudsjett                          |             |                         |
|---|-------------|-------------------------|
| Energipost                              | Energibehov | Spesifikt energibehov   |
| 1a Romoppvarming                        | 116995 kWh  | 13,6 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)   | 19822 kWh   | 2,3 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Varmtvann (tappevann)                 | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3a Vifter                               | 64531 kWh   | 7,5 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3b Pumper                               | 6086 kWh    | 0,7 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Belysning                             | 92481 kWh   | 10,7 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Teknisk utstyr                        | 115567 kWh  | 13,4 kWh/m <sup>2</sup> |
| 6a Romkjøling                           | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh       | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6       | 415482 kWh  | 48,1 kWh/m <sup>2</sup> |

| Lvert energi til bygningen (beregnet) |              |                         |
|---------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Energivare                            | Lvert energi | Spesifikk lvert energi  |
| 1a Direkte el.                        | 301714 kWh   | 35,0 kWh/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe                     | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi                      | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                                | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                                | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme                          | 140958 kWh   | 16,3 kWh/m <sup>2</sup> |
| 5 Biobrensel                          | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde                     | 0 kWh        | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Totalt lvert energi, sum 1-6          | 442671 kWh   | 51,3 kWh/m <sup>2</sup> |

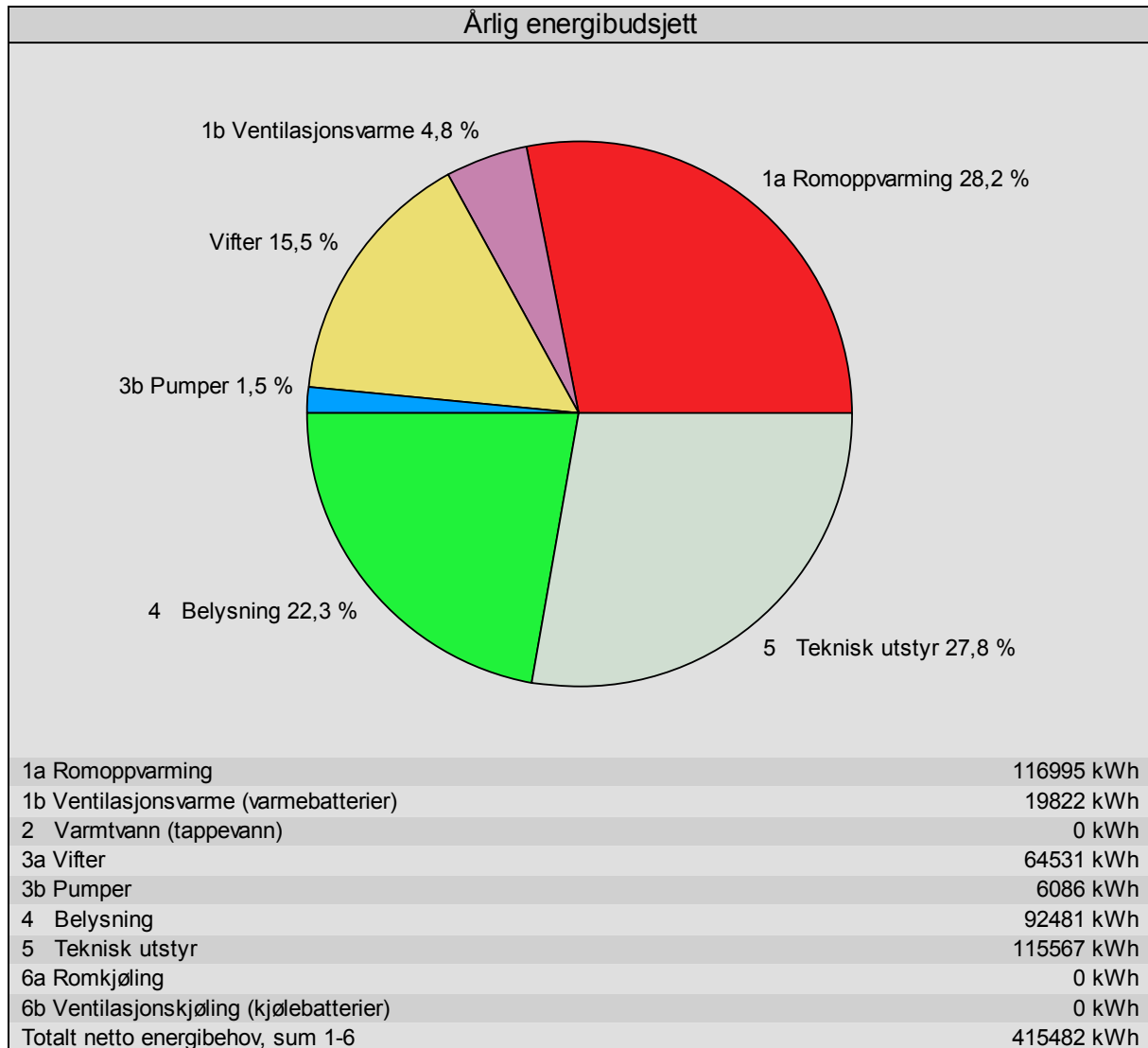
Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

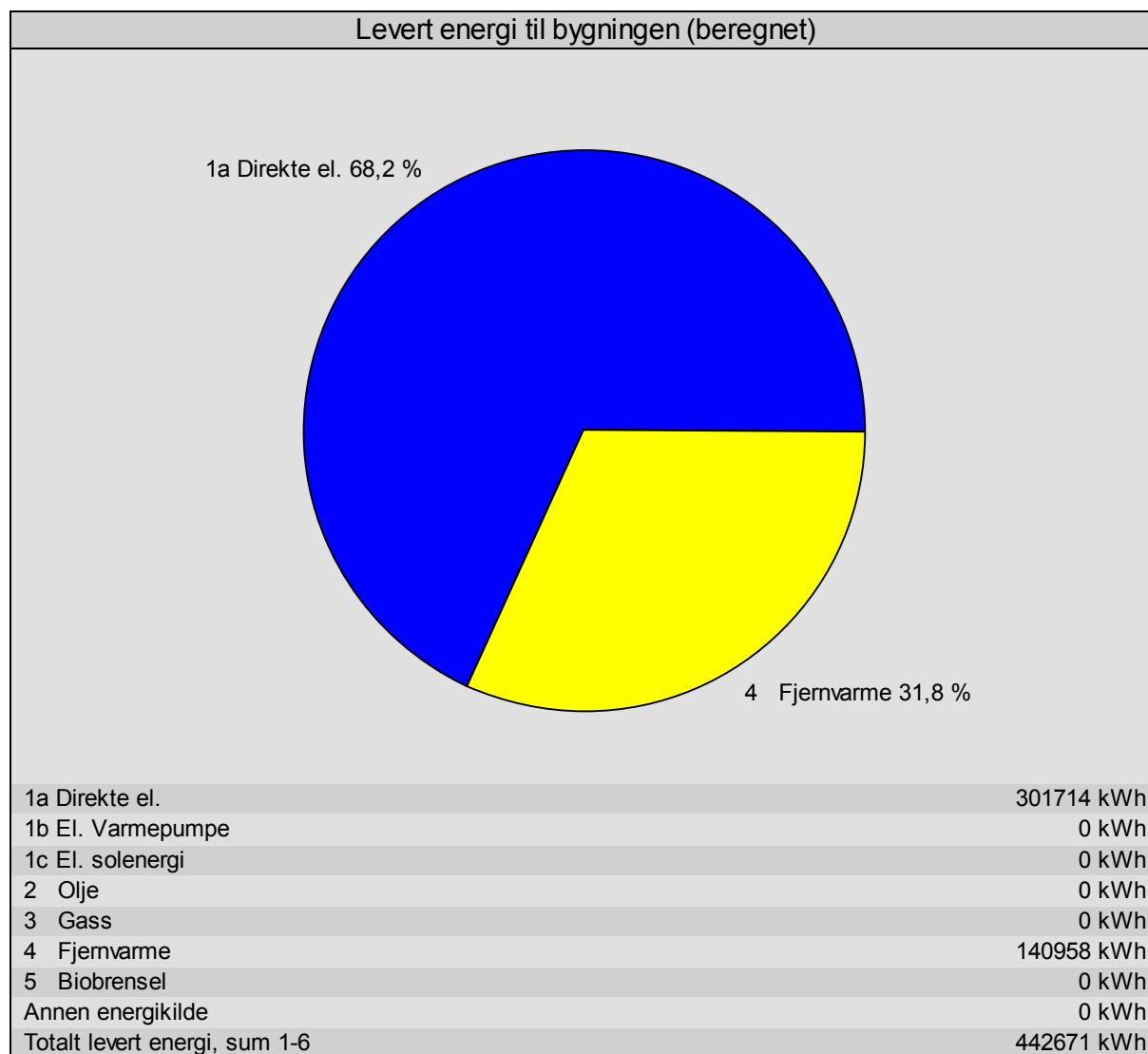
| Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder |                         |                        |                        |                        |                        |                         |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Energikilder                                      | Romoppv.                | Varmebatterier         | Varmtvann              | Kjølebatterier         | Romkjøling             | El. spesifikt           |
| El.   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 2,3 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |
| Olje  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Gass  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Fjernvarme  | 13,6 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Biobrensel  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Varmepumpe  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sol   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Annen   | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup>  |
| Sum   | 13,6 kWh/m <sup>2</sup> | 2,3 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 0,0 kWh/m <sup>2</sup> | 32,3 kWh/m <sup>2</sup> |

| Årlige utslipp av CO2   |           |                        |
|-------------------------|-----------|------------------------|
| Energivare              | Utslipp   | Spesifikt utslipp      |
| 1a Direkte el.          | 119177 kg | 13,8 kg/m <sup>2</sup> |
| 1b El. Varmepumpe       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 1c El. solenergi        | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 2 Olje                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 3 Gass                  | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| 4 Fjernvarme            | 32561 kg  | 3,8 kg/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel            | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Annen energikilde       | 0 kg      | 0,0 kg/m <sup>2</sup>  |
| Totalt utslipp, sum 1-6 | 151738 kg | 17,6 kg/m <sup>2</sup> |

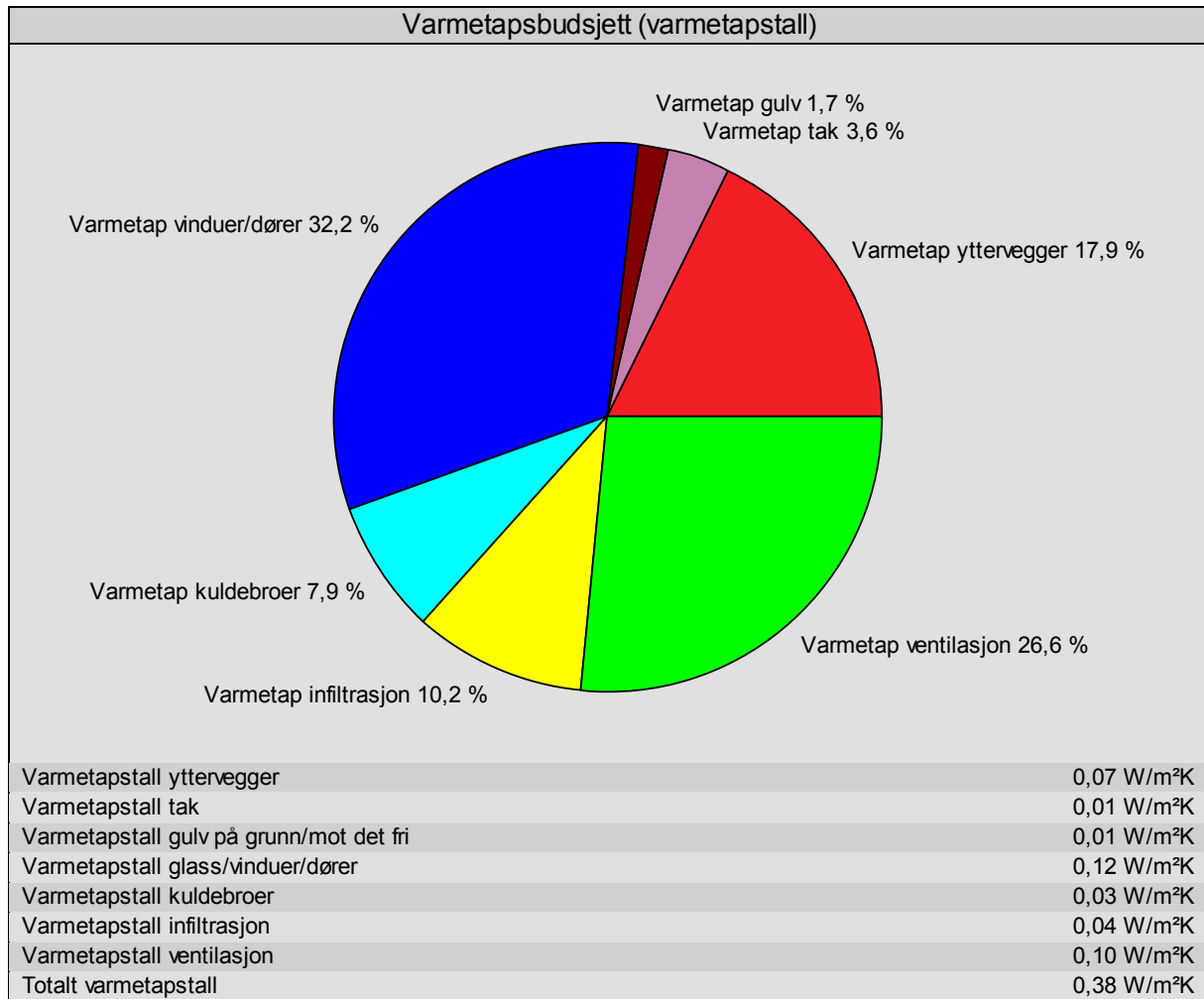
| Kostnad kjøpt energi            |               |                         |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Energivare                      | Energikostnad | Spesifikk energikostnad |
| 1a Direkte el.                  | 241371 kr     | 28,0 kr/m <sup>2</sup>  |
| 1b El. Varmepumpe               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 1c El. solenergi                | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 2 Olje                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 3 Gass                          | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| 4 Fjernvarme                    | 105718 kr     | 12,3 kr/m <sup>2</sup>  |
| 5 Biobrensel                    | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Annen energikilde               | 0 kr          | 0,0 kr/m <sup>2</sup>   |
| Årlige energikostnader, sum 1-6 | 347089 kr     | 40,2 kr/m <sup>2</sup>  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

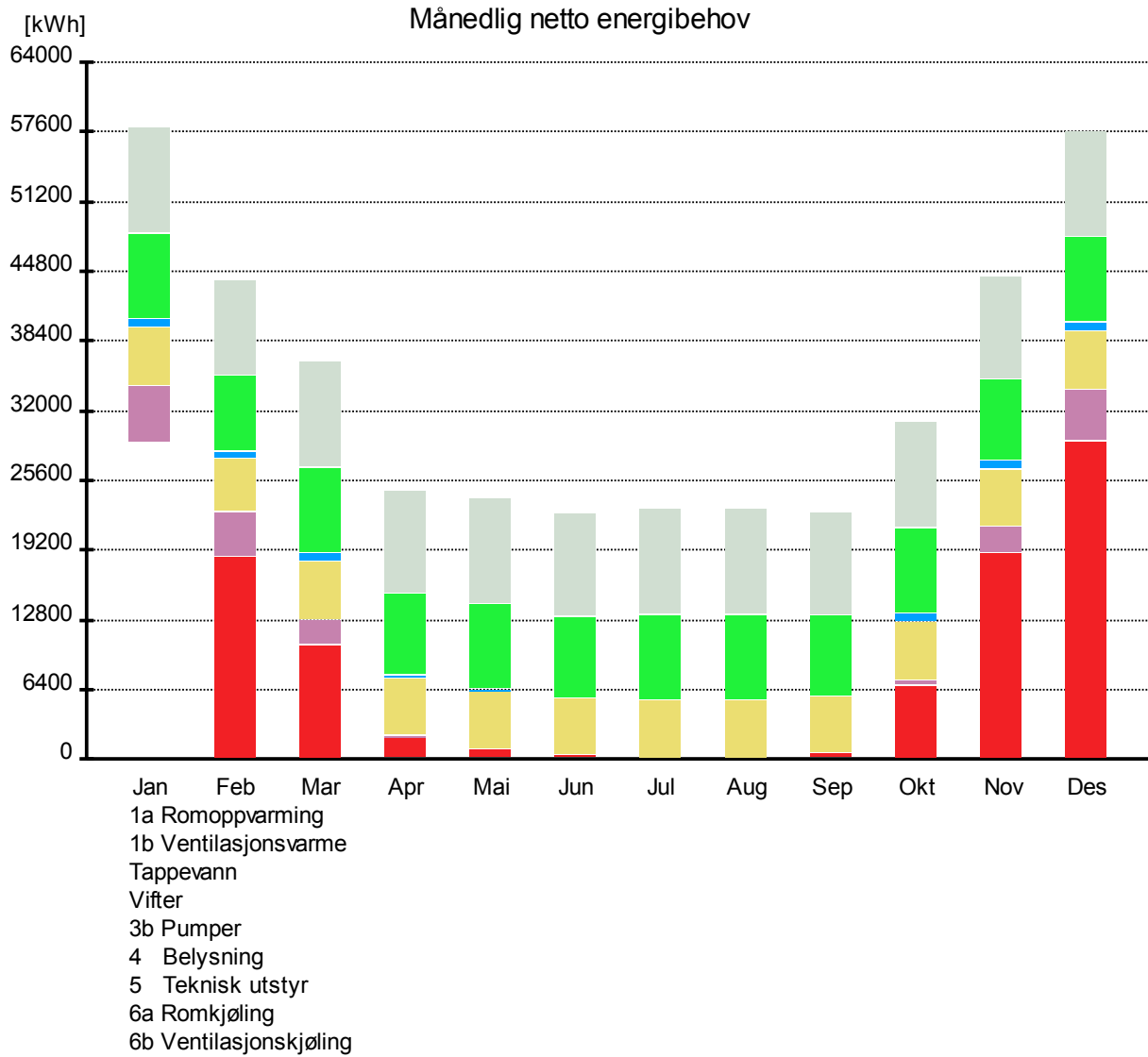




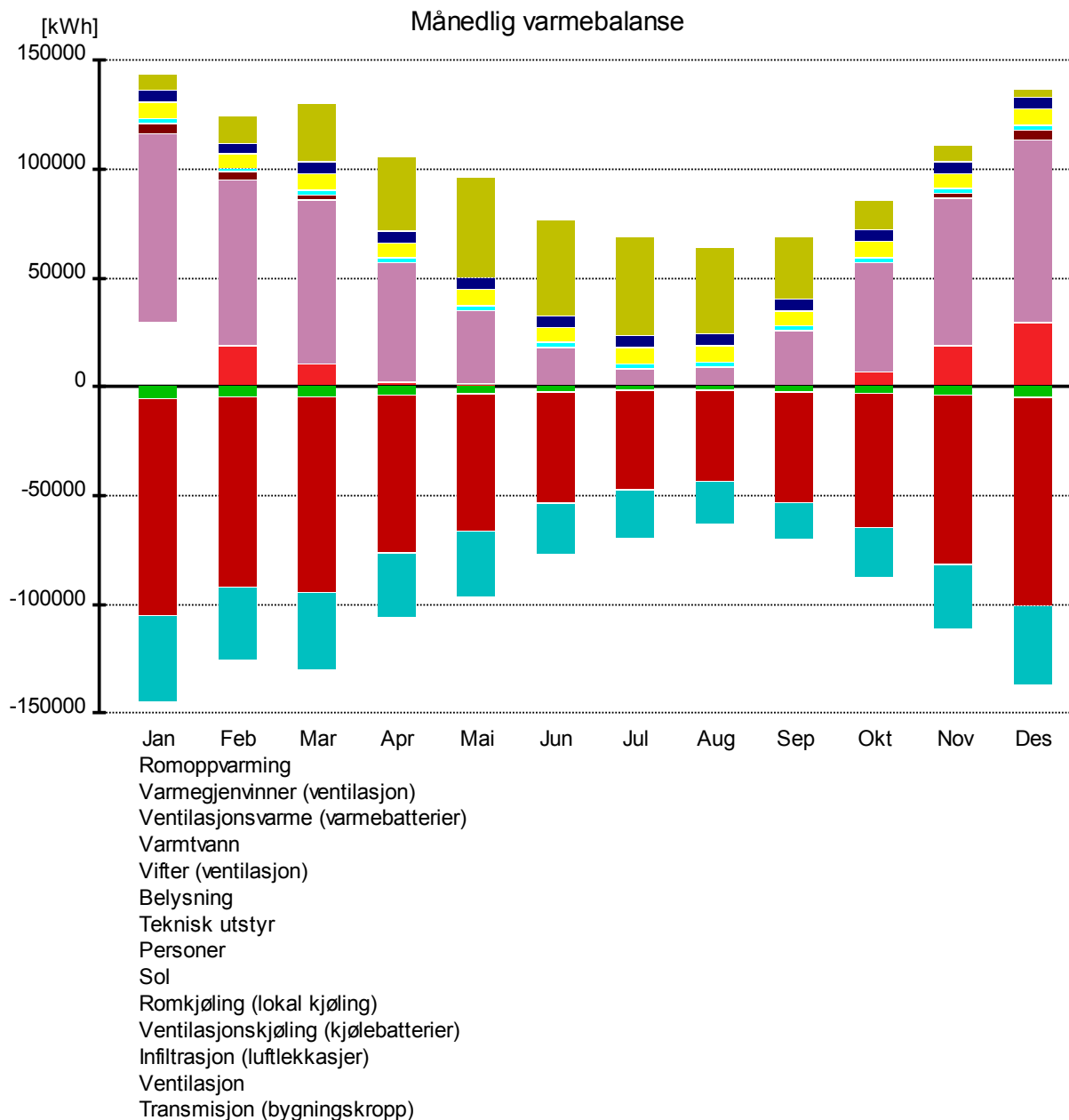




Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

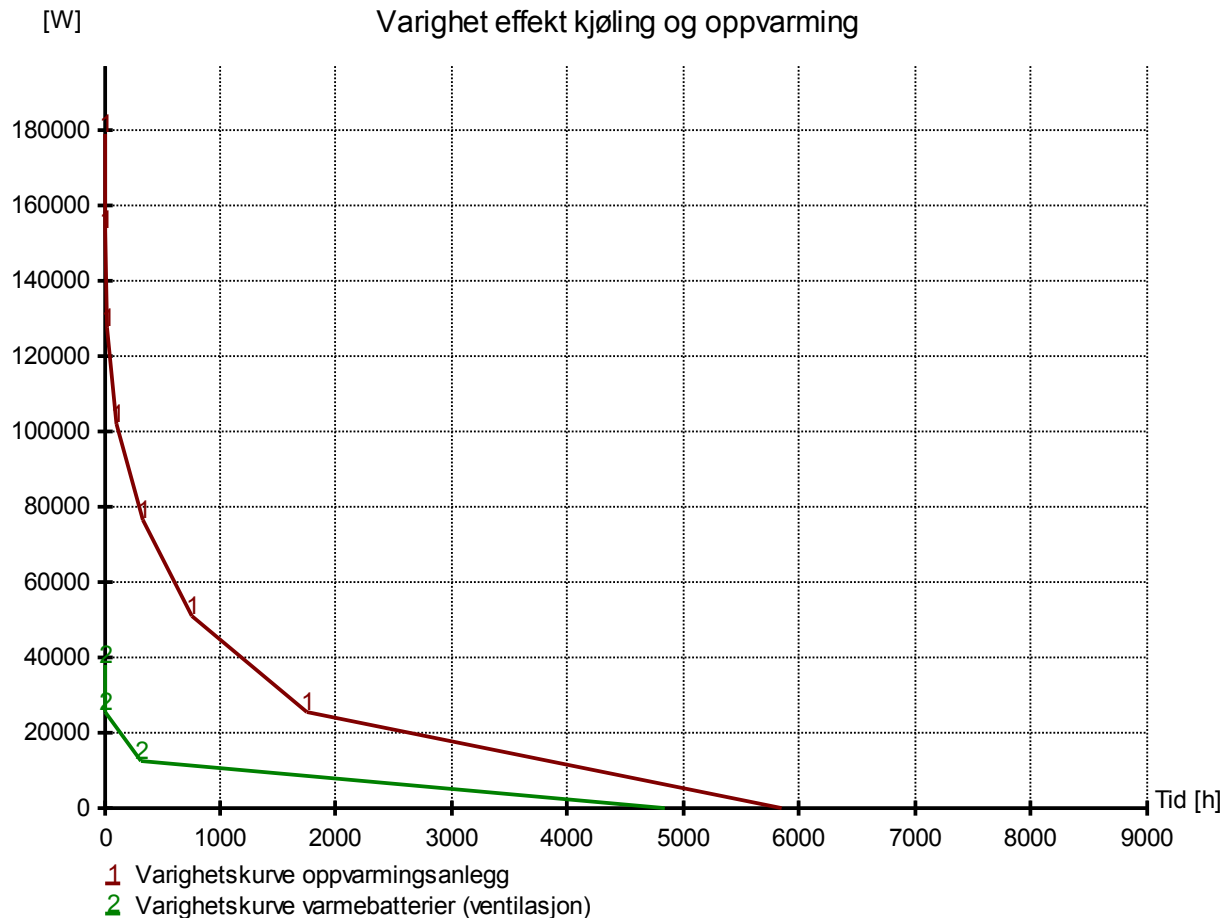


Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Måned | Månedlige temperaturdata (lufttemperatur) |           |          |                                   |  |                               |
|-------|---|-----------|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
|       | Midlere ute                               | Maks. ute | Min. ute | Maks. sone                        |  | Min. sone                     |
| Jan   | -1,8 °C                                   | 7,5 °C    | -17,9 °C | 29,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Sør sone U, etasje)  |
| Feb   | -1,2 °C                                   | 9,4 °C    | -15,8 °C | 30,4 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Nord sone 1, Etasje) |
| Mar   | 1,2 °C                                    | 12,1 °C   | -8,6 °C  | 37,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Apr   | 5,8 °C                                    | 16,2 °C   | -3,6 °C  | 35,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Mai   | 10,8 °C                                   | 22,1 °C   | 1,4 °C   | 39,4 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,9 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jun   | 14,5 °C                                   | 24,0 °C   | 5,5 °C   | 42,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,4 °C (Korridor U, etasje)  |
| Jul   | 17,3 °C                                   | 26,8 °C   | 8,5 °C   | 41,7 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,7 °C (Korridor U, etasje)  |
| Aug   | 17,4 °C                                   | 25,4 °C   | 8,4 °C   | 43,1 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,7 °C (Korridor U, etasje)  |
| Sep   | 12,6 °C                                   | 22,1 °C   | 3,7 °C   | 44,0 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 20,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Okt   | 7,2 °C                                    | 15,6 °C   | -1,6 °C  | 31,0 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Korridor 1, Etasje)  |
| Nov   | 2,6 °C                                    | 11,5 °C   | -6,8 °C  | 28,5 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Nord sone 1, Etasje) |
| Des   | -0,9 °C                                   | 9,1 °C    | -15,2 °C | 26,4 °C (Sør sone 9 - 11, Etasje) |  | 19,0 °C (Sør sone 1, Etasje)  |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad



| Dekningsgrad effekt/energi oppvarming                          |                         |
|--|-------------------------|
| Effekt (dekning)   | Dekningsgrad energibruk |
| 161 kW (90 %)  | 100 %                   |
| 143 kW (80 %)  | 100 %                   |
| 125 kW (70 %)  | 99 %                    |
| 108 kW (60 %)  | 98 %                    |
| 90 kW (50 %)   | 95 %                    |
| 72 kW (40 %)   | 90 %                    |
| 54 kW (30 %)   | 82 %                    |
| 36 kW (20 %)   | 68 %                    |
| 18 kW (10 %)   | 44 %                    |
| Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert | -                       |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Dokumentasjon av sentrale inndata (1)              |       |               |
|--|-------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi | Dokumentasjon |
| Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:               | 4235  |               |
| Areal tak [m <sup>2</sup> ]:                       | 910   |               |
| Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:                      | 683   |               |
| Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:     | 1326  |               |
| Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:      | 8629  |               |
| Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:             | 24162 |               |
| U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]           | 0,14  |               |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]                   | 0,13  |               |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]                  | 0,08  |               |
| U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K] | 0,80  |               |
| Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]      | 15,4  |               |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:    | 0,03  |               |
| Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]   | 94    |               |
| Lekkasjetall (n50) [1/h]:                          | 0,60  |               |
| Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:        | 85    |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (2)                             |       |               |
|---|-------|---------------|
| Beskrivelse   | Verdi | Dokumentasjon |
| Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:   | 85,0  |               |
| Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:               | 1,50  |               |
| Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]       | 2,74  |               |
| Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] | 1,55  |               |
| Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:                            | 0,83  |               |
| Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:     | 85    |               |
| Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]                        | 20,3  |               |
| Systemeffektfaktor kjøling:                                       | 2,50  |               |
| Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]                           | 0,0   |               |
| Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:   | 0     |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:                   | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:                      | 0,00  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,50  |               |
| Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:                    | 0,00  |               |
| Driftstid oppvarming (timer)                                      | 17,0  |               |

| Dokumentasjon av sentrale inndata (3)                      |                     |               |
|--|---------------------|---------------|
| Beskrivelse  | Verdi               | Dokumentasjon |
| Driftstid kjøling (timer)                                  | 0,0                 |               |
| Driftstid ventilasjon (timer)                              | 16,0                |               |
| Driftstid belysning (timer)                                | 17,0                |               |
| Driftstid utstyr (timer)                                   | 16,0                |               |
| Oppholdstid personer (timer)                               | 1,8                 |               |
| Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]    | 1,95                |               |
| Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 1,95                |               |
| Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]       | 2,29                |               |
| Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]     | 1,38                |               |
| Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]   | 0,00                |               |
| Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]  | 0,00                |               |
| Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ] | 1,15                |               |
| Total solfaktor for vindu og solskjerming:                 | 0,32                |               |
| Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:                        | 0,20                |               |
| Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):           | 0,99/0,95/1,00/0,93 |               |

Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard –  
Case Cicignon Park, Fredrikstad

| Inndata bygning      |              |
|----------------------|--------------|
| Beskrivelse          | Verdi        |
| Bygningskategori     | Boligblokker |
| Simuleringsansvarlig | Chen Lu      |
| Kommentar            |              |

| Inndata klima                        |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| Beskrivelse                          | Verdi                |
| Klimasted                            | Rygge                |
| Breddegrad                           | 59° 23'              |
| Lengdegrad                           | 10° 47'              |
| Tidssone                             | GMT + 1              |
| Årsmiddeltemperatur                  | 7,2 °C               |
| Midlere solstråling horisontal flate | 110 W/m <sup>2</sup> |
| Midlere vindhastighet                | 3,2 m/s              |

| Inndata energiforsyning |   |
|-------------------------|---|
| Beskrivelse             | Verdi   |
| 1a Direkte el.          | Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,86<br>Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,86<br>Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,86<br>Kjølefaktor romkjøling: 2,50<br>Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50<br>Energipris: 0,80 kr/kWh<br>CO2-utslipp: 395 g/kWh<br>Andel romoppvarming: 0,0%<br>Andel oppv, tappevann: 0,0%<br>Andel varmebatteri: 100,0 %<br>Andel kjølebatteri: 100,0 %<br>Andel romkjøling: 100,0 %<br>Andel el, spesifikt: 100,0 % |
| 4 Fjernvarme            | Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,83<br>Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,83<br>Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,83<br>Kjølefaktor romkjøling: 2,50<br>Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50<br>Energipris: 0,75 kr/kWh<br>CO2-utslipp: 231 g/kWh<br>Andel romoppvarming: 100,0%<br>Andel oppv, tappevann: 100,0%<br>Andel varmebatteri: 0,0 %<br>Andel kjølebatteri: 0,0 %<br>Andel romkjøling: 0,0 %<br>Andel el, spesifikt: 0,0 %     |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

| 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/m²K]:  | 20,00 |

## TEK-sjekk energi

Blokka\_Masteroppgave2016\_TEK\_sjekk\_MinstKrav - Excel

| Boligen oppfyller ikke kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig. |  |                 |  |  |  |   |   |
|---|--|-----------------|--|--|--|---|---|
| <b>1: GENERELT</b>  |  |                 |  |  |  |   |   |
| Beskrivelse av bygning:   | Blokk A - Cicignon Park, Fredrikstad                       |                 |  | Kunde / byggherre / referanse:         | NMBU og NG Development AS                      |   |   |
| Bygningstype:   | Boligblokker: Leilighet                                    |                 |  | Beregningen utført av firma:           | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet |   |   |
| Type beregning:   | Type kontrollberegning: NS 3700: Passivhuskriterier, bolig |                 |  | Beregningen utført av person:          | Chen Lu  |   |   |
| Tilleggsinfo:   | Antall boenheter i bygget:                                 | 70              | Byggeår:                                     | 2016                                   | Lokalt klima:                                  | Oslo  |   |
|   | Ev. matricelinfo:  | 193914902       |  |  | Vindeksponering:                               | Lundlig   Lavt trær / boligstrøk / jordbruk |   |
|   |  |                 |  |  | Jordart:                                       | Fast fjell                                  |   |
| <b>2: BYGNINGEN</b>   |  |                 |  |  |  |   |   |
| Dimensjoner   | Oppvarmet del av bruksareal, BRA                           | 7356            | m²   | BRA for bygningekomplekset er          | 7356   | m²  | Dokumentasjon / kommentar               |
|   | Oppvarmet luftvolum  | 18534           | m³   |  |  | (105 m³/bolig)                              |   |
|   | Eksposert omkrets  | 136,6           | m  |  |  |   |   |
| Bygningskropp   | Normalisert kuldebroverdi, $\psi$                          | 0,05            | W/(m²K)                                      |  |  |   | Kolebro-rapport xx, dato dd.mm.yyyy     |
|   | Lekkasjetall (lekkasjetest), $n_{50}$                      | 0,6             | Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h⁻¹)      |  | (tilsvare ca. 0,11 (m³/h)/m²)                  |   | 01.01.2016                              |
|   | Bygningens varmekapasitet                                  | 126             | Wh/(m²K)                                     |  | (tidskonstant ca. 305 timer)                   |   |   |
| Ventilasjon   | Mek. balansert Ventilasjon, luftmengde (normal)            | 1,2             | (m³/h)/m² = 8827 m³/h                        | Spesifikk vifteeffekt (normal):        | 1,5  | kW/(m³/s)                                   |   |
|   | Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)                        | som over        |  | Spesifikk vifteeffekt (natt/helg):     | som over                                       | kW/(m³/s)                                   |   |
|   | Virkningsgrad, varmegjenvinning                            | 80 %            |  | Oppgitt virkningsgrad gjelder for:     | Varmevexleren (EN 308)                         |   |   |
|   | Varmegjenvinning, frostsikring                             | -10             | °C   |  |  |   |   |
| Klimatisering   | Styring av luftfuktighetsparameter                         | 18°C            |  |  |  |   |   |
|   | Type kjøling (mekanisk eller lufting)                      | Vinduslufting   |  | Arealandel vinduer som kan åpnes:      | 40 %   |   |   |
|   | Nattsenking (utenom bruketid)                              | Ja              |  |  |  |   |   |
| Belysning   | Styring av belysning                                       | Vsdlig manuell  |  |  |  |   |   |
|   | Ønket lysstyrke  | 300             | Lux  |  |  |   |   |
| <b>3: KONSTRUKSJONSTYPER</b>  |  |                 |  |  |  |   |   |
| Konstruksjonstype   | Beskrivelse  | U-verdi W/(m²K) | Ekstra motstand +ΔF, (m²K)/W                 | Type kledning (Innrom, farge)          | Dokumentasjon / kommentar                      |   |   |
| Vegg under terreng  | Betongvegg, utvendig 200 mm trykkfaset isolering, puss     | 0,180           | -  | (+jord)                                | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?)       |   |   |
| Golv på grunn   | Betongdekke, 350 mm EPS drensplate kl.38                   | 0,114           | -  | (+jord)                                | SINTEF Byggeforsk Ucalc                        |   |   |
| Flatt tak mot friluft   | Kompakt tak, 400 mm isolasjon kl.38 (betongdekke)          | 0,130           | -  | Uventilert, mørk                       | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?)       |   |   |
| Yttervegg mot friluft   | Betongvegg, 250 mm murplate kl.34, teglforblending         | 0,180           | -  | Ventilert, midd.                       | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?)       |   |   |
| <b>4: TYPER VINDU / DØR</b>   |  |                 |  |  |  |   |   |
| Vindus-/dørtype   | U-verdi W/(m²K)  | Lysåpning F, %  | Glass lysttransmisjon / solfaktor LT % / g % | Solskjerming type                      | Solskjerming Fc,t / Fc,t                       | Vindusmyg ± [-] [-]                         | Dokumentasjon / kommentar               |
| 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list  | 0,800  | 80 %            | 72/51  | Manuell (inn)                          | 19/67  | 0.1/1;0.1/1                                 | TEK15 vindu, Innvendig hvit rullegardin |
| 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list+skjerming                              | 0,800  | 80 %            | 72/51  | Manuell (ute)                          | 07/47  | 0.1/1;0.1/1                                 | TEK15 vindu, Utvendig screen            |
| dør, 80% 3-lags glass   | 0,800  | 80 %            | 72/51  | Manuell (inn)                          | 19/67  | 0.1/2;0.1/1                                 | TEK15 dør, Innvendig hvit rullegardin   |
| <b>5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN</b>                                     |  |                 |  |  |  |   |   |
| Beskrivelse   | Himmelretning (grader fra N)                               | Bruttoareal m²  | Vindus-/dørtype                              | Vindu/dør m²                           | Horisonten grader                              | Utspring ± [-] [-]                          | Dokumentasjon / kommentar               |
| VeggN   | Yttervegg mot friluft                                      | N (0°)          | 475  | 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list       | 73,00  | 10°   | 0                                       |
| VeggN   | Vegg under terreng   | N (0°)          | 46   | -                                      | -  | -   | -                                       |
| VeggS   | Yttervegg mot friluft                                      | S (180°)        | 521  | 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list+skjer | 76,00  | 10°   | 0                                       |
| VeggØ   | Yttervegg mot friluft                                      | Ø (90°)         | 1811   | 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list+skjer | 568,00   | 10°   | 0                                       |
| VeggV   | Yttervegg mot friluft                                      | V (270°)        | 1884   | 3-lagsfarg./lav-efisol.karm/list+skjer | 516,00   | 10°   | 0                                       |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

Bygning / prosjekt: Blokk A - Cicignon Park, Fredrikstad, Kunderef: NMBU og NG Development AS  
 Type beregning: NS 3700: Passivhuskriterier, bolig, Hele bygningen (boligblokker, leilighet) er beregnet.

### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

| Energipost           | Energibehov kWh/år | Spesifikk behov kWh/(m²år) |
|----------------------|--------------------|----------------------------|
| Romoppvarming        | 104130             | 14,2                       |
| Ventilasjonsvarme    | 15288              | 2,1                        |
| Varmvann             | 219091             | 29,8                       |
| Vifter               | 32219              | 4,4                        |
| Pumper               | 504                | 0,1                        |
| Belysning            | 83770              | 11,4                       |
| Teknisk utstyr       | 128877             | 17,5                       |
| Romkjøling           | -                  | -                          |
| Ventilasjonskjøling  | -                  | -                          |
| Sum denne bygning    | 583879             | 79                         |
| Andel til oppvarming | 119417             | 16                         |
| Passivhus-krav ≤     | -                  | 15                         |

### VARMETAPSBUDSJETT

| Varmetapspost   | Netto areal m² | U-verdi [W/m²K]        |                      | Varmetap [(Wk)/m²] |
|---|----------------|------------------------|----------------------|--------------------|
|   |                | Denne bygning          | Passivhus minstekrav |                    |
| Vegger  | 3771,0         | 0,178                  | 0,18                 | 0,091              |
| Tak   | 746,0          | 0,130                  | 0,13                 | 0,013              |
| Gulv  | 746,0          | 0,094                  | 0,10                 | 0,010              |
| Vinduer & dører   | 1239,0         | 0,800                  | 0,80                 | 0,135              |
| Kuldebro  | 7356,0         | ψ=0,05                 | ψ=0,05               | 0,050              |
| Infiltrasjon  | -              | n <sub>50</sub> =0,6   | n <sub>50</sub> =0,6 | 0,035              |
| Ventilasjon   | -              | n <sub>10</sub> =79,9% | n <sub>10</sub> =80% | 0,079              |
| Bygningens varmetapstall, H* [(Wk)/m²]:                         |                |                        |                      | 0,410              |
| Hvorav andelen transmisjon og infiltrasjon, H*tr,inf [(Wk)/m²]: |                |                        |                      | 0,330              |
| Passivhus-krav ≤  |                |                        |                      | 0,430              |

### ENERGIFORSYNING (normalklima)

| Energivare                            | Leverte energi kWh/år | Spesifikk leverte kWh/(m²år) | Dekningsgrad varmebehov % |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|
| Direktvirkende el. til VP & solenergi | 315905                | 43,0                         | 20,0 %                    |
| Olje                                  | -                     | -                            | -                         |
| Gas                                   | -                     | -                            | -                         |
| Fjernvarme                            | 294788                | 40,0                         | 80,0 %                    |
| Biobrensel                            | -                     | -                            | -                         |
| Annent fornybar                       | -                     | -                            | -                         |
| Sum denne bygning                     | 610693                | 83                           | 100,0 %                   |
| Leverte fossilt & el.                 | 315905                | 100,0 %                      | -                         |
| Passivhus-krav ≤                      | 474334                | 77,7 %                       | -                         |

### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

| Energisystem | Romoppv. | Ventvarme | Varmvann | Romkjøling | Ventkjøl. | El.spesifikk | Dekningsgrad av egen last % | Systemvirkningsgrad |
|--------------|----------|-----------|----------|------------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------|
| Fjernvarme   | 83304    | 12230     | 175273   | -          | -         | -            | 80 %                        | 0,92                |
| Elektrisitet | 20826    | 3058      | 43818    | -          | -         | 245371       | 54 %                        | 0,99                |
| Totalt behov | 104130   | 15288     | 219091   | -          | -         | 245371       | -                           | -                   |

CO<sub>2</sub> utslipp cirka 26 kg/m² pr år ved normalklima.

### SAMMENDRAG

**Energi:** Krav til netto energibebehov til oppvarming (NS 3700 §4.2) er ikke oppfylt.  
 ► Boligen oppfyller derfor ikke kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.

**Inneklima:** Innetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) bare 0 timer i året, med vindusluffing.

**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=2,5%, Ø=2,6%, S=2,4%, V=2,5%, og kjerne=0%, dvs. cirka 85% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 - Totalt glassareal (inkl. karm) utgjør 13,5% av BRA.

## Klar til å utføre beregning

### 1: GENERELT

Beskrivelse av bygning: Blokk B - Cicignon Park, Fredrikstad  
 Bygningstype: Boligblokker, Leilighet  
 Type beregning: Type kontrollberegning: NS 3700: Passivhuskriterier, bolig  
 Beregningens omfang: Hele bygningen  
 Tilleggsinfo: Antall boenheter i bygget: 33 Byggeår: 2016  
 Ev. matriculnr.: 193914802 Cicignonpark 14B, 1506, FREDRIKSTAD  
 Ytre klima: Vindeksponering: Landlig / Lave trær / boligstrøk / jordbruk  
 Jordart: Fast fjell

Kunde / byggherre / referanse: NMBU og NG Development AS  
 Beregningen utført av firma: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
 Beregning utført av person: Chen Lu  
 Lokalt klima: Oslo

### 2: BYGNINGEN

| Dimensjoner   | Oppvarmet del av brukersesl, BR4 | 8808 m³        | Oppvarmet luftvolum                        | 24662 m³                                    | Eksponert omkrets              | 146,8 m       | BR4 for bygningkomplekset er          | 8808 m³                      | (89 m³/bolig)                      | Dokumentasjon / kommentar |
|---------------|----------------------------------|----------------|--|---|--------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Bygningskropp | Normalisert kuldebroverdi, ψ     | 0,05 W/(m²K)   | Lokkjestell (lokkjestest), n <sub>10</sub> | 0,6 Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h⁻¹) | Bygningens varmekapasitet      | 126 Wh/(m²K)  | (tilsvarer ca. 0,12 (m³/h)/m³)        | (tidskonstant ca. 313 timer) | Kolebro-rapport xx_dato.dd.mm.yyyy | 01.01.2016                |
|               | Ventilasjon                      | Mek. balansert | Ventilasjon, luftmengde (normal)           | 1,327212121 (m³/h)/m³ = 11690 m³/h          | Spesifikk virkeeffekt (normal) | 1,5 kWh/(m²a) | Spesifikk virkeeffekt (nett/helg)     | som over                     | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: | Varmveksleren (EN 308)    |
|               | Virkningsgrad, vsmegjensvinnig   | 80 %           | Varmegjensvarmer, frostskilring            | -10 °C                                      | Styring av tilførsstemperatur  | 18 °C         | Type kjøling (mekanisk eller lufting) | Vindusluffing                | Arealandel vinduer som kan åpnes   | 40 %                      |
| Klimatisering | Styring av belysning             | Vanlig manuell | Ønket, lystrikke                           | 300 Lux                                     |                                |               |                                       |                              |                                    |                           |

### 3: KONSTRUKSJONSTYPER

| Konstruksjonstype     | Beskrivelse   | U-verdi W/(m²K) | Ekstra motstand ±R <sub>s</sub> , (m²K)/W | Type klødding (halrom, farge) | Dokumentasjon / kommentar                |
|-----------------------|---|-----------------|---|-------------------------------|--|
| Vegg under terreng    | Betongvegg, utvendig 200 mm trykkfast isolering, puss | 0,180           | (+jord)                                   | -                             | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |
| Golv på grunnen       | Betongdekke, 250 mm XPS drensplate kl.35              | 0,123           | (+jord)                                   | -                             | SINTEF Byggforsk Ucalc                   |
| Flatt tak mot friluft | Kompakt tak, 300 mm isolasjon kl.38 (betongdekke)     | 0,130           | -   | Uventilert, mørk              | Byggedetaljer 411.013, #53               |
| Yttervegg mot friluft | Betongvegg, 200 mm murplate kl.34, teglforblending    | 0,180           | -   | Ventilert, midd.              | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |

### 4: TYPER VINDU / DØR

| Vindus-/dørtype                                | U-verdi W/(m²K) | Lysåpning F, % | Glass lystransmisjon / solfaktor LT % / g % | Solskjerming type | Solskjerming g <sub>ext</sub> /R <sub>ext</sub> | Vindusmyg ± [-, -] | Dokumentasjon / kommentar               |
|--|-----------------|----------------|---|-------------------|---|--------------------|---|
| 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist             | 0,800           | 80 %           | 72/51                                       | Manuell (inn)     | 19/67   | 0,1/1;0,1/1        | TEK15 vindu, Innvendig hvit rullegardin |
| 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist+ekskjerming | 0,800           | 80 %           | 72/51                                       | Manuell (uts)     | 07/47   | 0,1/1;0,1/1        | TEK15 vindu, Utvendig screen            |
| 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist+ekskjerming | 0,800           | 80 %           | 72/51                                       | Manuell (inn)     | 19/67   | 0,1/2;0,1/1        | TEK15 dør, Innvendig hvit rullegardin   |

### 5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN

| Beskrivelse | Konstruksjonstype     | Himmelfretning (grader fra N) | Bruttoareal m² | Vindus-/dørtype                                | Vindu/dør m² | Horisonten grader | Utspring ± [-, -] | Dokumentasjon / kommentar |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|--|--------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| VeggN       | Yttervegg mot friluft | N (0°)                        | 548            | 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist             | 79,00        | 10°               | 0                 |                           |
| VeggS       | Yttervegg mot friluft | S (180°)                      | 564            | 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist+ekskjerming | 83,00        | 10°               | 0                 |                           |
| VeggØ       | Yttervegg mot friluft | Ø (90°)                       | 1962           | 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist+ekskjerming | 585,00       | 10°               | 0                 |                           |
| VeggV       | Yttervegg mot friluft | V (270°)                      | 1962           | 3-lags/arg./flav-e/izol.karm/llist+ekskjerming | 565,00       | 10°               | 0                 |                           |
| Golv        | Golv på grunnen       | -                             | 304            | -  | -            | -                 | -                 |                           |
| Tak         | Flatt tak mot friluft | -                             | 304            | -  | -            | 10°               | 0                 |                           |
| VennØ       | Vann under terreng    | Ø (90°)                       | 134            | -  | -            | -                 | -                 |                           |



# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

| NETTO ENERGI BEHOV (normalklima) |                     |                            | VARMETAPSBUDSJETT |                |                 |                      |                    |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| Energipost                       | Energi behov kWh/år | Spesifikt behov kWh/(m²år) | Varmetapspost     | Netto areal m² | U-verdi [W/m²K] |                      | Varmetap [(W/K)m²] |
|                                  |                     |                            |                   |                | Denne bygning   | Passivhus minstekrav | Denne bygning      |
| Romoppvarming                    | 116735              | 13,3                       | Vegger            | 4034,0         | 0,178           | -                    | 0,18               |
| Ventilasjonsvarme                | 20110               | 2,3                        | Tak               | 904,0          | 0,130           | -                    | 0,13               |
| Varmtvann                        | 262337              | 29,8                       | Gulv              | 904,0          | 0,098           | -                    | 0,10               |
| Vifter                           | 42669               | 4,8                        | Vinduer & dører   | 1312,0         | 0,800           | -                    | 0,80               |
| Pumper                           | 11539               | 1,3                        | Kuldebro          | 8808,0         | $\psi=0,05$     | -                    | $\psi=0,05$        |
| Belysning                        | 100306              | 11,4                       | Infiltrasjon      | -              | $n_{50}=0,6$    | -                    | $n_{50}=0,6$       |
| Teknisk utstyr                   | 154316              | 17,5                       | Ventilasjon       | -              | $n_{50}=79,9\%$ | -                    | $n_{50}=80\%$      |
| Romkjøling                       | -                   | -                          |                   |                |                 |                      |                    |
| Ventilasjonskjøling              | -                   | -                          |                   |                |                 |                      |                    |
| Sum denne bygning:               | 708072              | 80                         |                   |                |                 |                      | 0,400              |
| Andel til oppvarming:            | 136845              | 16                         |                   |                |                 |                      | 0,310              |
| Passivhus-krav s:                | -                   | 15                         |                   |                |                 |                      | 0,430              |

Bygningens varmetapstall,  $H^*$  [(W/K)m²]: **0,400**  
 Hvorav andelen transmisjon og infiltrasjon,  $H^{*tr,inf}$  [(W/K)m²]: **0,310**, **0,430**

| ENERGIFORSYNING (normalklima) |                      |                             |                         | Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima) |          |            |           |            |            |              |                          |                     |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--|----------|------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| Energivare                    | Levert energi kWh/år | Spesifikt levert kWh/(m²år) | Dekningsgrad varmebehov | Energisystem   | Romoppv. | Vent.varme | Varmtvann | Romkjøling | Vent.kjøl. | El.spesifikt | Dekningsgrad av egenlast | Systemvirkningsgrad |
| Direktetilvirkende el.        | 408753               | 46,0                        | 24,0%                   | Fjernvarme   | 33388    | -          | 209870    | -          | -          | -            | -                        | 0,96                |
| EL til VP & solenergi         | -                    | -                           | -                       | Elektrisitet   | 23347    | 20110      | 52467     | -          | -          | 308889       | 57%                      | 0,99                |
| Olje                          | -                    | -                           | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Gas                           | -                    | -                           | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Fjernvarme                    | 314446               | 36,0                        | 76,0%                   | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Biobrensel                    | -                    | -                           | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Annen fornybar                | -                    | -                           | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Sum denne bygning:            | 723199               | 82                          | 100,0%                  | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Levert fossilt & el:          | 408753               | 100,0%                      | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |
| Passivhus-krav s:             | 576903               | 79,8%                       | -                       | -  | -        | -          | -         | -          | -          | -            | -                        | -                   |

CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved normalklima.

**SAMMENDRAG**  
**Energi:** Krav til netto energibehov til oppvarming (NS 3700 §4.2) er ikke oppfylt.  
 Boligen oppfyller derfor ikke kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.  
**Inneklima:** Innstemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II) i EN 15251:2007 §A.2) bare 0 timer i året, med vinduulfting.  
**Dagslys:** Estimert arealmiddel dagslysfaktor er N=2,3%; Ø=2,9%; S=2,3%; V=2,9%; og kjørne=0%; dvs. cirka 68% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 11,9% av BRA.  
 Prosent av daglig med brukbar dagslys inne er N=79%; Ø=61%; S=76%; V=82%; og kjørne=0%; (c.f. arealmiddel "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).

**Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.**

| Ventilasjon  | Ventilasjon, luftmengde (normal)      | 1,2 m³/h/m² = 8827 m³/h | Spesifikk vitteeffekt (normal): 1,5 kW/(m²s)              |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------|---|
|              | Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)   | som over                | Spesifikk vitteeffekt (natt/helg): som over               |
|              | Virkningsgrad, varmegjenvinning       | 85%                     | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmevexleren (EN 308) |
|              | Varmegjenvinner, frostsikring         | -10 C                   |   |
| Klimastyring | Styring av tiluftstemperatur          | 18 C                    |   |
|              | Type kjøling (mekanisk eller lufting) | Vinduslufting           | Arealandel vinduer som kan åpnes: 40%                     |
|              | Nattsenkning (utenom brukstid)        | Ja                      |   |
| Belysning    | Styring av belysning                  | Vanlig manuell          |   |
|              | Ønsket lysstyrke                      | 300 Lux                 |   |

| 3: KONSTRUKSJONSTYPER |   |  |       | U-verdi W/(m²K) | Ekstra motstand +ΔR, (m²K)/W | Type kledning (hulrom, farge)            | Dokumentasjon / kommentar |
|-----------------------|---|--|-------|-----------------|------------------------------|--|---------------------------|
| Konstruksjonstype     | Beskrivelse   |  |       |                 |                              |  |                           |
| Vegg under terreng    | Betongvegg, utvendig 200 mm trykkløst isolering, puss |  | 0,140 | (+jord)         | -                            | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |                           |
| Golv på grunnen       | Betongdekke, 350 mm EPS drensplate kl.38              |  | 0,114 | (+jord)         | -                            | SINTEF Byggforsk Ucalc                   |                           |
| Flatt tak mot friluft | Kompakt tak, 400 mm isolasjon kl.38 (betongdekke)     |  | 0,130 | -               | Uventilert, mørk             | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |                           |
| Yttervegg mot friluft | Betongvegg, 250 mm murplate kl.34, teglforblending    |  | 0,180 | -               | Ventilert, midd.             | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |                           |

| 4: TYPER VINDU / DØR  |                 |                |  |                   |                          |                      | Dokumentasjon / kommentar               |
|---|-----------------|----------------|--|-------------------|--------------------------|----------------------|---|
| Vindus-/dørtype   | U-verdi W/(m²K) | Lysåpning F, % | Glass lystransmisjon / solfaktor LT, % | Solskjerming type | Solskjerming Ra, %/Rb, % | Vindussmyg ↑ [→ [←]] | Dokumentasjon / kommentar               |
| 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist                                 | 0,800           | 80%            | 72/51                                  | Manuell (inne)    | 13/67                    | 0,1/1,0, 1/1         | TEK15 vindu, Innvendig hvit rullegardin |
| 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist+skjerming dør, 80% 3-lags glass | 0,800           | 80%            | 72/51                                  | Manuell (ute)     | 07/47                    | 0,1/1,0, 1/1         | TEK15 vindu, Utvendig screen            |
|   |                 |                |  | Manuell (inne)    | 13/67                    | 0,1/2,0, 1/1         | TEK15 dør, Innvendig hvit rullegardin   |

| 5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN |                       |                               |                |                                      |              |                   | Dokumentasjon / kommentar |                           |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Beskrivelse                  | Konstruksjonstype     | Himmelretning (grader fra N.) | Bruttoareal m² | Vindus-/dørtype                      | Vindu/dør m² | Horisonten grader | Utspring ↑ [→ [←]]        | Dokumentasjon / kommentar |
| VeggN                        | Yttervegg mot friluft | N(0)                          | 475            | 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist      | 79,00        | 10                | 0                         |                           |
| VeggN                        | Vegg under terreng    | N(0)                          | 46             | -                                    | -            | -                 | -                         |                           |
| VeggS                        | Yttervegg mot friluft | S(180)                        | 521            | 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist+skje | 76,00        | 10                | 0                         |                           |
| VeggØ                        | Yttervegg mot friluft | Ø(90)                         | 1811           | 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist+skje | 568,00       | 10                | 0                         |                           |
| VeggV                        | Yttervegg mot friluft | V(270)                        | 1884           | 3-lags/arg./lav-efisol.karm/ist+skje | 516,00       | 10                | 0                         |                           |
| Golv                         | Golv på grunnen       | -                             | 746            | -                                    | -            | -                 | -                         |                           |
| Tak                          | Flatt tak mot friluft | -                             | 746            | -                                    | -            | 10                | 0                         |                           |
| VeggØ                        | Vegg under terreng    | Ø(90)                         | 173            | -                                    | -            | -                 | -                         |                           |
| VeggV                        | Vegg under terreng    | V(270)                        | 100            | -                                    | -            | -                 | -                         |                           |

| 6: ENERGIFORSYNING |   |  |  | Andel last dekket | Dokumentasjon / kommentar  |
|--------------------|---|--|--|-------------------|--|
| Energivare         | Systemtype (se energiforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)                                   |  |  |                   |  |
| Fjernvarme         | Fjernvarme, Varmeavgivelse fra radiatorer, varmebatteri i sentral ventilasjonsaggregat, og tappevann          |  |  | 80%               | NS 3031 Tillegg B (η <sub>pv</sub> =0,81 η <sub>vbat</sub> =0,92 η <sub>v</sub> =0,98. Med |
| Elektrisitet       | Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm) |  |  | rest              | SINTEF Byggforsk   |

# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

| NETTO ENERGIBEHOV (normalklima) |                    |                             | VARMETAPSBUDSJETT |                |                 |                      |  |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|--|
| Energipost                      | Energibehov kWh/år | Spesifikt behov kWh/(m²·år) | Varmetapspost     | Netto areal m² | U-verdi [W/m²K] |                      | Varmetap [(W/K)m²]   |
|                                 |                    |                             |                   |                | Denne bygning   | Passivhus minstekrav | Denne bygning  |
| Romoppvarming                   | 103556             | 14,1                        | Vegger            | 3771,0         | 0,175           | -                    | 0,18   |
| Ventilasjonsvarme               | 5309               | 0,7                         | Tak               | 746,0          | 0,130           | -                    | 0,13   |
| Varmtvann                       | 219091             | 29,8                        | Gulv              | 746,0          | 0,034           | -                    | 0,10   |
| Vifter                          | 32219              | 4,4                         | Vinduer & dører   | 1239,0         | 0,800           | -                    | 0,80   |
| Pumper                          | 502                | 0,1                         | Kuldebro          | 7356,0         | $\psi^*=0,05$   | -                    | $\psi^*=0,05$  |
| Belysning                       | 83770              | 11,4                        | Infiltrasjon      | -              | $n_{50}=0,6$    | -                    | $n_{50}=0,6$   |
| Teknisk utstyr                  | 128677             | 17,5                        | Ventilasjon       | -              | $n_{50}=84,8\%$ | -                    | $n_{50}=80\%$  |
| Romkjøling                      | -                  | -                           |                   |                |                 |                      |  |
| Ventilasjonskjøling             | -                  | -                           |                   |                |                 |                      |  |
| Sum denne bygning:              | 573324             | 78                          |                   |                |                 |                      | Bygningens varmetapstall, $H^*$ [(W/K)m²]: 0,390                                 |
| Andel til oppvarming:           | 108865             | 15                          |                   |                |                 |                      | Horvør andelen transmisjon og infiltrasjon, $H^{*tr,inf}$ [(W/K)m²]: 0,330 0,430 |
| Passivhus-krav:                 | -                  | 15                          |                   |                |                 |                      |  |

| ENERGIFORSYNING (normalklima) |                      |                              |                         | Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima) |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--|----------|-------------|-----------|------------|-------------|---------------|---------------------------|---------------------|
| Energivare                    | Levert energi kWh/år | Spesifikk levert kWh/(m²·år) | Dekningsgrad varmebehov | Energisystem   | Romoppv. | Vent. varme | Varmtvann | Romkjøling | Vent. kjøl. | El. spesifikk | Dekningsgrad av egen last | Systemvirkningsgrad |
| Direktevirkende el.           | 313693               | 43,0                         | 20,0%                   | Fjernvarme   | 82845    | 4247        | 175273    | -          | -           | -             | 80%                       | 0,92                |
| El. til VP & solenergi        | -                    | -                            | -                       | Elektrisitet   | 20711    | 1062        | 43818     | -          | -           | 245368        | 54%                       | 0,99                |
| Olje                          | -                    | -                            | -                       |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Gas                           | -                    | -                            | -                       |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Fjernvarme                    | 285557               | 39,0                         | 80,0%                   |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Biobrensel                    | -                    | -                            | -                       |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Annen fornybar                | -                    | -                            | -                       |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Sum denne bygning:            | 593255               | 81                           | 100,0%                  |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Levert fossilt & el:          | 313693               | 100,0%                       |                         |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |
| Passivhus-krav:               | 463779               | 77,4%                        |                         |  |          |             |           |            |             |               |                           |                     |

CO<sub>2</sub> utslipp cirka 26 kg/m² pr år ved normalklima.

**SAMMENDRAG**

**Energi:** ► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700. Passivhuskriterier, bolig.  
**Inneklima:** Innetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) bare 0 timer i året, med vindustlutning.  
**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=2,5%; D=2,6%; S=2,4%; V=2,5%; og kjerner=0%; dvs. cirka 85% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 - Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 13,5% av BRA.  
 - Prosent av daglig med brukbar dagslys inne er N=80%; D=80%; S=76%; V=80%; og kjerner=0%; (c.f. arealmidlet "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).

BlokkB\_Masteroppgave2016\_TEK\_sjekk\_Konsept2 - Excel

### Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig.

|                      |  |                                     |   |
|----------------------|--|-------------------------------------|---|
| <b>Dimensjoner</b>   | Oppvarmet luftvolum                    | 24662 m³                            | (69 m³/bolig)   |
|                      | Etasponert omleis                      | 145,8 m                             |   |
| <b>Bygningskropp</b> | Normalisert leiddobroverdi, $\psi^*$   | 0,05 W/(m²K)                        |   |
|                      | Lekkasjetal (lekkasjetet), $\rho_{s1}$ | 0,6                                 |   |
|                      | Bygningens varmlastkapasitet           | 126 kWh/(m²K)                       | (tilsvarende ca. 0,12 (m³/h)/m²) (tidskonstant ca. 332 timer) |
| <b>Ventilasjon</b>   | Ventilasjonsprinsipp                   | Mek. balansert                      |   |
|                      | Ventilasjon, luftmengde (normal)       | 1,321212121 (m³/h)/m² = 11630 m³/h. | Spesifikk vifteeffekt (normal): 1,5 kW/(m³/s)                 |
|                      | Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)    | som over                            | Spesifikk vifteeffekt (natt/helg): som over kW/(m³/s)         |
|                      | Virkningsgrad, varmegjenvinning        | 85%                                 | Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmevexleren (EN 308)     |
|                      | Varmegjenvinner, frostsikring          | -10 °C                              |   |
| <b>Klimatisering</b> | Styring av tilluftstemperatur          | 18 °C                               |   |
|                      | Type kjøling (mekanisk eller lufting)  | Vindustlufting                      | Arealsandel vinduer som kan åpnes: 40%                        |
|                      | Nattsenkning (utenom brukstid)         | Ja                                  |   |
| <b>Belysning</b>     | Styring av belysning                   | Vanlig manuell                      |   |
|                      | Ønsket lysstyrke                       | 300 Lux                             |   |

| 3: KONSTRUKSJONSTYPER | Beskrivelse           | U-verdi W/(m²K) | Ekstra motstand $\Delta R_s$ (m²K)/W | Type kledning    | Dokumentasjon / kommentar                |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|------------------|--|
| Konstruksjonstype     |                       |                 |                                      |                  |  |
|                       | Vegg under terreng    | 0,140           | (+jord)                              | (balkrom, farge) | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |
|                       | Golv på grunn         | 0,123           | (+jord)                              |                  | SINTEF Byggforsk Ucale                   |
|                       | Flatt tak mot friluft | 0,130           | -                                    | Uventilert, mørk | Byggetal for 471.013, #53                |
|                       | Yttervegg mot friluft | 0,180           | -                                    | Ventilert, midd. | (U-verdien endret. Rediger beskrivelse?) |

| 4: TYPER VINDU / DØR                          | U-verdi W/(m²K) | Lysåpning $f_v$ , % | Glass lysstransmisjon / solfaktor $g_{T,gl}$ , % | Solskjerming type | Solskjerming $g_{s,gl}$ , % | Vinduszyg $\tau_{v,gl}$ , [-] | Dokumentasjon / kommentar               |
|---|-----------------|---------------------|--|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist           | 0,800           | 80%                 | 12/51  | Manuell (line)    | 19/67                       | 0,11/0,11                     | TEK15 vindu, Innvendig hvit rullegardin |
| 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist+skjerming | 0,800           | 80%                 | 12/51  | Manuell (ute)     | 07/47                       | 0,11/0,11                     | TEK15 vindu, Utvendig persenn           |
| dør, 80% 3-lags glass                         | 0,800           | 80%                 | 12/51  | Manuell (line)    | 19/67                       | 0,11/0,11                     | TEK15 dør, Innvendig hvit rullegardin   |

| 5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN | Himmeldretning (grader fra N.) | Bruttoareal m² | Vindus-ID type | Vinduvidde m                              | Horisonten grader | Utspring [-] | Dokumentasjon / kommentar |
|------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|---|-------------------|--------------|---------------------------|
| VeggN                        | Yttervegg mot friluft          | N (0°)         | 548            | 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist       | 79,00             | 10°          | 0                         |
| VeggN                        | Vegg under terreng             | N (0°)         | 56             | -   | -                 | -            | -                         |
| VeggS                        | Yttervegg mot friluft          | S (180°)       | 564            | 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist+skjer | 83,00             | 10°          | 0                         |
| VeggØ                        | Yttervegg mot friluft          | Ø (90°)        | 1952           | 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist+skjer | 585,00            | 10°          | 0                         |
| VeggV                        | Yttervegg mot friluft          | V (270°)       | 1952           | 3-lags farg./lsv.-efisol.karm/llist+skjer | 565,00            | 10°          | 0                         |
| Golv                         | Golv på grunn                  | -              | 304            | -   | -                 | -            | -                         |
| Tak                          | Flatt tak mot friluft          | -              | 304            | -   | 10°               | 0            | -                         |
| VeggØ                        | Vegg under terreng             | Ø (90°)        | 134            | -   | -                 | -            | -                         |
| VeggV                        | Vegg under terreng             | V (270°)       | 134            | -   | -                 | -            | -                         |
| VeggS                        | Vegg under terreng             | S (180°)       | 46             | -   | -                 | -            | -                         |

| 6: ENERGIFORSYNING | Energivare   | Systemtype (anvendelse av energi i listen, topplast-forsyning nederst)                                       | Andel last dekket | Dokumentasjon / kommentar  |
|--------------------|--------------|--|-------------------|--|
|                    | Fjernvarme   | Fjernvarme, Vannbåren golvvarme, og tappevann, bolig   | 80%               | NS 3031 Tillegg B ( $\eta_{pv}=0,91$ ; $\eta_{pv}=0,99$ . Med pumpe) |
|                    | Elektrisitet | Helelektrisk bygning (termostatterte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm) | rest              | NS 3031 Tillegg B  |

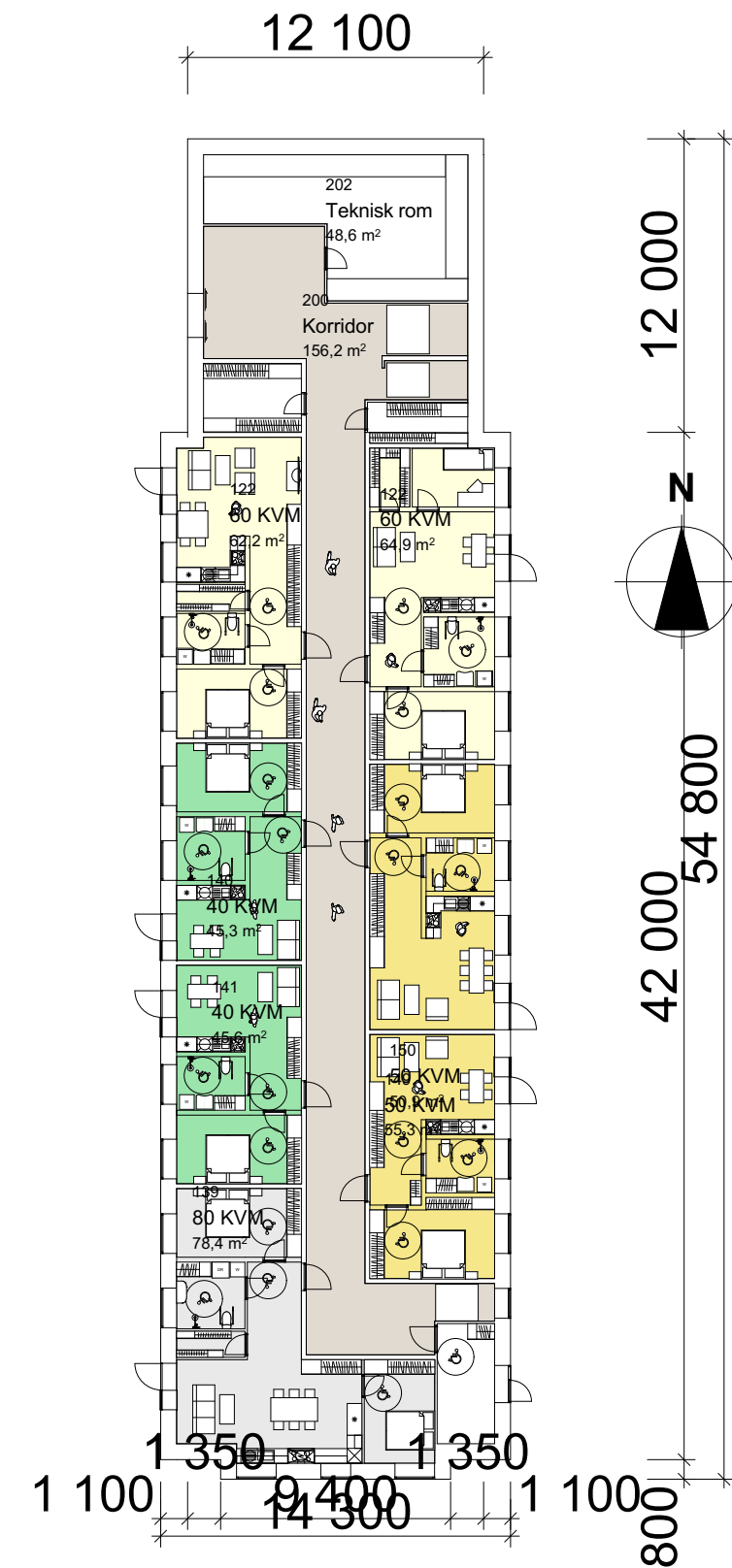
# Masteroppgave 2016 - Ombygging av sykehus bygninger til bolig og passivhus standard – Case Cicignon Park, Fredrikstad

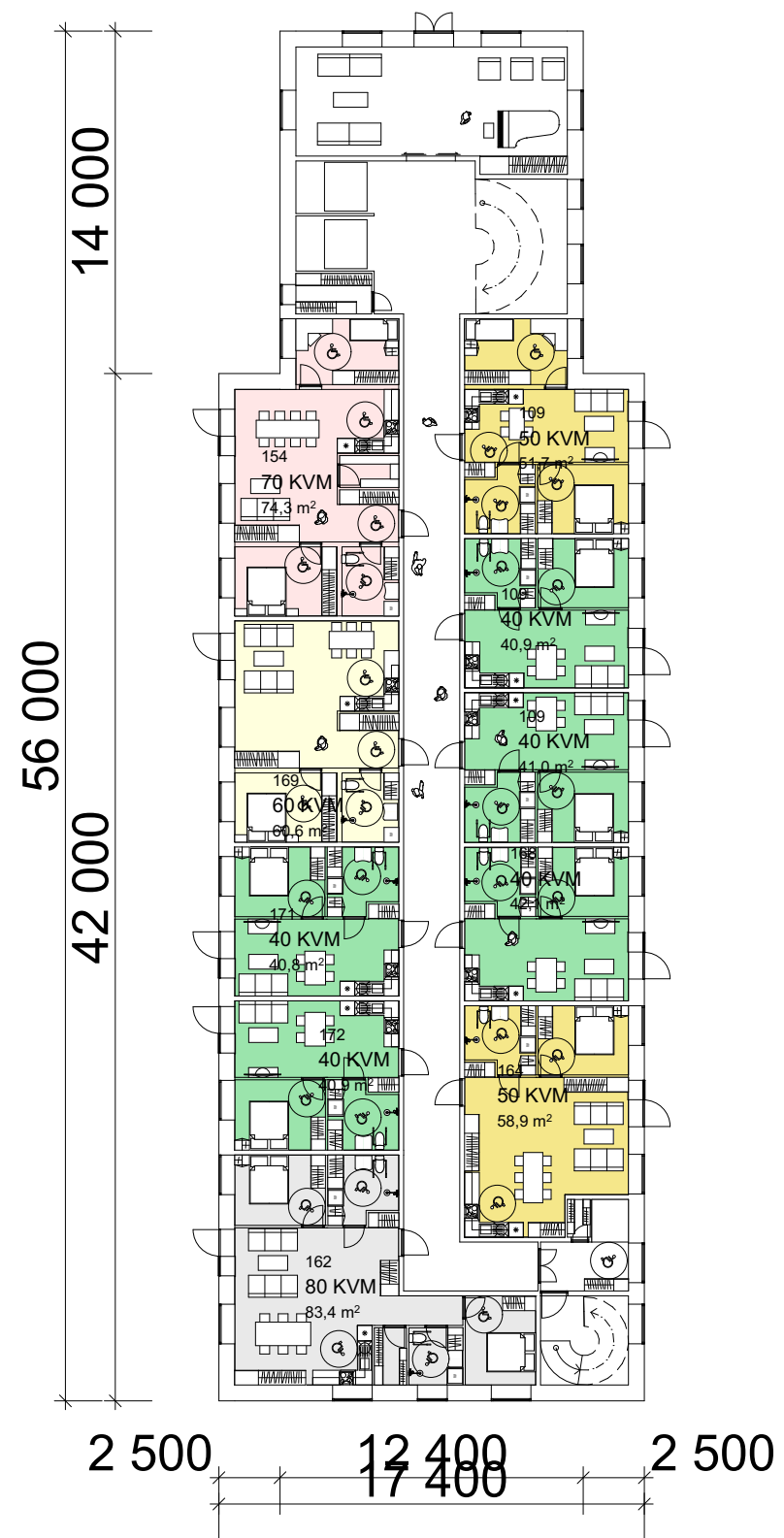
| NETTO ENERGI BEHOV (normalklima)  |                      |   | VARMETAPSBUDSJETT   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
|---|----------------------|---|---|--|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|--------------|-----|------|
| Energipost  | Energi behov kWh/år  | Spesifikt behov kWh/(m <sup>2</sup> ·år)  | Varmetapspost   | Netto areal m <sup>2</sup>   | U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]         |                      | Varmetap [W/K]       | Passivhus varmetapsramme  |                     |              |     |      |
|   |                      |   |   |  | Denne bygning                        | Passivhus minstekrav | Denne bygning        |                           |                     |              |     |      |
| Romoppvarming   | 115323               | 13,2                                      | Vegger  | 4094,0   | 0,175                                | -                    | 0,18                 | 0,081                     |                     |              |     |      |
| Ventilasjonsvarme   | 6874                 | 0,8                                       | Tak   | 904,0  | 0,130                                | -                    | 0,13                 | 0,013                     |                     |              |     |      |
| Varmtvann   | 262337               | 29,8                                      | Gulv  | 904,0  | 0,098                                | -                    | 0,10                 | 0,010                     |                     |              |     |      |
| Vifter  | 42669                | 4,8                                       | Vinduer & dører   | 1312,0   | 0,800                                | -                    | 0,80                 | 0,119                     |                     |              |     |      |
| Pumper  | 11564                | 1,3                                       | Kuldebro  | 8808,0   | ψ=0,05                               | -                    | ψ=0,05               | 0,050                     |                     |              |     |      |
| Belysning   | 100306               | 11,4                                      | Infiltrasjon  | -  | n <sub>50</sub> =0,6                 | -                    | n <sub>50</sub> =0,6 | 0,039                     |                     |              |     |      |
| Teknisk utstyr  | 154316               | 17,5                                      | Ventilasjon   | -  | n <sub>10</sub> =84,8%               | -                    | n <sub>10</sub> =80% | 0,067                     |                     |              |     |      |
| Romkjøling  | -                    | -   |   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| Ventilasjonskjøling   | -                    | -   |   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| Sum denne bygning:  | 633396               | 79  |   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| <b>Andel til oppvarming:</b>  | <b>122803</b>        | <b>14</b>                                 |   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| <b>Passivhus-krav s</b>   | <b>-</b>             | <b>15</b>                                 |   |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
|   |                      |   | Bygningens varmetapstall, #* [(W/K)/m <sup>2</sup> ]: <b>0,380</b>  |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
|   |                      |   | Hvorav andelen transmisjon og infiltrasjon, H <sup>tr</sup> , inf [(W/K)/m <sup>2</sup> ]: <b>0,310 0,430</b> |  |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| ENERGIFORSYNING (normalklima)   |                      |   |   | Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)   |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |
| Energivare  | Levert energi kWh/år | Spesifikk levert kWh/(m <sup>2</sup> ·år) | Dekningsgrad varmebehov   | Energisystem   | Dekning av netto energibehov, kWh/år |                      |                      | Dekningsgrad av egen last | Systemvirkningsgrad |              |     |      |
|   |                      |   |   |  | Romoppv.                             | Vent. varme          | Varmtvann            | Romkjøling                | Vent. kjøl.         | El spesifikt |     |      |
| Direktevirkende el.   | 394756               | 45,0                                      | 21,4%   | Fjernvarme   | 92743                                | -                    | 209870               | -                         | -                   | -            | 80% | 0,96 |
| El. til VP & solenergi  | -                    | -   | -   | Elektrisitet   | 23186                                | 6874                 | 52467                | -                         | -                   | 308855       | 56% | 0,99 |
| Olje  | -                    | -   | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| Gas   | -                    | -   | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| Fjernvarme  | 313739               | 36,0                                      | 78,6%   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| Biobrensel  | -                    | -   | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| Annene fornybar   | -                    | -   | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| Sum denne bygning:  | 708494               | 80  | 100,0%  | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| <b>Levert fossilt &amp; el:</b>   | <b>394756</b>        | <b>100,0%</b>                             | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| <b>Passivhus-krav s</b>   | <b>562827</b>        | <b>79,4%</b>                              | -   | -  | -                                    | -                    | -                    | -                         | -                   | -            | -   | -    |
| CO <sub>2</sub> utslipp cirka 26 kg/m <sup>2</sup> pr år ved normalklima. |                      |   |   | Total behov:   | 115323                               | 6874                 | 262337               | -                         | -                   | 308855       |     |      |
| <b>SAMMENDRAG</b>   |                      |   |   | <p><b>Energi:</b> ► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700, Passivhuskriterier, bolig.</p> <p><b>Inneklima:</b> Innetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori III EN 15251:2007 §A.2) bare 0 timer i året, med vinduslufning.</p> <p><b>Dagslys:</b> Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=2,3%; Q=2,3%; S=2,3%; V=2,3%; og kjerne=0%; dvs. cirka 68% av BPA har en dagslysfaktor på minst 2%.<br/>                     - Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 11,9% av BPA.<br/>                     Prosent av dagtid med brukbar dagslys inne er N=79%; Q=61%; S=76%; V=82%; og kjerne=0%; (c.f. arealmidlet "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).</p> |                                      |                      |                      |                           |                     |              |     |      |



1 : 300

underetasje blokk A og B

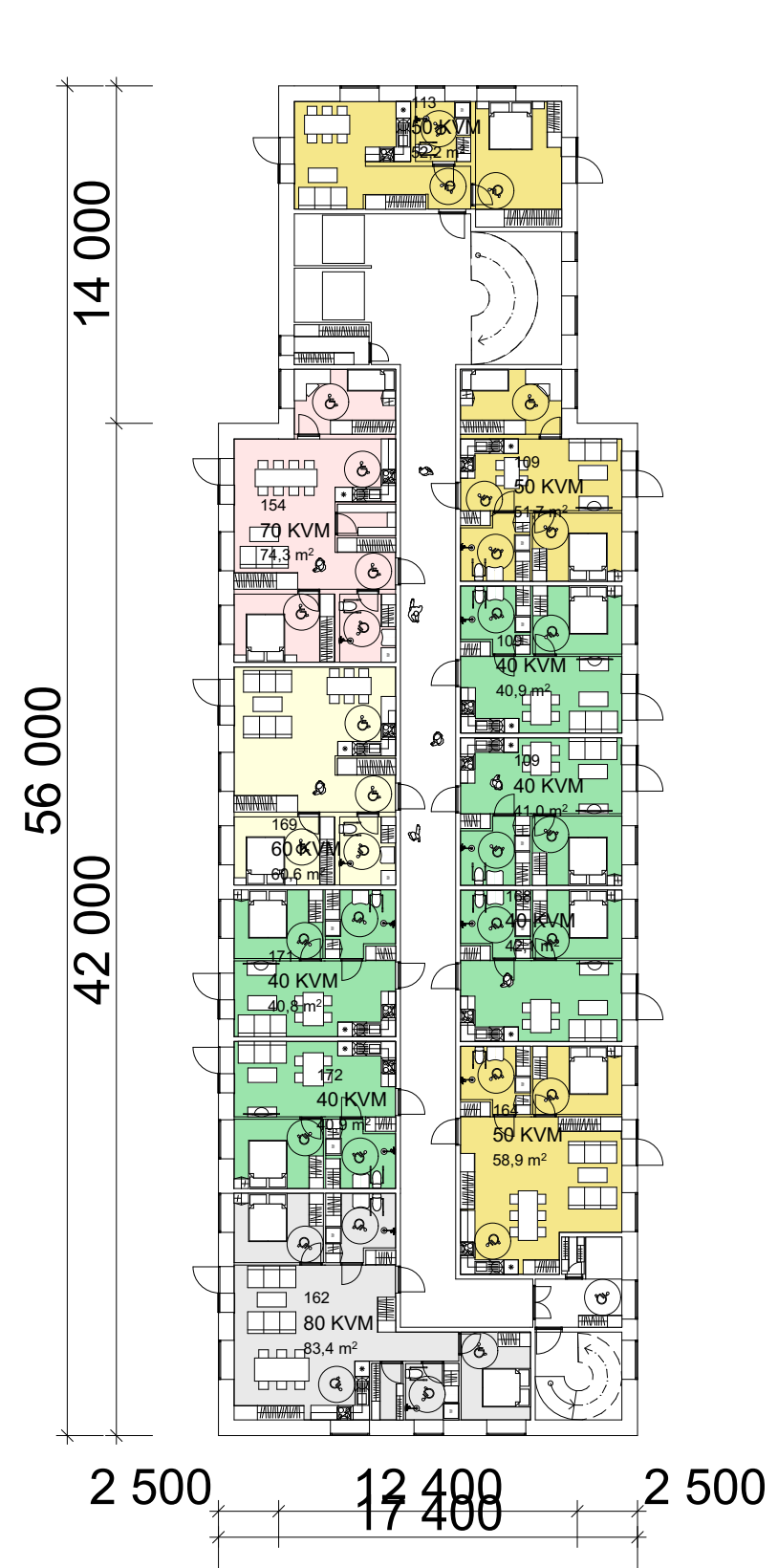




1 : 300

1. Etasje blokk A og B

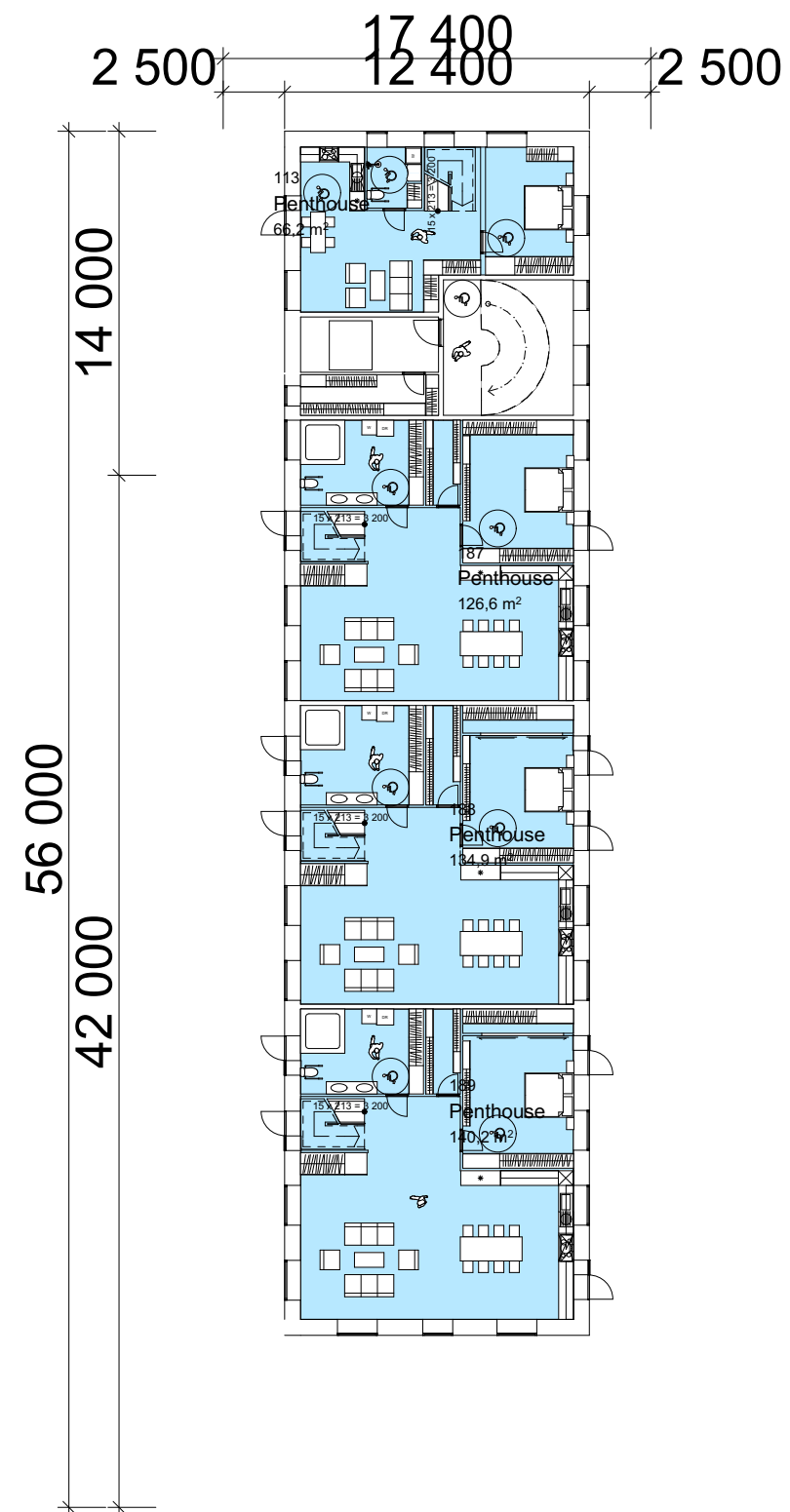




1 : 300

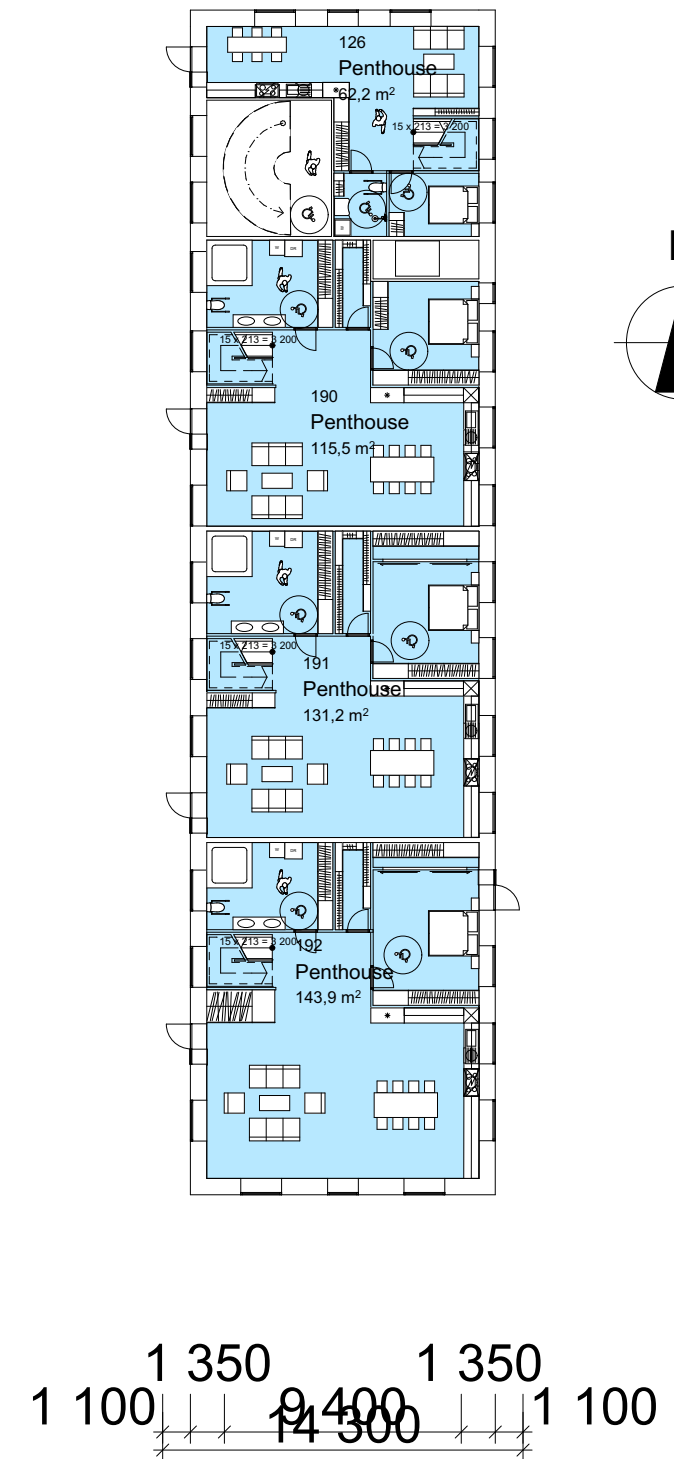
2 - 8. etasje blokk A og B



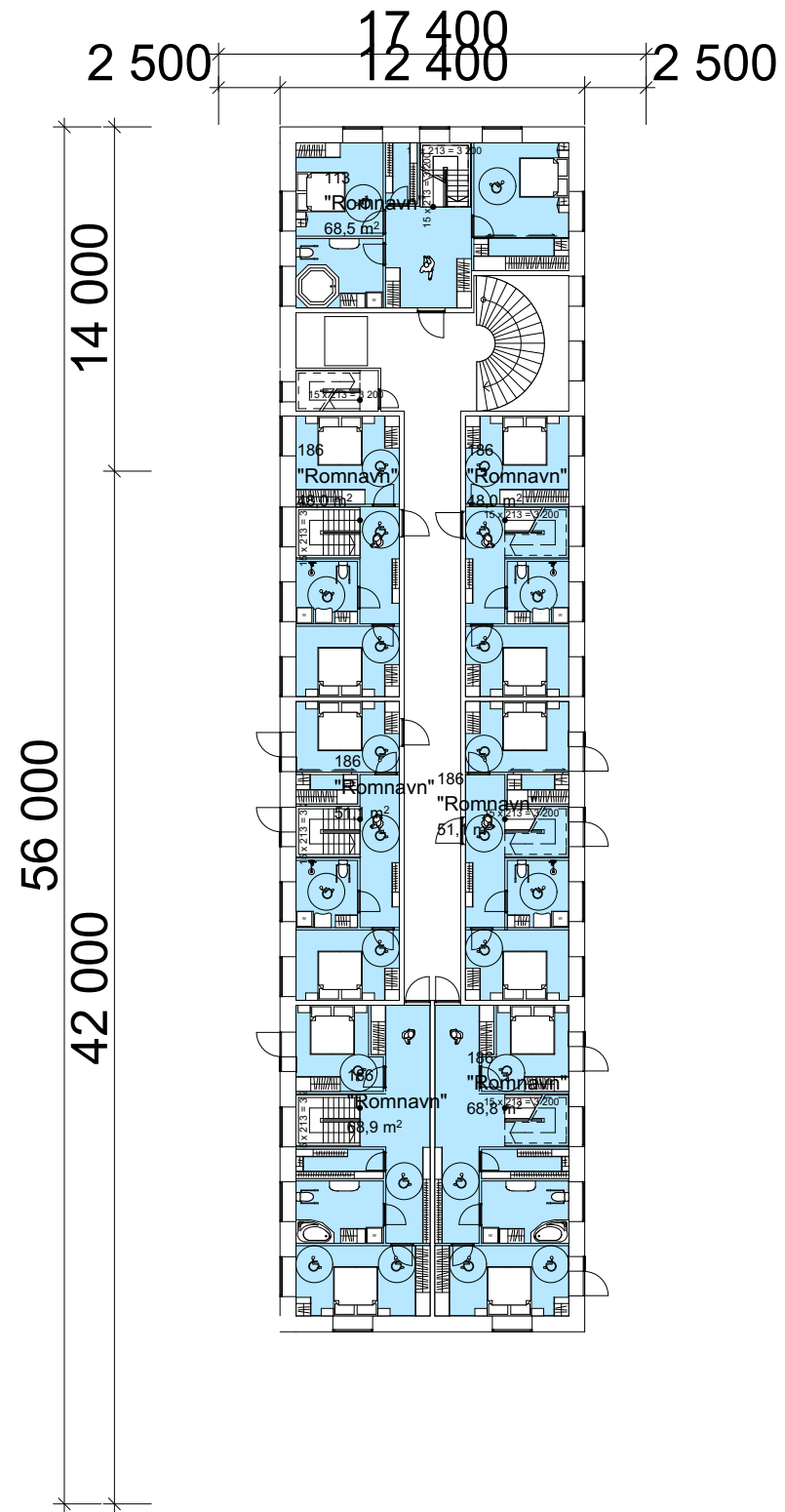


1 : 300

9. etasje blokk A og B

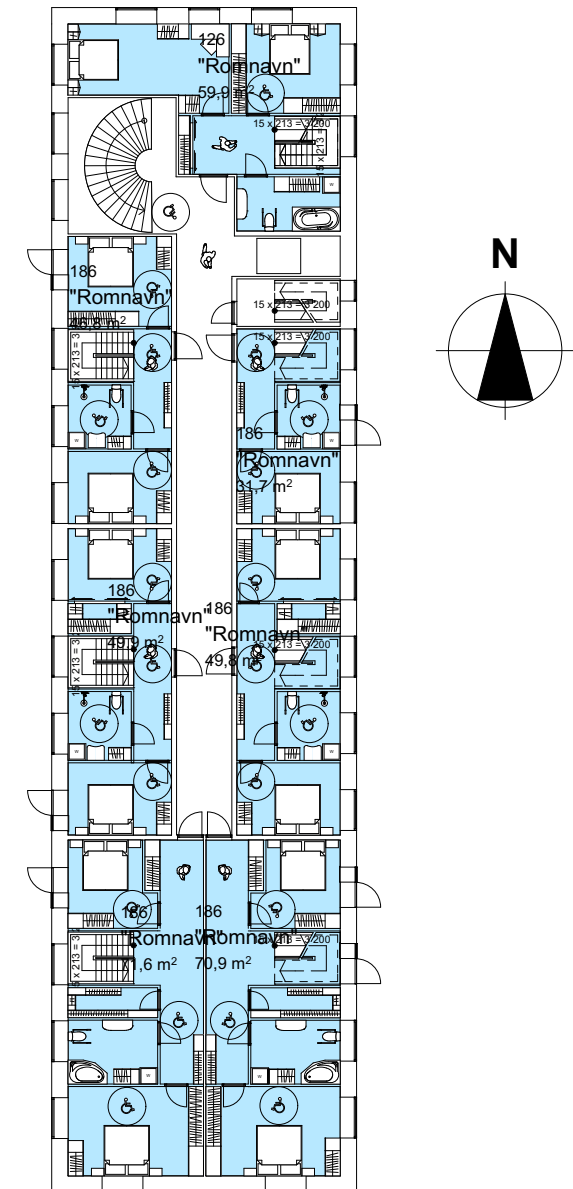




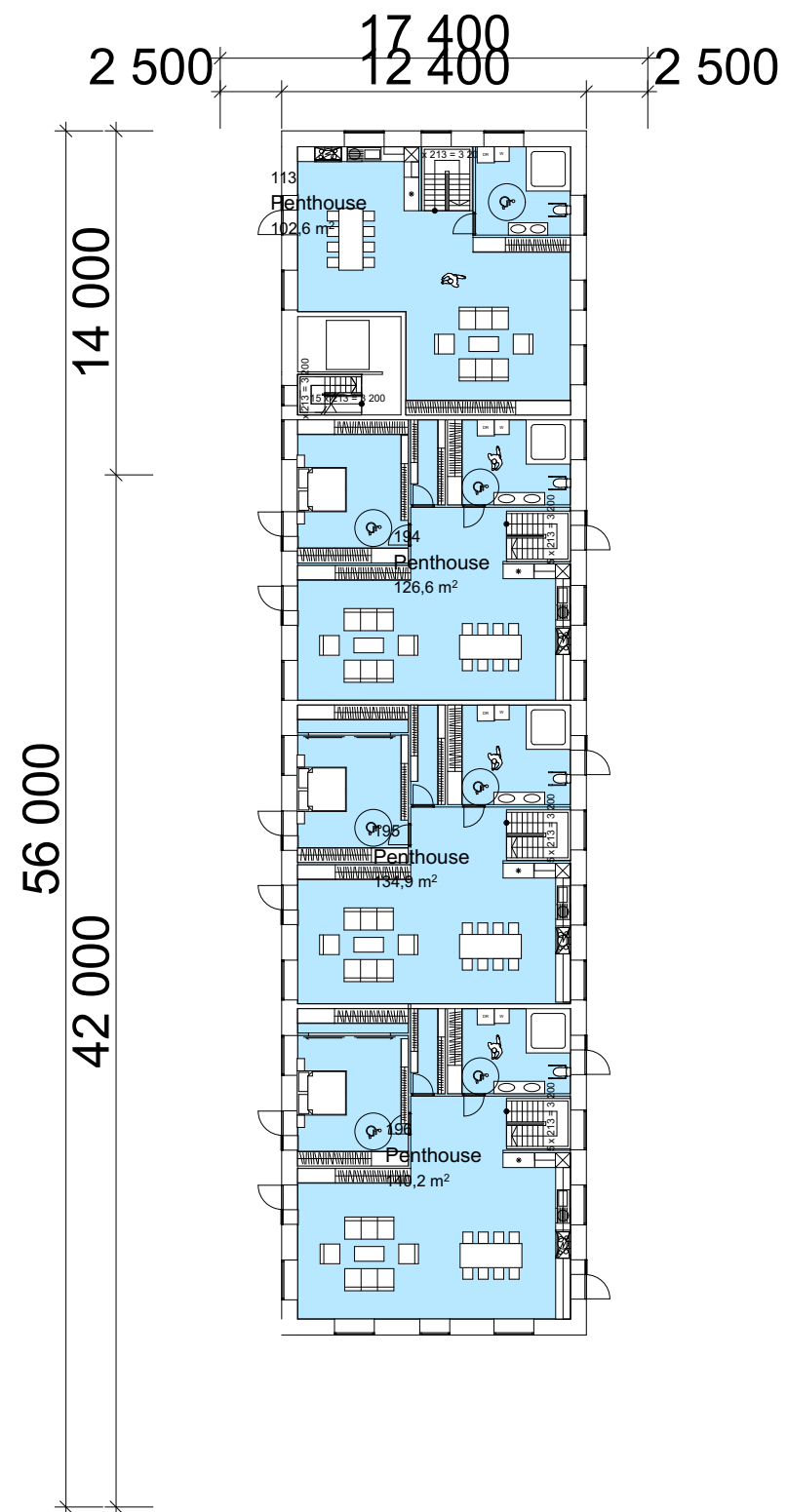


1 : 300

10. etasje blokk A og B

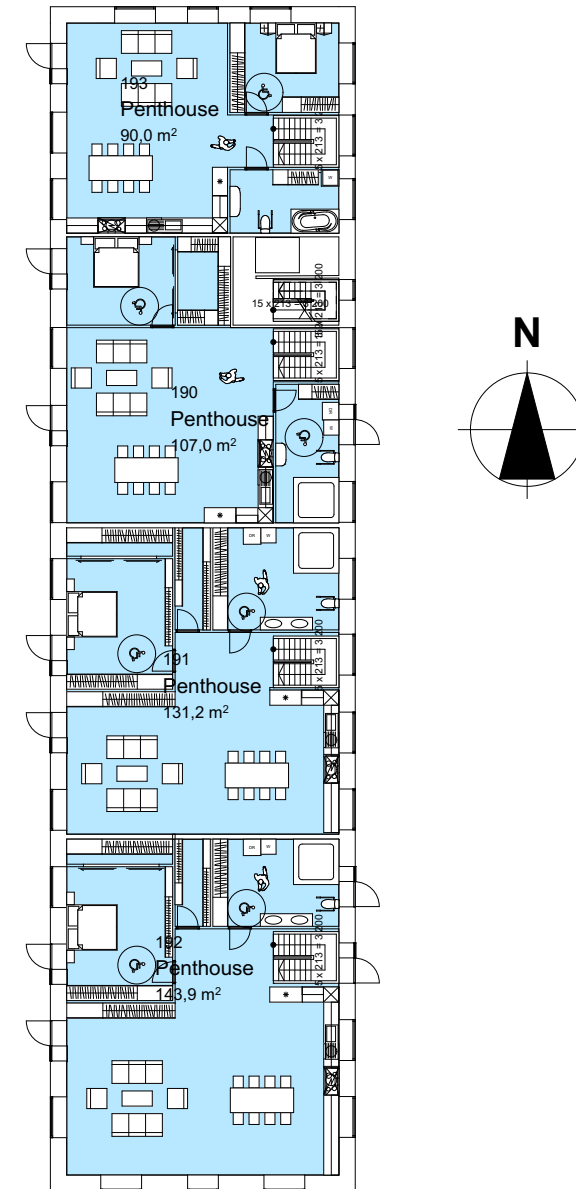


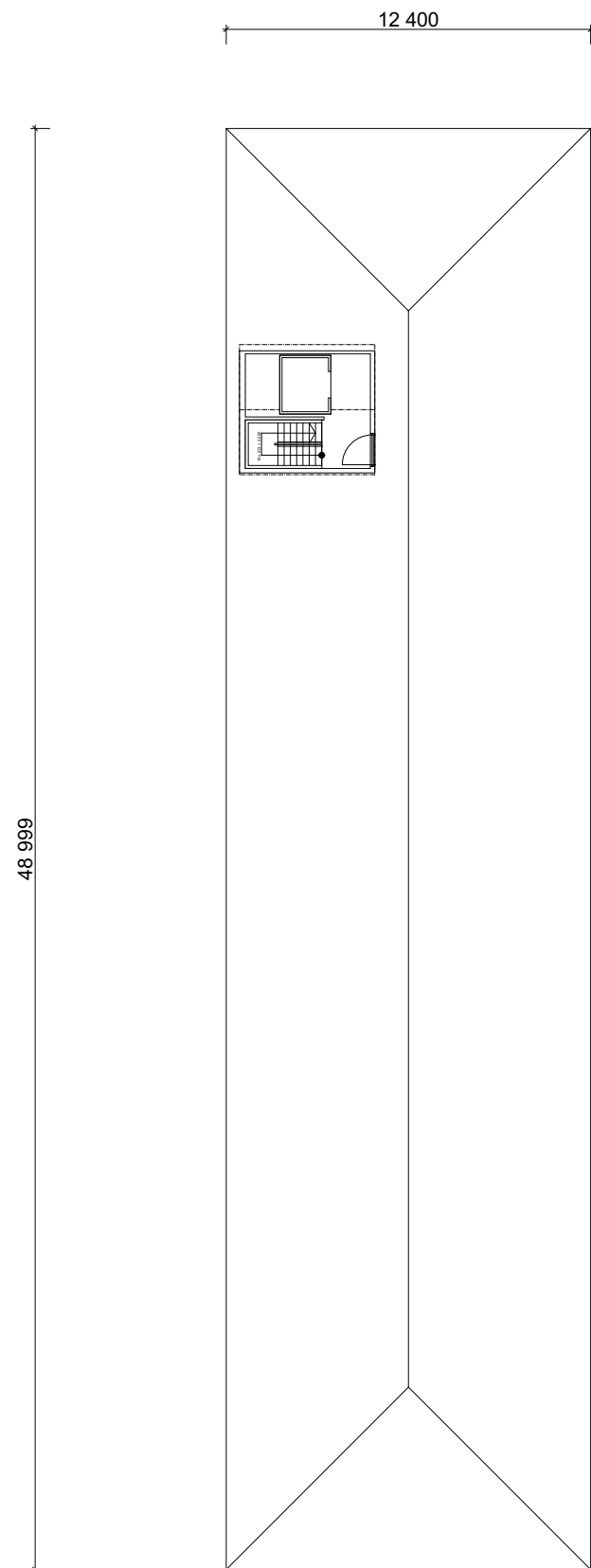




1 : 300

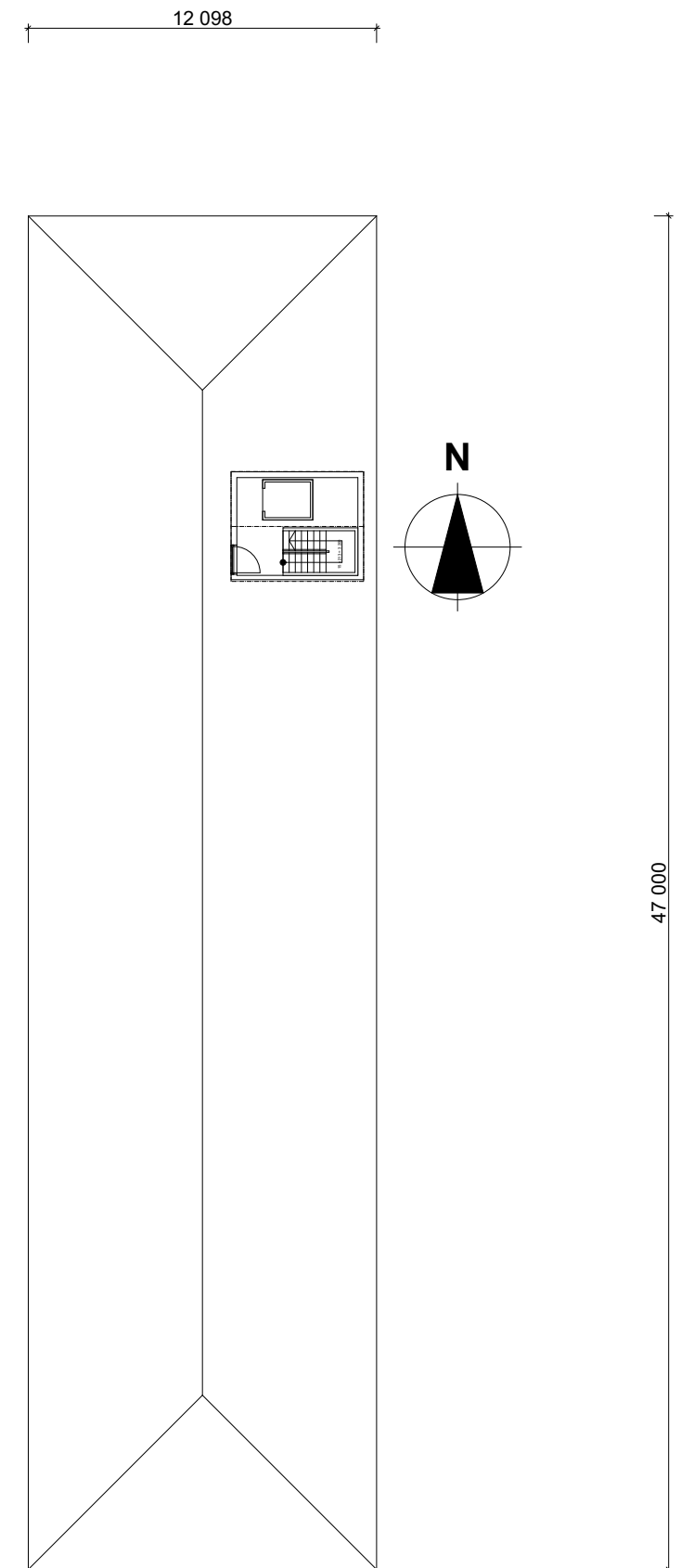
11. etasje blokk A og B

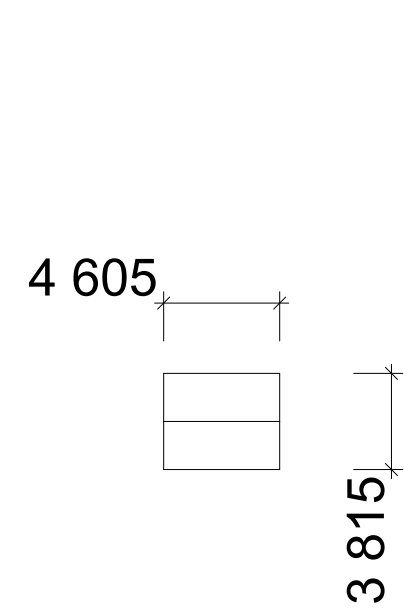
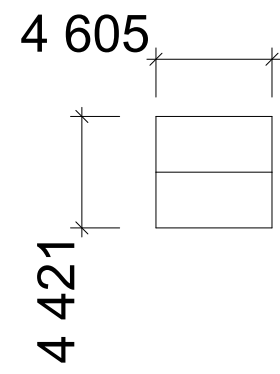




1:300

Tak





1:100



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)