



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

IB303312 Bacheloroppgave

Kartlegging av krav, lønnsomhet og tilfredshet i yrkesbygg med passivhusstandard

Kandidatnumre 10029, 10001, 10008, 10003

Totalt antall sider: 235 inkl. vedlegg og forside

Innlevert Ålesund, 22. mai 2017

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Max Ingar Mørk

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 22. mai 2017

1 Forord

Denne rapporten er en avslutningsoppgave for byggingeniørstudentene Espen Abbedissen, Hallvard Bergmann, Håkon Fossli og Petter Jørgen Fossum ved NTNU i Ålesund. Oppgaven ble skrevet våren 2017 og teller 20 studiepoeng.

Oppgaven handler om yrkesbygninger bygget etter passivhusstandarden. Dette er et tema vi ikke visste mye om før vi startet, men vi syntes det virket interessant og ønsket derfor å lære mer om dette. Miljøvennlige bygg er høyaktuelt i årene som kommer, kravene for nybygg strammes inn og fokuset på et mer bærekraftig samfunn blir større.

Oppgaven har vært både utfordrende og spennende. Vi anser kunnskapen vi har tilegnet oss som svært nyttig, og er noe vi gleder oss til å ta med videre ut i arbeidslivet. Vi ønsker å benytte anledningen til å takke vår interne veileder Max Ingar Mørk (NTNU) for veiledning gjennom hele prosessen. Vi ønsker også å takke Gunnar Leira (Ålesund kommunale Eiendom), Frank Roger Sjøholt (Ålesund kommune), Marthe Honningdalnes (Ålesund kommunale Eiendom) og Jostein Wengstad (Møre og Romsdal fylkeskommune) for godt samarbeid og informasjon om byggene, samt Hatlane omsorgssenter og Hatlane skole for besvarelsen av spørreundersøkelsen.

Ålesund, 22.05.2017

.....

Håkon Lund Fossli

.....

Espen Abbedissen Fauskanger

.....

Hallvard Yksnøy Bergmann

.....

Petter Jørgen Fossum

2 Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven har vært å se på fordeler og ulemper ved å bygge yrkesbygninger som passivhus, i stedet for etter TEK-17. Byggene vi har sett på er Hatlane omsorgssenter, Hatlane skole og Romsdal videregående skole. Det vi har vurdert er innemiljø, tekniske løsninger, økonomi og byggemåte. For å kartlegge innemiljøet på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter (Romsdal vgs. er fortsatt under oppføring) foretok vi en spørreundersøkelse av brukerne.

Teori og hoveddelen av rapporten består av generell informasjon om passivhus. Eksempler på temaer vi har tatt for oss er krav til energibruk, bygningsdesign, ventilasjonssystemer, energikilder, inneklime osv. I informasjonsinnsamlingen søkte vi blant annet etter relevant litteratur i lærebøker og faglitteratur, standarder og diverse rapporter. Vi har også fått tips om relevant litteratur av vår veileder. Dette gav oss et godt grunnlag før vi gikk dypere inn i byggene vi tok for oss.

I rapporten har vi brukt forskjellige metoder alt ettersom hvilken type informasjon vi har hentet inn. Til spørreundersøkelsen brukte vi en kvantitativ metode. På den måten klarte vi å nå mange respondenter for å få et representativt svar på spørsmålene som ble stilt. Til kvalitetssikringen av spørreundersøkelsen intervjuet vi teamleder Frank Sjøholt på e-post. Resultatene vi har kommet fram til har vi sammenlignet opp mot tidligere etablert forskning/litteratur.

Ut ifra de resultater vi har kommet fram til i oppgaven, konkluderer vi med at det var økonomisk gunstig å bygge etter passivhusstandarden da disse byggene ble oppført for noen år siden. Dette på grunn av støtten fra Enova. I dag er støtten til passivhus fjernet, men energiløsningene er blitt mer effektive, holdbare og billigere. Videre konkluderer vi med at selv om kravene er til et godt inneklime er oppfylt, er det misnøye med inneklimate blant en stor del av brukerne. Misnøyen gjelder spesielt temperatur og opplevd luftkvalitet.

3 Innholdsfortegnelse

1	Forord.....	i
2	Sammendrag.....	ii
3	Innholdsfortegnelse	iii
4	Figurliste.....	vi
5	Tabelliste	vii
6	Illustrasjonsliste.....	ix
7	Bildeliste.....	x
8	Oppgavens oppbygning	xi
9	Innledning.....	1
9.1	Problemstilling	2
9.2	Refleksjoner om gruppens arbeid	3
10	Teori og litteratur.....	4
10.1	Begreper	4
10.2	Symboler.....	7
10.3	Byggteknisk forskrift	8
10.4	Presentasjon av passivhuskonseptet.....	10
10.5	Passivhus i Norge	10
10.6	Norsk Standard	11
10.6.1	Overordnede kriterier i NS3701.....	13
10.6.1.1	Varmetapstall for transmisjons – og infiltrasjonstap	13
10.6.1.2	Oppvarmingsbehov.....	15
10.6.1.3	Kjølebehov	16
10.6.1.4	Energibehov til belysning.....	17
10.7	Energidesign	18
10.7.1	Kyoto- pyramiden	18
10.7.2	LIMA- pyramiden.....	22
10.8	Inneklima og innemiljø.....	23
10.9	Fukt og tetthet i passivhus	27
10.9.1	Hygroskopiske materialer	29
10.10	Ventilasjon.....	30
10.10.1	Luftmengde.....	30
10.10.2	Varmegjenvinnere.....	32
10.10.2.1	Roterende varmegjenvinner	32
10.10.2.2	Motstrømsvarmevekslere.....	33
10.10.2.3	Kammergjenvinner	34
10.10.3	Sentrale eller desentrale løsninger	35
10.10.4	Behovsstyring av ventilasjon	36
10.10.4.1	Behovsstyring i næringsbygg.....	37
10.10.5	Naturlig ventilasjon i passivhus	40
10.11	Tekniske løsninger.....	42
10.11.1	Energikilder	42
10.11.1.1	Luftbåren varme	43
10.11.1.2	Vannbåren varme.....	44
10.11.1.3	Elektrisk oppvarming.....	45
10.11.1.4	Solenergi.....	46
10.11.1.5	Varmepumper	47
10.11.1.5.1	Luft til luft varmpumpe	48
10.11.1.5.2	Luft til vann varmpumpe	49
10.11.1.5.3	Berg/vann/jord til vann varmpumpe	50

NTNU i Ålesund

Bacheloroppgave

10.11.1.5.4	Gråvannsvarmepumpe.....	51
10.11.1.5.5	Avtrekksvarmepumpe.....	51
10.11.1.6	Fjernvarme.....	52
10.11.1.7	Fossile brensel.....	53
10.11.2	Solavskjerming.....	54
10.11.2.1	Utvendige persienner.....	54
10.11.2.2	Solavskjermingsduk.....	55
10.11.3	SD-system.....	56
10.12	Økonomisk støtte.....	58
10.12.1	Enova.....	58
10.12.1.1	Støtteordning – nybygg.....	58
10.12.1.2	Støtteordning – oppgradering av bygg.....	59
10.13	Fremtidig utsikt.....	59
11	Metode.....	61
11.1	Introduksjon til metode.....	61
11.2	Kvantitativ metode.....	61
11.3	Kvalitativ metode.....	62
11.4	Anvendt metode.....	62
11.4.1	Spørreundersøkelse.....	62
11.4.1.1	Populasjon og utvalg.....	64
11.4.2	Om spørreundersøkelsen.....	64
11.4.3	Feilkilder.....	65
11.4.4	Litteraturstudier.....	66
11.4.5	Befaring.....	66
11.5	Reliabilitet og validitet.....	67
12	Resultater.....	68
12.1	Hatlane Omsorgssenter.....	68
12.1.1	Tekniske løsninger – Erfaringer fra driftsansvarlig.....	69
12.1.1.1	Vannbåren varme.....	69
12.1.1.2	Ventilasjon.....	70
12.1.1.3	Belysning.....	72
12.1.1.4	Solavskjerming.....	72
12.1.1.5	SD-system.....	73
12.1.2	Inneklima – Erfaringer fra brukere.....	74
12.1.3	Inneklima – Erfaringer fra driftsansvarlig.....	81
12.1.4	Energibruk og økonomi.....	82
12.2	Hatlane skole og flerbrukshall.....	87
12.2.1	Tekniske løsninger – Erfaringer fra driftsansvarlig.....	88
12.2.1.1	Luftbåren varme fra energibrønner.....	88
12.2.1.2	Ventilasjon.....	90
12.2.1.3	Vannbåren varme.....	91
12.2.1.4	Belysning.....	92
12.2.1.5	Solavskjerming.....	93
12.2.1.6	SD-system.....	94
12.2.2	Inneklima – Erfaringer fra brukere.....	95
12.2.3	Inneklima – Erfaringer fra driftsansvarlig.....	103
12.2.4	Energibruk og økonomi.....	105
12.3	Romsdal videregående skole.....	110
12.3.1	Tekniske løsninger.....	111
12.3.1.1	Luft- og vannbåren varme fra energibrønner.....	111
12.3.1.2	Ventilasjon.....	112
12.3.1.3	Belysning.....	113
12.3.1.4	Solavskjerming.....	113
12.3.1.5	SD-system.....	114
12.3.2	Energibruk og økonomi.....	115

NTNU i Ålesund
Bacheloroppgave

13	Diskusjon av resultater	116
13.1	Innledning.....	116
13.2	Ventilasjon.....	116
13.3	Bygningsform.....	117
13.4	Tekniske løsninger.....	117
13.4.1	Solavskjerming	117
13.4.2	SD-system.....	118
13.4.3	Oppvarmingssystemer.....	119
13.5	Inneklima.....	120
13.5.1	Hatlane skole.....	120
13.5.1.1	Temperatur	121
13.5.1.2	Luftkvalitet	122
13.5.1.3	Luftfuktighet.....	123
13.5.2	Hatlane omsorgssenter	124
13.5.2.1	Temperatur	124
13.5.2.2	Luftkvalitet	126
13.5.2.3	Luftfuktighet.....	127
13.6	Energibruk og økonomi	128
13.6.1	Energiberegninger.....	128
13.6.2	Økonomi	129
13.7	Fordeler og ulemper ved passivhus	129
14	Konklusjon	131
14.1	Forslag til videre arbeid	133
15	Referanseliste	134
16	Vedlegg	139

4 Figurliste

<i>Figur 1-Oversikt over hvilke deler av totalt netto energibehov som inngår i noen av kravene i NS 3700, NS 3701 og TEK10 (SINTEF Byggforsk 2013).</i>	12
<i>Figur 2- Kyoto-pyramiden for passivt energidesign (Wall 2012).</i>	18
<i>Figur 3- Prinsippskisse for de viktigste passive konseptene (Fornybar 2016).</i>	21
<i>Figur 4- LIMA- pyramiden (Gaia Lista, Asplan Viak, Treteknisk Institutt, Silvinova 2014) ..</i>	22
<i>Figur 5- Anblåsing og gjennomblåsing (SINTEF Byggforsk 2003).</i>	28
<i>Figur 6- Roterende varmegjenvinner (Lavenergiprogrammet 2013).</i>	32
<i>Figur 7- Motsrømsvarmeveksler (Lavenergiprogrammet 2013).</i>	33
<i>Figur 8- Kammergjenvinner (Lavenergiprogrammet 2013).</i>	34
<i>Figur 9- Sentrale ventilasjonsanlegg og desentralt ventilasjonsløsning (Lavenergiprogrammet 2013).</i>	36
<i>Figur 10- Driftstider og energibruk i prosent (Lavenergiprogrammet 2013).</i>	37
<i>Figur 11- Terminvis omsetning i bygg og anlegg (Statisk sentralbyrå 2017).</i>	59
<i>Figur 12- Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?</i>	74
<i>Figur 13- I hvor stor grad er du fornøyd med inneklimate?</i>	75
<i>Figur 14- Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimate?</i>	75
<i>Figur 15- Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?</i>	76
<i>Figur 16- Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs?</i>	76
<i>Figur 17- Hvordan opplever du romtemperaturen om vinteren?</i>	77
<i>Figur 18- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?</i>	78
<i>Figur 19- Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?</i>	78
<i>Figur 20- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?</i>	79
<i>Figur 21- Hvordan fungerer solavskjermingen?</i>	79
<i>Figur 22- Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?...</i>	80
<i>Figur 23-El-forbruket ved Hatlane omsorgssenter (Vedlegg 1.1)</i>	84
<i>Figur 24- Nedbetaling av merkostnad med og uten støtte fra Enova (Vedlegg 2).</i>	86
<i>Figur 25- Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?</i>	95
<i>Figur 26- Hvor stor grad er du fornøyd med inneklimate?</i>	96
<i>Figur 27- Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimate?</i>	96
<i>Figur 28- Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?</i>	97
<i>Figur 29- Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs?</i>	98
<i>Figur 30- Hvordan opplever du romtemperaturen om vinteren?</i>	98
<i>Figur 31- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?</i>	99
<i>Figur 32- Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?</i>	100
<i>Figur 33- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?</i>	101
<i>Figur 34- Hvordan fungerer solavskjermingen?</i>	101
<i>Figur 35- Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?.</i>	102
<i>Figur 36-El-forbruket ved Hatlane skole og flerbrukshall (Vedlegg 1.1).</i>	107
<i>Figur 37- Nedbetaling av merkostnad med og uten støtte fra Enova (Vedlegg 2).</i>	109

5 Tabelliste

<i>Tabell 1- Begreper brukt i oppgaven.</i>	7
<i>Tabell 2- Symboler brukt i oppgaven (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	7
<i>Tabell 3- Nye energirammer for utvalgte bygningskategorier (Lavenergiprogrammet 2016).</i>	8
<i>Tabell 4- Nye energiltak (Lavenergiprogrammet 2016), (Glava 2011).</i>	9
<i>Tabell 5- Overordnede kriterier i henhold til NS 3700 og NS 3701 (SINTEF Byggforsk 2013).</i>	11
<i>Tabell 6- Energitiltak TEK17 og passivhus (Standard Norge, NS 3701 2012), (Lavenergiprogrammet 2016).</i>	12
<i>Tabell 7- Varmetransportkoeffisienter som inkluderers i varmetapstallet (SINTEF Byggforsk 2013).</i>	13
<i>Tabell 8- Høyeste varmetapstall for transmisjons- og varmetapstall (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	13
<i>Tabell 9- Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	14
<i>Tabell 10- Høyest beregnede spesifikt energibehov til oppvarming (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	15
<i>Tabell 11- Verdier for forskjellige bygningskategorier (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	15
<i>Tabell 12- Krav til høyest beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	16
<i>Tabell 13- Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	16
<i>Tabell 14- Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	17
<i>Tabell 15- Innemiljøets syv søstre (Butters og Leland 2012).</i>	24
<i>Tabell 16- Ventilasjon i boligbygning (Direktoratet for byggkvalitet 2016).</i>	30
<i>Tabell 17- Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning (Direktoratet for byggkvalitet 2016).</i>	30
<i>Tabell 18- Minstekrav til komponenter, systemer og lekkasjetall (Standard Norge, NS 3701 2012), (Direktoratet for byggkvalitet 2016).</i>	31
<i>Tabell 19- Forutsetninger for behovstyring (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	38
<i>Tabell 20- Minste tillatte gjennomsnittlig luftmengde brukt ved energiberegninger (Standard Norge, NS 3701 2012).</i>	40
<i>Tabell 21- Tekniske komponenter Hatlane Omsorgssenter (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011).</i>	69
<i>Tabell 22-Energibudsjett utregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011).</i>	83
<i>Tabell 23-Levert energi beregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011).</i>	83
<i>Tabell 24- Tekniske komponenter Hatlane skole og flerbrukshal (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobesenter 2011), (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011).</i>	88
<i>Tabell 25-Energibusjett utregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011), (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobesenter 2011).</i>	106
<i>Tabell 26-Levert energi beregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011), (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobesenter 2011).</i>	107

<i>Tabell 27- Tekniske komponenter Romsdal vgs. (Vedlegg 1.7)</i>	<i>111</i>
<i>Tabell 28- Levert energi utregnet (Vedlegg 1.7).....</i>	<i>115</i>

6 Illustrasjonsliste

<i>Illustrasjon 1- oppvarming av varmluft (Tønseth 2011)</i>	43
<i>Illustrasjon 2- Vannbåren varme i golv og radiator (Energiverket u.d.)</i>	44
<i>Illustrasjon 3- Elektriske varmekabler i golv (Komplett elektro u.d.)</i>	45
<i>Illustrasjon 4- Kombinert solfangersystem for elektrisitet og varmtvann (Lavenergiprogrammet 2016)</i>	46
<i>Illustrasjon 5- Fire hovedkomponenter i en varmepumpe, fordampere, kompressor, kondensator og strupeventil (Toshiba u.d.)</i>	47
<i>Illustrasjon 6- Luft til luft varmepumpe (Norsk Varmepumpeforening u.d.)</i>	48
<i>Illustrasjon 7- Varmepumpe skaffer varme til vannbåren gulvvarme (Norsk Varmepumpeforening u.d.)</i>	49
<i>Illustrasjon 8- Varmepumpen henter varme fra grunnen til vannbåren gulvvarme (Norsk Varmepumpeforening u.d.)</i>	50
<i>Illustrasjon 9- Fjernvarme (Rosvold 2013)</i>	52
<i>Illustrasjon 10- Styring av ventilasjon fra SD- system Hatlane omsorgssenter</i>	73
<i>Illustrasjon 11- Hovedmeny SD- system Hatlane skole</i>	94
<i>Illustrasjon 12- Topologi og SD- system</i>	114

7 Bildeliste

<i>Bilde 1- Utvendige persienner (Mutter u.d.)</i>	54
<i>Bilde 2- Utvendige solavskjermingsduk (Mutter u.d.)</i>	55
<i>Bilde 3- Varmtvannsberedere Hatlane omsorgssenter</i>	70
<i>Bilde 4- Luftinntak Hatlane omsorgssenter</i>	71
<i>Bilde 5- Roterende varmegjenvinner Hatlane omsorgssenter</i>	71
<i>Bilde 6- Solavskjerming av persienner (Herskedal 2011)</i>	72
<i>Bilde 7- Rørsystem for energibrønn Hatlane skole</i>	89
<i>Bilde 8- Tilluft til klasserom Hatlane skole (Tegn_3 u.d.)</i>	90
<i>Bilde 9- Enkel versjon vannrensing Vedlegg 1.1</i>	91
<i>Bilde 10- Lyskasser og elektrisk lys Hatlane skole</i>	92
<i>Bilde 11- Problemer med solavskjerming ved Hatlane skole</i>	93
<i>Bilde 12 - Prinsipp hybrid ventilasjon Romsdal vgs. (Førland-Larsen 2014)</i>	112
<i>Bilde 13- Utvendig solavskjerming Romsdal vgs.</i>	113

8 Oppgavens oppbygning

Denne bacheloroppgaven er satt sammen av forord, sammendrag, teori- og litteraturredel, metodedel, resultat, diskusjon og konklusjon. I forordet har vi forklart hvorfor rapporten skrives og hvorfor vi har valgt dette temaet. Sammendraget summerer opp hovedpunktene i oppgaven. Teori- og litteraturredelen inneholder teori og forskning om passivhus, samt det som knyttes til passivhus av tekniske løsninger. De metoder vi har brukt omfatter blant annet spørreundersøkelser, litteratursøk og befaringer, noe vi forklarer i metodedelen av oppgaven.

Resultatene vi har kommet frem til blir presentert for hvert enkelt bygg i resultatkapittelet. I tillegg presenterer vi resultatene fra spørreundersøkelsen med tilhørende tabeller for seg.

I diskusjonskapittelet har vi diskutert resultatene vi har kommet frem til, opp mot problemstillingen i oppgaven. Vi har der valgt samme inndeling som for resultatdelen.

Konklusjonen har svar på de delmål vi hadde satt opp i starten av oppgaven. Vi har der delt opp konklusjonen slik delmålene står. Til slutt har vi gitt anbefalinger til videre arbeid.

9 Innledning

De nærmeste tiårene frem mot 2050 vil bli avgjørende med tanke på klimaendringene. Passerer vi en viss grense kan det forekomme klimakatastrofer som vil true samfunnet vårt. Byggeindustrien og alle andre sektorer bør derfor kjenne sitt samfunnsansvar og redusere klimautslippene betraktelig (Anda og Bjelland 2012).

Bygg som oppføres hvert år utgjør om lag 1-2 prosent av den totale bygningsmassen i Norge. Dette er bygg som vil bli stående i mange tiår fremover. Det er derfor viktig at de innfrir kravene til fremtidige generasjoner, da disse legger føringer for fremtidig energibruk. Bygningsmassen i Norge utgjør ca. 40% av all energibruken i landet, å senke energibruken her kan utgjøre mye for miljøet (Regjeringen 2014).

Energieffektive bygg har fått et økende fokus med årene, både nasjonalt og internasjonalt. I klimameldingen regjeringen vedtok i 2012 står det at passivhusnivå skal innføres som forskriftskrav i 2015, og nesten nullenergihus fra 2020. Dette er et av de mest ambisiøse målene innenfor Europa (Lavenergiprogrammet 2015).

De nye energikravene i TEK10 trådte i kraft 1. januar 2017 og disse vil videreføres i TEK17 som inntretr 1. juli. Vi har i denne oppgaven brukt betegnelsen TEK17 for teknisk forskrift. Disse energikravene har lagt seg på passivhusnivå, som vil si nesten like strenge krav som passivhusstandard. Det er også utarbeidet en egen Norsk standard (NS) for passivhus, både boligbygninger (NS 3700) og yrkesbygninger (NS 3701) (Lavenergiprogrammet 2016). Myndighetene bidrar også økonomisk til energieffektive bygg, hvor det statlige foretaket Enova hvert år støtter energibesparende løsninger med betydelige summer, samt at husbanken stiller med gunstige lånebetingelser (Enova u.d.), (Regjeringen 2014).

Mange aktører er innblandet i en byggeprosess, det er ikke nok at myndighetene setter bestemmelser. Dette krever kompetanseheving og opplæring for alle innblandede aktører. Lavenergiprogrammet er et samarbeid mellom statlige etater og byggenæringen for å øke kompetansen om energieffektivisering blant utbyggere, entreprenører og brukere (Lavenergiprogrammet u.d.).

Det er i dag bygget over 60.000 passivhus i verden, men konseptet har ikke vært veldig attraktivt i Norge. Mange er fortsatt skeptiske av forskjellige årsaker, men hovedsakelig

grunnet merkostnader i forhold til TEK 17, klimaet i Norge og den høye lufttettheten i byggene (International passive house association u.d.).

9.1 Problemstilling

Målet med denne oppgaven er å se nærmere på fordeler og ulemper ved å bygge passivhus fremfor vanlige TEK17-bygg. Vi har tatt utgangspunkt i tre bygg - Romsdal videregående skole, Hatlane omsorgssenter og Hatlane skole. Vi har sett nærmere på tekniske løsninger, økonomi og byggemåte. Romsdal videregående skole er fortsatt under oppføring, det er derfor ingen erfaringer fra dette bygget.

Delmål:

- Danne oversikt over kravene som er nødvendig for å oppnå passivhusstandard
- Finne ut om det er økonomisk lønnsomt å investere i passivhus
- Kartlegge tekniske installasjoner i passivhus. Se om løsningene innfrir forventningene eller er mangelfulle
- Hvilke bygningsformer og arkitektur som benyttes for passivhus
- Hvordan oppleves innklimaet i yrkesbygg med passivhusstandard
- Hva er neste steg i utviklingen av passivhus

Resultatmål:

- Sammenligne Hatlane skole, Hatlane omsorgssenter og Romsdal videregående skole
- Gi oversiktlig utregning av det økonomiske perspektivet med ferdig resultat
- Ha gode løsninger for fremtidige passive yrkesbygg

Prosessmål:

- Få mer kunnskap om passivhus
- Lære å jobbe som en gruppe
- Lære å skaffe informasjon

9.2 Refleksjoner om gruppens arbeid

Tidlig i arbeidet med forprosjektrapporten satte vi opp kjøreregler for bachelorgruppen. Dette gjorde vi for å slippe å få unødvendige diskusjoner. De diskusjonene som oppstod kunne vi eventuelt bare vise til hva som var avtalt ved oppstart. Det ble der bestemt at vi skulle ha et kollektivt ansvar for å komme i mål med bacheloroppgaven. På den måten slapp vi å velge en leder i gruppen. Rolstadås sier at en slik organisering gjør at gruppen må kunne samarbeide godt for å kunne arbeide effektivt (Rolstadås 2014).

Siden vi ikke har hatt en spesifikk leder har vi ved for eksempel senere oppmøte, sendt ut fellesmelding. På den måten har alle fått beskjed samtidig. Ved å kommunisere på denne måten slipper man at noen vet, og andre er uvitende. Dette har vist seg å fungere godt i vår gruppe.

Nå som oppgaven nærmer seg slutten er vi veldig fornøyde med både organisering av gruppen og med de enkelte gruppemedlemmers innsats. Terskelen for å komme med innspill og ideer til framgangsmåter og løsninger på problemer har vært lav. De faglige uenigheter som har vært har vi løst med diskusjon i en høflig tone.

Vi konkluderer med at sammensetningen av gruppen har vært veldig god og vi har klart å jobbe samlet på en god måte.

Om vi skulle gjort noe annerledes må det være at vi skulle ha vært mer pågående i informasjonsinnhenting. Der lot vi det gå for lang tid og håpet at e-poster skulle være nok til å få fart på sakene. At informasjonen vi hadde bruk for kom sent, gjorde at vi fikk en del arbeid mot slutten. Det som viste seg å være effektivt var hyppige telefonsamtaler og forslag om å møte opp personlig for å få ut informasjon fra arkivene. Da kom det vi trengte rimelig kjapt. Også spørreundersøkelsen er noe som kunne vært forbedret og mer gjennomtenkt. Nå i ettertid ser vi at vi burde stilt en del spørsmål som hadde gjort at vi fikk svar på det som er mer rettet mot yrkesbygg. For å få en bedre spørreundersøkelse burde vi hatt både beboere på omsorgssenteret og elever på skolen med som respondenter.

10 Teori og litteratur

10.1 Begreper

Aktivhus	Ideen bak aktivhus er at de skal puste sammen med naturen. De har en pustende konstruksjon som baserer seg på bruk av utstrakte naturlige materialer for å gi et bedre inneklima.
Balansert ventilasjon	Ved balansert ventilasjon er det både mekanisk tilluft og avtrekk.
Bebygd areal (BYA)	Bebygd areal regnes alle bygninger og bygningsdeler som er ≥ 0.5 eller ≤ 5 meter over bakken.
Bruksareal (BRA)	Bruksareal er arealet fra innsiden av ytterveggen, da inkludert innvendige vegger.
Bruttoareal (BTA)	Bruttoareal er arealet av hele bygningen, målt fra utsiden av ytterveggen.
Energidesign	Handler om hvordan man ved utforming, plassering og materialbruk kan minimere byggets el-forbruk.
Energieffektivitet	Et mål på hvor effektiv energien til et bestemt formål brukes.
Fuktbufring	Fuktbufring forteller om et hygroskopisk materiale evne til å ta opp og avgi fuktighet
Hygroskopisk	Brukes om et materiale som trekker til seg fuktighet fra omgivelsene.
Inneklima	Et godt inneklima skal oppnås innenfor de rammene som settes til belysning, oppvarming, ventilasjon.
Innemiljø	Et godt innemiljø oppnås ved å legge på alt som har en påvirkning på sansene våre som trivsel, og psykologisk og sosialt miljø til inneklima.
Kompakt bygningsform	En enkel bygningsform med redusert fasadeareal. Få kompliserte detaljer som gir reduserte luftlekkasjer og kuldebroer.
Kompakt bygningsform	En enkel bygningsform med redusert fasadeareal. Få kompliserte detaljer som gir reduserte luftlekkasjer og kuldebroer.
Kuldebroer	Utsatte steder i en konstruksjon som er dårligere isolert enn

	resten av bygget. Oppstår ofte i hjørner, gjennomføringer og overganger.
Kuldebroverdi	Forteller hvor stort varmetap en kuldebro medfører.
Lavenergibygg	Samme som passivhus, men ikke like strenge krav.
Lekkasjetall	Viser hvor mange ganger luften skiftes ut per time når det er overtrykk eller undertrykk på 50 Pascal.
Leverert energi (kWh)	Leverert energi er den energimengden som er kjøpt for å dekke energibehovet til bygget. Leverert energi består av de samme postene som netto energibehov, men tar hensyn til energiforsyningssystemet til bygget. Egenprodusert strøm og virkningsgrad gir altså redusert behov for leverert energi.
Lufttetthet	<p>Varmetap ved lekkasje av varm luft gjennom utettheter i klimaskjermen avhenger av bygningens lufttetthet (gitt ved lekkasjetallet).</p> <p>God lufttetthet i klimaskjermen hindrer dessuten fuktskader som følge av at inneluft trekkes ut i konstruksjonen og avkjøles.</p>
Mekanisk ventilasjon	Naturlig ventilasjon supplert med mekanisk avtrekksvifte.
Naturlig ventilasjon	Ved naturlig ventilasjon skjer luftskiftet gjennom ventiler.
Netto energibehov (kWh)	<p>Netto energibehov er det samlede behov bygget har for energi til:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oppvarming • Kjøling • Lys og utstyr • Vifter, pumper og andre tekniske installasjoner • Ventilasjon • Varmt vann <p>Hvordan energien tilføres vurderes ikke, virkningsgraden premieres altså ikke.</p>
Nettoareal (NTA)	Det innvendige arealet av bygget. Innvendige vegger er ikke inkludert.
Nullenergihus	Nullenergihus skal produsere/absorbere like mye energi som bygget bruker pr. år.
Passivhus	Passivhus har strengere krav til tetting, varmetap, bygningskomponenter etc. enn byggverk oppført i henhold til teknisk forskrift. Konseptet går ut på å bruke passive løsninger med

	lang levetid. For eksempel bedre isolering og økt tetthet.
Plusshus	Plusshus skal produsere/absorbere mer energi gjennom byggets levetid enn det som er brukt for å bygge og drifte bygget.
Prefabrikkert	Bygningsdeler som er fremstilt på fabrikk, og bidrar med å forenkle arbeidet ute på arbeidsplass.
Relativ fuktighet	Brukes om forholdet mellom vanndampmengden i luft og den maksimale vanndampmengden som luften kan inneholde om luften er mettet.
SFP-faktor	Specific Fan Power kW/(m ³ /s), beskriver energieffektiviteten til ventilasjonsanlegget
SIMIEN	SIMIEN er et simuleringsverktøy for beregning av energibruk og vurdering av inneklime i bygninger. Det evaluerer blant annet bygningens lavenergi/passivhuskriterier mot det som er gitt i NS3700 og NS3701.
Solavskjerming	Hindrer sollyset å varme opp rom. Varmelagringen i passivhus er høy og inneklimeet kan derfor bli ukomfortabelt.
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegget (SFP)	Hvor mye effekt (i kilowatt) som kreves for å flytte en kubikkmeter luft per sekund gjennom røranlegget til ventilasjonen.
Spesifikt energibehov (kWh)	Energi behovet per kvadratmeter oppvarmet del av bruksarealet.
TEK10	Byggteknisk forskrift. Gjeldende fra juli 2010 til juli 2017.
TEK15 / Nye TEK10	Energikravene i TEK10 ble oppdatert 1. januar 2016.
TEK17	Trer i kraft 1. juli 2017. Energikravene fra Nye TEK10/TEK15 videreføres.
U-verdi	Varmegjennomgangskoeffisients standardiserte mål som forteller hvor mye varme en bygningskomponent slipper gjennom.
Varmeisolasjon	Materiale som blir brukt for å redusere varmetapet i en konstruksjon.
Varmekonduktivitet	Materialets evne til å lede varme.
Varmelagringskapasitet	Hvor godt et rom eller materiale kan holde på en jevn temperatur over tid.
Varmemotstand	Materialets evne til å motstå varmegjennomgang.

Varmetapstall	Konstruksjonens totale varmetap til omgivelsene.
Vindusareal	Arealet av vindusflaten. Den delen av bygningen som oftest har høyest u-verdi og bør derfor begrenses for å senke varmetapet.
Vindusareal	Arealet av vindusflaten. Den delen av bygningen som oftest har høyest u-verdi og bør derfor begrenses for å senke varmetapet.
Virkningsgrad	Virkningsgrad er forholdet mellom tilført og avgitt energi. Lavt energitap gir altså høy virkningsgrad.

Tabell 1- Begreper brukt i oppgaven.

10.2 Symboler

Symbol	Størrelse	Enhet
A_{fl}	Oppvarmet del av BRA	m^2
BRA	Bruksareal	m^2
DUT_S	Dimensjonerende utetemperatur ved sommerforhold som i gjennomsnitt ikke overskrides med mer enn 50 timer i året	$^{\circ}C$
$EP_{H,0}$	Basis netto spesifikt oppvarmingsbehov	$kWh/(m^2 \cdot \text{år})$
$H_{tr,inf}$	Varmetapskoeffisient for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap	W/K
$H''_{tr,inf}$	Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap	$W/(m^2 \cdot K)$
$K1, K2$	Klimakoeffisienter for oppvarmingsbehov	-
LENI	Numerisk indikator for det totale årlige energibehovet til belysning i bygningen (Lighting Energy Numeric Indicator)	$kWh/m^2 \cdot \text{år})$
n_{50}	Lekkasjetall, luftveksling ved 50 Pa	h^{-1}
W	Arealkoeffisient for varmetapstall	$W/m^2 \cdot K)$
X	Arealkoeffisient for oppvarmingsbehov	$kWh/m^2 \cdot \text{år})$
β	Kjølebehovskoeffisient avhengig av bygningskategorien	-
Θ_{ym}	Årsmiddeltemperatur	$W/m^2 \cdot K)$

Tabell 2- Symboler brukt i oppgaven (Standard Norge, NS 3701 2012).

10.3 Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift, bedre kjent som TEK 10, er en forskrift som ble innført i Norge i 2010. Forskriften skal bidra til at bygg planlegges, prosjekteres og utføres med tanke på god kvalitet, tilgjengelighet og universell utforming. Den stiller krav om blant annet varmeisolering, brannsikkerhet, lydisolering, tetthet, energi. Med TEK10 følger veiledningen VTEK. Den brukes som hjelpemiddel for å tolke forskriften, og viser minimumskravene til et bygg som skal settes opp lovlig i Norge. VTEK viser ikke noe konkrete detaljløsninger eller beregningsmetoder, men viser derimot til relevante publikasjoner som byggforskserien og Norsk Standard (Edvardsen og Ramstad 2014).

Den 1. januar 2016 ble det innført nye energikrav i TEK10, som skulle ha en overgangstid frem til 1. januar 2017, og er i dag de gjeldene energikravene (Regjeringen 2016).

Denne forskriften skal være nær opp mot passivhuskravet, og går i utgangspunktet ut på å forbedre vinduer, tettheten i bygg, isoleringen av gulv, høyere tillatt vindusareal og reduserte krav til kuldebroverdi. Særlig innskjerpingen for tetthet der lekkasjetallet er på 0.6 for alle bygg, og som er det samme som minstekravet for passivhusstandarden. De nye energikravene i revidert TEK10 blir videreført til TEK17 (Lavenergiprogrammet 2015).

Tabell 3 nedenfor viser energiramme for TEK10 og TEK17 ved de forskjellige bygningskategoriene. For vår oppgave er det skolebygning og sykehjem som er mest aktuelt å se på.

Tabell 4 viser de forskjellige innskjerpingene på energiltak ved ulike bygningsdeler.

	TEK10	TEK17
Småhus (kWh/m ² per år)	130	110
Boligblokk (kWh/m ² per år)	115	95
Barnehage (kWh/m ² per år)	140	135
Kontorbygning (kWh/m ² per år)	150	115
Skolebygning (kWh/m ² per år)	120	110
Universitet/høyskole (kWh/m ² per år)	160	125
Idrettsbygg (kWh/m ² per år)	170	145
Sykehus (kWh/m ² per år)	300	225
Sykehjem (kWh/m ² per år)	215	195

Tabell 3- Nye energirammer for utvalgte bygningskategorier (Lavenergiprogrammet 2016).

Egenskap	TEK10- krav	TEK17- krav
1. U-verdi yttervegg (W/m ² K)	≤ 0.18	≤ 0.18
2. U-verdi tak (W/m ² K)	≤ 0.13	≤ 0.13
3. U-verdi gulv (W/m ² K)	≤ 0.15	≤ 0.10
4. U-verdi vinduer og dører (W/m ² K)	≤ 1.2	≤ 0.8
5. Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA	20%	25%
6. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 70%	≥ 80%
7. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	≤ 2.5 for småhus ≤ 2 for øvrige bygninger	≤ 1.5
8. Lekkasjetall	≤ 2.5 for småhus ≤ 1.5 for øvrige bygninger	≤ 0.6
9. Normalisert kuldebroverdi	≤ 0.03 for småhus ≤ 0.06 øvrige bygninger	≤ 0.05 for småhus ≤ 0.07 øvrige bygninger

Tabell 4- Nye energiltak (Lavenergiprogrammet 2016), (Glava 2011).

10.4 Presentasjon av passivhuskonseptet

«Et passivhus er et bygg med komfortabelt inneklima som oppnås uten bruk av et konvensjonelt oppvarmings- eller kjøleanlegg.» (Lavenergiprogrammet 2013, 8).

Opphavet til navnet passivhus kommer av at man reduserer energibehovet ved bruk av passive tiltak, slik som ekstra varmesolasjon, ekstra gode vinduer, ingen kuldebroer, god lufttetthet og passivt soltilskudd (Lavenergiprogrammet 2013).

Ideen bak konseptet passivhus er ikke ny. Forløperen til passivhuset er «Lo-Cal-huset» til Wayne Schick ved Universitetet i Urbana, Illinois USA. Konseptet til Schick hadde i likhet med dagens passivhus ekstra tykk isolering, energivinduer, passiv solvarme, solfangere, var meget lufttett og med varmegjenvinning av ventilasjonsluften. I Norge skjedde det lite på dette området på hele 80- og 90-tallet (Butters og Leland 2012)

På 90-tallet fikk passivhus et oppsving, spesielt i Tyskland på grunn av arbeidet til Dr. Wolfgang Feist og forskningsinstituttet Passivhaus Institut i Darmstadt, Tyskland. Det er der passivhuskonseptet som har satt standarden for hva som er et passivhus i dag ble utviklet.

Opprinnelig var kravene etter den tyske definisjonen:

- Årlig oppvarmingsbehov ≤ 15 kWh/m² år
- Installert oppvarmingseffekt ≤ 10 W/m²
- Primærenergibehov ≤ 120 kWh/m²
- Tetthetskrav $n_{50} \leq 0,6$ h⁻¹
- Like krav for alle typer bygg
- Lokalt klima

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.5 Passivhus i Norge

I Norge ble det første passivhuset oppført så sent som i 2008 i Tromsø. Mange ble interessert i prosjektet og ønsket en slik standard for alle nye bygg. Noe av utfordringen med passivhus i Norge er det kalde klimaet. Særlig på de stedene klimaet er mest ekstremt i Norge er det lite erfaring å hente fra andre. Siden Norge blir behandlet som en felles klimasone med like tekniske forskrifter for hele landet, er det et spørsmål om passivhus-konseptet egner seg like godt overalt (Butters og Leland 2012).

De norske kriteriene for passivhus er heller ikke helt like de tyske passivhus-kravene. Dette er på grunn av forskjellige løsninger konstruksjonsmessig, klima og byggeskikk, men tanken bak er den samme. Det ønskes å brukes minst mulig energi, og aller helst uten å bruke energi på oppvarming (Dokka og Andresen 2012).

Økende energipriser, forsyningssikkerhet og tegn på global oppvarming gjør at energibruk og forsyning er et veldig aktuelt tema i de fleste land. For at ikke CO₂-utslippet skal få katastrofale følger for klimaet må det ifølge International Energy Agency (IEA) settes inn tiltak for å redusere dette. Den mest effektive måten å redusere CO₂-utslippet på er energieffektivisering (Dokka og Andresen 2012).

I de fleste industrialiserte land står bygninger for ca. 40 % av energibruken. Derfor vil energieffektive bygninger være en måte å få redusert CO₂-utslippet på. Samtidig står de fleste bygg i minst 50-100 år og derfor vil det å gå for passive løsninger, som reduserer energiforbruket være en god investering (Dokka og Andresen 2012).

10.6 Norsk Standard

De norske kriteriene for passivhus og lavenergibygninger er definert i NS 3700 (utg. 2013) for boligbygninger og NS 3701 (utg. 2012) for yrkesbygninger. Begge standardene stiller overordnede kriterier (*Tabell 5*), og minstekrav (*Tabell 6*) (SINTEF Byggforsk 2013).

For både NS3700 og NS3701 skal energibehovsberegninger utregnes i henhold til NS 3031. Disse kriteriene vil gjelde for hele bygninger, men det er også mulig å bruke kriteriene til å prosjektere deler av en bygning (Standard Norge, NS 3701 2012), (Standard Norge, NS 3700 2013).

Overordnede kriterier omfatter

- Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap
- Oppvarmingsbehov (romoppvarming og ventilasjonsvarme)
- Kjølebehov
- Energibehov til belysning (kun for yrkesbygninger)
- Energiforsyning

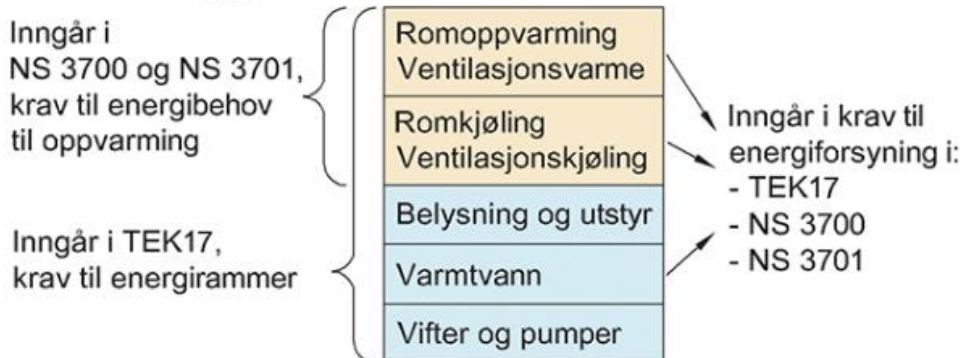
Tabell 5- Overordnede kriterier i henhold til NS 3700 og NS 3701 (SINTEF Byggforsk 2013).

Egenskap	TEK17- krav	Passivhus-krav
1. U-verdi yttervegg (W/m ² K)	≤ 0.18	≤ 0.15
2. U-verdi tak (W/m ² K)	≤ 0.13	≤ 0.13
3. U-verdi gulv (W/m ² K)	≤ 0.10	≤ 0.15
4. U-verdi vinduer og dører (W/m ² K)	≤ 0.8	≤ 0.8
5. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 80%	≥ 80%
6. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	≤ 1.5	≤ 1.5
7. Lekkasjetall	≤ 0.6	≤ 0.6
8. Normalisert kuldebroverdi	≤ 0.05 for småhus ≤ 0.07 øvrige bygninger	≤ 0.03

Tabell 6- Energitiltak TEK17 og passivhus (Standard Norge, NS 3701 2012), (Lavenergiprogrammet 2016).

I kravet til energibehov for passivhus inngår kun oppvarming og kjøling, altså ikke totalt energibehov som i TEK17. I energirammene til teknisk forskrift inngår belysning, varmtvann samt vifter og pumper.

© SINTEF Byggforsk



Figur 1-Oversikt over hvilke deler av totalt netto energibehov som inngår i noen av kravene i NS 3700, NS 3701 og TEK10 (SINTEF Byggforsk 2013).

10.6.1 Overordnede kriterier i NS3701

10.6.1.1 Varmetapstall for transmisjons – og infiltrasjonstap

Definert som:

$$H''_{tr,inf} = \frac{H_{tr,inf}}{A_s} \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

- $H_{tr,inf}$ er varmetapskoeffisienten for transmisjons – og infiltrasjonstap (W/K)
- A_{fl} er oppvarmet del av bruksarealet (m^2)

Varmetap	Detaljering
Transmisjon	Gjennom klimaskjermen, dvs. fra oppvarmet del av bruksarealet (BRA), A_{fl} , mot: <ul style="list-style-type: none"> - uteluft - uoppvarmet areal - grunnen - Inkludert i klimaskjermen er vinduer, dører og porter samt kuldebroer.
Infiltrasjon	Luftlekkasjer gjennom klimaskjermen

Tabell 7- Varmetransportkoeffisienter som inkluderers i varmetapstallet (SINTEF Byggforsk 2013).

Krav til høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap for passivhus skal bestemmes etter ligningen i *Tabell 8*. Det skal benyttes verdier for de enkelte bygningskategoriene etter *Tabell 9* (Standard Norge, NS 3701 2012).

Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap, $H''_{tr,inf}$	
$\left(\frac{W}{m^2 K} \right)$	
Bygning der $A_{fl} < 1000 m^2$	Bygning der $A_{fl} > 1000 m^2$
$H''_{tr,inf,0} + W \frac{(1000 - A_{fl})}{100}$	$H''_{tr,inf,0}$

Tabell 8- Høyeste varmetapstall for transmisjons- og varmetapstall (Standard Norge, NS 3701 2012).

Bygningskategori	Passivhus	
	$H''_{tr,inf}$ $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$	W $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$
Barnehage	0.40	0.014
Kontorbygning	0.40	0.009
Skolebygning	0.40	0.013
Universitets- og høgskolebygning	0.40	0.014
Sykehus	0.40	0.014
Sykehjem	0.40	0.014
Hotellbygning	0.40	0.014
Idrettsbygning	0.45	0.010
Forretningsbygg	0.40	0.014
Kulturbygning	0.40	0.012
Lett industribygning, verksted	0.40	0.017

Tabell 9- Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap (Standard Norge, NS 3701 2012).

10.6.1.2 Oppvarmingsbehov

Både varme avgitt fra varmeanlegget (romoppvarming) og varmebatteri i ventilasjonsanlegget (ventilasjonsvarme) inngår i oppvarmingsbehovet. Oppvarming av varmtvann inngår ikke.

Etter ligningene i *Tabell 10* beregnes kravet til høyeste netto spesifikt energibehov til oppvarming for passivhus. Fra *Tabell 11* hentes verdier for forskjellige bygningskategorier.

Årsmiddeltemperatur θ_{ym}	Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$	
	Bygning $A_{fl} < 1000 \text{ m}^2$	Bygning $A_{fl} \geq 1000 \text{ m}^2$
$\geq 6.3 \text{ }^\circ\text{C}$	$EP_{H,0} + X \frac{(1000 - A_{fl})}{100}$	$EP_{H,0}$
$< 6.3 \text{ }^\circ\text{C}$	$EP_{H,0} + X \frac{(1000 - A_{fl})}{100} + (K_1 + K_2 \frac{(1000 - A_{fl})}{100})(6,3 - \theta_{ym})$	$EP_{H,0} + K_1(6,3 - \theta_{ym})$

Tabell 10- Høyest beregnede spesifikt energibehov til oppvarming (Standard Norge, NS 3701 2012).

Bygningskategori	Passivhus			
	$EP_{H,0}$	X	K_1	K_2
Barnehage	25	1.55	3.6	0.15
Kontorbygning	20	0.85	3.6	0.10
Skolebygning	20	1.30	3.5	0.15
Universitets- og høyskolebygning	20	1.50	3.7	0.10
Sykehus	20	1.30	4.7	0.15
Sykehjem	20	1.20	4.3	0.12
Hotellbygning	25	1.40	4.0	0.10
Idrettsbygning	20	0.80	3.8	0.10
Forretningsbygg	25	1.40	4.6	0.12
Kulturbygning	25	1.30	3.5	0.11
Lett industribygning, verksted	25	1.70	3.8	0.15

Tabell 11- Verdier for forskjellige bygningskategorier (Standard Norge, NS 3701 2012).

10.6.1.3 Kjølebehov

Termisk komfort skal oppnås med svært lavt energibehov til kjøling av romluft og/eller tilluft.

For steder med høyere dimensjonerende sommertemperatur (DUT_s) enn 20 °C , er kjølebehovet avhengig av DUT_s på stedet og bygningskategori. For bygninger med lavere DUT_s enn 20 °C , er ikke kjøling tillatt.

Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling bestemmes etter ligningen i *Tabell 12*. Verdier for de enkelte bygningskategorier hentes fra *Tabell 13*.

DUT_s	Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$
$> 20\text{ °C}$	$\beta (DUT_s - 20)$
$\leq 20\text{ °C}$	0

Tabell 12- Krav til høyest beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling (Standard Norge, NS 3701 2012).

Bygningskategori	β
Barnehage	0.75
Kontorbygning	1.4
Skolebygning	0.75
Universitets- og høyskolebygning	1.5
Sykehus	2.9
Sykehjem	1.6
Hotellbygning	1.5
Idrettsbygning	0.9
Forretningsbygg	3.3
Kulturbygning	1.2
Lett industribygning, verksted	1.1

Tabell 13- Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling (Standard Norge, NS 3701 2012).

10.6.1.4 Energibehov til belysning

Beregnet årlig spesifikt energibehov til belysning, uttrykt ved LENI, skal ikke overstige kravet gitt i *Tabell 14* LENI skal dokumenteres etter NS-EN15193.

Bygningskategori	LENI kWh/(m² · år)	Gjennomsnittlig effektbehov i driftstiden W/m²
Barnehage	13.0	5.0
Kontorbygning	12.5	4.0
Skolebygning	9.9	4.5
Universitets- og høyskolebygning	14.0	4.5
Sykehus	29.1	5.0
Sykehjem	29.1	5.0
Hotellbygning	17.5	3.0
Idrettsbygning	14.5	5.5
Forretningsbygg	28.1	7.5
Kulturbygning	17.2	6.0
Lett industribygning, verksted	10.5	4.5

Tabell 14- Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til belysning (Standard Norge, NS 3701 2012).

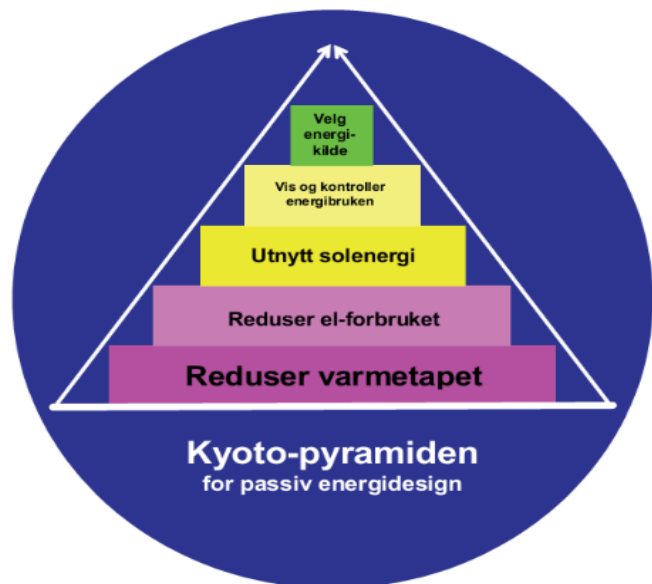
10.7 Energidesign

10.7.1 Kyoto- pyramiden

Ved prosjektering av et passivhus har det lenge vært stort fokus på besparelse av energi ved tekniske installasjoner, men ikke i like stor grad ved hjelp av passive grep i utformingen av bygget. Strategier som er viktige å dra inn tidlig i prosjekteringsfasen for veiledning, handler om hvordan man ved prioritering og planlegging kan kombinere ulike energibesparende tiltak. Dette for å få sluttproduktet mest energieffektivt og innenfor de passivhuskravene som er satt for det enkelte prosjektet. Det finnes ulike strategier å følge, men de har alle samme mål. Ønsket er å minimere energibruken på den mest energieffektive måten. Kyoto-pyramiden er en strategi som er mye brukt for å komme frem til et effektivt energidesign. Energidesign handler om både bygget og forholdene rundt. Det vil si plassering, orientering, form, dagslys, valg av materiale, infrastruktur og minimere el-forbruk. Ved hjelp av Kyoto-pyramiden vil man trinnvis minimere faktorer som gjør målet for passivhusene er enklere å nå (Wall 2012).

Kyoto-pyramidens trinn:

1. Reduser varmetapet
2. Reduser el-forbruket
3. Utnytt solenergi
4. Vis og kontroller energibruken
5. Velg energikilde



Figur 2- Kyoto-pyramiden for passivt energidesign (Wall 2012).

1. Redusere varmetapet

Å redusere varmetapet til et bygg kan gjøres på ulike måter. Noen byggetekniske løsninger som isolasjonsmengde, minimalisere luftlekkasje og kuldebroer, vinduer med lav u-verdi og gjenvinning av varmen i ventilasjonsluften er gode energibesparende tiltak. I tillegg har plassering og utforming av bygget stor innvirkning på reduksjonen av varmetapet. I mange tilfeller er det formen på bygget som kan avgjøre om passivhuskravene blir nådd. Den mest

optimale formen for et bygg er en kule, da denne gir minst mulig overflate. Ved prosjektering av passivhus vil man derfor planlegge minst mulig utvendige overflater på en arealeffektiv måte. Ved bruk av enkle former vil man også minske faktorer som har innvirkning på lekkasjetallet, som resulterer i at varmetapet holdes lavt. Dette er hovedgrunnen til at passivhus ofte har en bygningskropp bestående av rette vinkler og få innhugg (Lavenergiprogrammet 2013).

Ved plasseringen av bygget bør det tas hensyn til skygger fra vegetasjon og eksisterende bygg, samt planlagte nybygg. Dette for å kunne utnytte solenergien på best mulig måte (Anda og Bjelland 2012).

2. Redusere el-forbruket

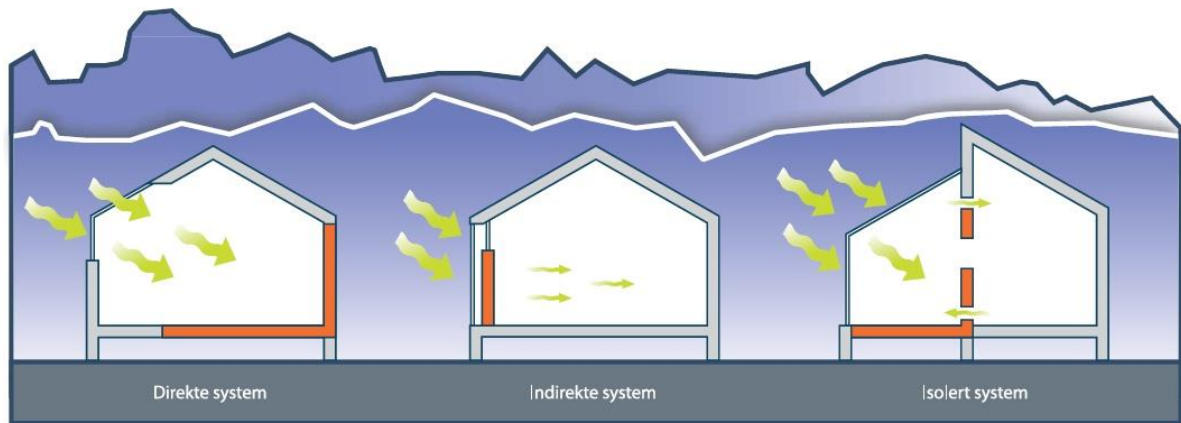
Tiltakene for å redusere el-forbruket i passivhus er mange. Energieffektiv belysning ved behovsstyring er et tiltak som er mye brukt, og vist seg å være effektivt. Det å utnytte sollyset mest mulig er et viktig prinsipp i prosjekteringen av passivhus slik at el-behovet skal bli lavere. Energieffektivt ventilasjonssystem vil i stor grad påvirke det økonomiske perspektivet for prosjektet. Det er derfor viktig å effektivisere og designe kanalnett med lavt trykktap og enkle løsninger, slik at bygget er med på besparelse av viftedriften. Reduksjon av kjølebehovet vil også ha stor innvirkning på bruken av energi, siden det i store bygg brukes mer energi til nedkjøling enn til oppvarming. Det kan også brukes løsninger som takutstikk over gangveier eller plasser der det ville vært varmekabler i grunnen for å få fjernet snø og is for å tilfredsstille krav om fremkommelighet, ved eksempelvis inngangspartiet til et sykehus (Lavenergiprogrammet 2013).

3. Utnytt solenergi

Ved å utnytte solstrålene kan man varme opp eller lagre varme for senere bruk i bygg på en lønnsom måte. Det som er mest effektivt for bruk av solstrålene er ved såkalt passiv solvarme, der solstråler slipper gjennom glass og andre transparente materialer og varmer opp rom, materialer og gjenstander som avgir varmeenergi (Fornybar 2016).

De tre mest kjente metodene for passiv solvarme er:

- Direkte systemer:** Ved å plassere vinduene sydvendt, og til dels øst- og vestvendt vil bygningen få tilført varme på dagtid. Denne metoden vil få innnetemperaturen til å variere over døgnet og ved bruk av bygningsmaterialer med høy varmelagringskapasitet vil det bidra til oppvarming om natten (Fornybar 2016).
- Indirekte systemer:** Her brukes bygningselementer som er utformet som solfanger. Ved mørkt fargevalg og transparent dekklag vil bygningselementene fange opp og lagre varmen fra solstrålene. Dimensjoneres veggene ved at varmebølgene utgis i rommet ved kvelds- og nattestid, har man utnyttet denne metoden på best mulig måte (Fornybar 2016).
- Isolerte systemer:** Dette systemet går ut på at et glassrom fungerer som en solfanger. Glassrommet varmes opp og tilfører varme inntil eller rundt bygningen. Glassrommet holdes ikke oppe til vanlig innnetemperatur, dette for å gjøre denne løsningen lønnsom ved tanke på oppvarmingskostnader. Når det er kaldt utendørs fungerer isolerte systemer som en hindring mot uteklimaet og reduserer tapet av varme fra tilhørende bygninger (Fornybar 2016).



Figur 3- Prinsippkisse for de viktigste passive konseptene (Fornybar 2016).

Systemene for passiv solvarme vil ikke alltid fungere like bra i passivhus. Ulemper som varierende innetemperatur vil få ventilasjonssystemet til å bruke mer energi på å justere temperatur og luftstrøm. Store glassflater har mye høyere u-verdi enn resten av byggkonstruksjonen, og når kravene for passivhus tar utgangspunkt i gjennomsnittsverdien i bygningsdelen, kan for mye glassflater føre til et høyere varmetap (Dokka og Andresen 2012).

4. Vis og kontroller energibruken

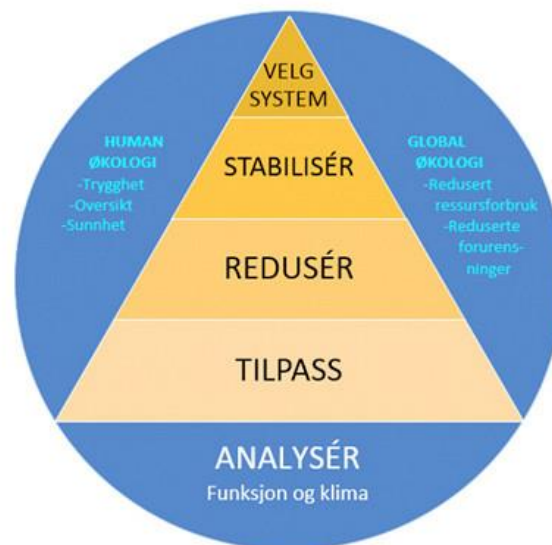
Simulering av energibehovet til bygget, gjøres i henhold til NS3031. Resultatet blir veid opp mot kravene til passivhus i NS3700/NS3701. Dette bør gjøres flere ganger i designfasen for å optimalisere bygningen. Ved å designe med tanke på energibruk for brukere når bygget er i drift, vil det gjøre tilretteleggingen enklere og bidra til lavere energibruk (Lavenergiprogrammet 2013).

5. Velg energikilde

Når alle nivåene over er gått gjennom og man står igjen med et bygg som krever lite energi, med energieffektive installasjoner og god utnyttelse av solenergi, velges hvor energiforsyningen skal komme fra. På denne måten kan vi velge en energiforsyning som er tilpasset energiforbruket til bygget. Energikilden vil variere ut fra beliggenhet og lokale forhold, og eventuelle fjernvarmekonsesjon i området (Lavenergiprogrammet 2013).

10.7.2 LIMA- pyramiden

En annen strategi for å forutsette og beskrive passive grep i utformingen av et bygg er Lima-pyramiden. Den tar for seg fire nivåer hvor man innhenter informasjon og aktuelle tiltak som integreres i prosjektet for å få frem et helhetlig energikonsept. Viktige deler av denne strategien er romutforming, byggeform og materialvalg. Den refererer til Kyoto-pyramiden, men skal maksimere utnyttelsen av passive energitiltak og redusere behovet for tekniske installasjoner (Gaia Lista, Asplan Viak, Treteknisk Institutt, Silvinova 2014).



Figur 4- LIMA- pyramiden (Gaia Lista, Asplan Viak, Treteknisk Institutt, Silvinova 2014)

1. Tilpass for tiltak som kan effektivisere utnyttelsen av energistrømmer og energirelaterte påkjenninger i det ytre miljø. Eksempelvis utnyttelse av lokale vindforhold for nedkjøling.
2. Redusering går videre inn på reduksjon av energibehov fra det tilpasningen ikke får effektivisert videre fra. Eksempelvis bruk av lavtempererte rom mot yttervegg og varmeisoleringsring av innervegg.
3. Stabilisering tar for seg disponering og effektivisering av energistrømmene i forhold til bruksjusteringer og lokale klimaforandringer. Eksempelvis holde et jevnt temperatur- og fuktinnivå i rommet ved hjelp av utforming og materialbruk.

4. Valg av system omfatter ivaretagelse av restbehovet etter de overgående punktene er gjennomført. Regnskapet for energibehov til drift og vedlikehold må være inkludert i valg av aktuelle system. Eksempelvis energidistribusjon og ventilasjon basert på naturlige drivkrefter.

(Gaia Lista, Asplan Vlak, Treteknisk Institutt, Silvinova 2014)

10.8 Inneklima og innemiljø

Måten vi bygger på har endret seg og vil fortsette å endre seg, mye fordi teknologien utvikler seg og energifokuset øker. Dette, sammen med hvordan vi bruker og innreder bygningene våre, er endringer som foregår uten at vi vet noe om de helsemessige konsekvensene. I Tyskland og Østerrike viser studier at inneklimaet i passivhus er like bra eller bedre enn andre referanseprosjekter, likevel er skepsisen her i landet stor. Vi vet for lite om hvordan det norske klimaet påvirker passivhus, og derav innvirkningen på inneklimaet. Å få nok kunnskap om inneklima og hvordan helsetilstanden til beboere utvikler seg over tid er svært viktig.

(Holøs, Maltha og Berge 2013)

Foreløpig finnes det få dokumenterte resultater om hvordan inneklimaet er, med tanke på temperatur, fukt og luftkvalitet ved passivhus her i Norge, og da spesielt langtidserfaringer (Lavenergiprogrammet 2013).

Konseptet passivhus handler spesielt om å redusere energibruken, men konseptet har en bakside med at det er fullt mulig å lage dårlige løsninger når det kommer til arkitektur, byggteknikk og inneklima. Om vi da ser nærmere på inneklima så viser studier at energisparende tiltak og endringer i teknologi opp gjennom årene har ført til forverring av inneklima, og dermed gått på bekostning av beboerens helse (Thomsen og Berge 2012).

Plager som astma og allergi er moderne sykdommer som sannsynligvis kan spores til dårlige hus og dårlig inneklima. Dette kan komme på grunn av fukt, forvarming av luft, forurensende oppvarmingssystemer, og kjemisk avgassing fra materialer og maling. I tillegg er det mange materialer og stoffer som er eller kan være kreftfremkallende, eksempelvis radon fra grunnen. Stress og søvnproblemer er noe som også kan oppstå ved at luftbåren varme forårsaker trekk, tørr luft og irritasjon i luftveiene og lavfrekvent støy fra ventilasjonsanlegget. Dette er noe som kan påvirke den fysiske helsen ved dårlig innemiljø. Den mentale helsen og trivselen blir

også påvirket av estetikk, harmoni, farger, romform, materiale og symbolbruk som vil spille inn på hvordan innemiljøet oppfattes (Butters og Leland 2012).

En kjent modell er innemiljøets syv søstre:

1. Termisk innemiljø	Omhandler kroppens varmebalanse med omgivelsene, dvs. temperatur, luftfuktighet, trekk, kaldras, påkledning og aktivitet.
2. Atmosfærisk innemiljø	Handler om luftkvalitet og luftforurensning, dvs. partikler, fibre, emisjoner, gasser, allergener, toksiner og lukt.
3. Akustisk innemiljø	Dreier seg om lydoppfattelse, støy, vibrasjoner, lydoverføring, etterklangstid osv.
4. Aktinisk innemiljø	Gjelder kvaliteten og styrken på lyset, men også ioniserende stråling (radon) samt elektromagnetisk stråling.
5. Mekanisk innemiljø	Omfatter funksjonsmessig utforming, dimensjonering, rekkevidde, sittestillinger, sikring mot skader (f.eks. skliing på glatte gulvbelegg) osv.
6. Psykososialt innemiljø	Går på mellommenneskelige relasjoner, f.eks. forholdet mellom kolleger i arbeidssituasjonen, tilrettelegging av arbeidsoppgaver osv.
7. Estetisk innemiljø	Omfatter alt som innvirker på sansene våre – syn, hørsel, smak, lukt osv.

Tabell 15- Innemiljøets syv søstre (Butters og Leland 2012).

Disse faktorene legger grunnlaget for et godt innemiljø både i bolig og på arbeidsplassen. Vi kan dele de opp og definerer inneklime til å være de første fem faktorene, legger til de to siste og definerer det til innemiljø (Norges Astma- og Allergiforbund 2016).

I tillegg er det en rekke andre faktorer som påvirker brukerne av bygget på ulike måter, og vil være avgjørende for å ha et godt inneklima og innemiljø.

Luft: Hensikten med ventilasjon er å fjerne forurensninger i luften som for eksempel støvpartikler, avgassinger og fuktighet og tilføre rein og frisk luft. Dårlig ventilasjon i byggene kan føre til trøtthet, hodepine, nedsatt konsentrasjon, økt irritasjon i slimhinner og økt hyppighet av luftveisinfeksjoner. Regelmessig vedlikehold er derfor nødvendig om anlegget skal fungere som det skal (Norges Astma- og Allergiforbund 2017).

Temperatur: Den ideelle innetemperaturen ligger mellom 20-22 °C. Dersom temperaturen er for høy, kan det gi nedsatt konsentrasjon, trøtthet og hodepine. I skoler og kontorer kan dette føre til nedsatt produktivitet. Høy innetemperatur gjør oss også mer følsomme for forurensninger i luften, fordi det bidrar til å tørke ut tårevæsken i øynene. Avgassing fra materialer vil også øke jevnt med varmen (Norges Astma- og Allergiforbund 2017).

Lys: Dagslys er viktig for helsen vår, og dette er godt dokumentert. Det er viktig for hormonproduksjon, humøret og trivselen (Butters og Leland 2012). Dagslys er det som styrer døgnrytmen og holder oss våken og opplagte. Dagslys kan ikke erstattes av kunstig belysning (Holøs, Maltha og Berge 2013).

Støy: Støy er noe som kan plage og irritere mange, og er for noen et betydelig helseproblem. Passivhus har redusert støy utenfra grunnet god lufttetthet og varmeisolering. Støy som oppstår innendørs vil til gjengjeld bli mer merkbare (Holøs, Maltha og Berge 2013).

Fukt: I SINTEF byggforsks skadearkriv er fukt årsaken til om lag 76% av alle prosessforårsakede byggeskader, fukt innenfra er årsaken til ca. 20 % av disse. Fukt er den vanligste årsaken til byggeskader og det er stor enighet om at fuktskader er en stor risiko for innemiljøet (Holøs, Maltha og Berge 2013). Fukt- og muggsopp-skader i bygninger gir økt risiko for å få astma eller en forverring av eksisterende astma (Norges Astma- og Allergiforbund 2017).

Overlege Jan Vilhelm Bakke i Arbeidstilsynet er spesialist på innemiljø og helse, han har i Aftenposten advart mot dårlig innemiljø i passivhus. Bakke er bekymret for at det ikke er publisert noe litteratur der de tekniske løsningene er risikovurdert, mulige helsekonsekvenser er vurdert samt sannsynligheten for at de kan oppstå. Bakke mener og at måten passivhus

bygges på, med strenge krav til tetthet, tykke vegger og avhengighet av et spesielt ventilasjonssystem vil medføre tre hovedproblem.

1. Risiko for fuktskader. Med tykke vegger og tette hus er det vanskelig å få fukten ut igjen om man da ikke tørker, eller er sikker på at materialet ikke blir fuktig under byggeprosessen.
2. Passivhusene blir for varme om sommeren. Å bli kvitt varmen er vanskelig. Husene er også svært avhengig av solskjerming som minker sollys inn i bygget. Redusert våkenhet og trivsel er noe som kommer av mangel på dagslys.
3. Husene er for teknisk kompliserte for brukeren. Å gjøre feil er noe alle mennesker kan gjøre, derfor bør hus være «tilgivende», som betyr at brukeren kan gjøre feil uten at det er farlig. Ved passivhus er det derimot mye som kan gå galt om man ikke forstår eller greier å bruke de tekniske installasjonene riktig.

I samme artikkel i Aftenposten mener derimot Sverre B. Holøs fra SINTEF Byggforsk at passivhusene er godt nok testet ut, men at man heller ikke er i mål med alt. Holøs sier: «Elementene som utgjør passivhus er kjent bygningsfysikk, og man vet rimelig godt hva helseeffektene er.»

Samtidig påpeker han at gamle boliger har et mye verre innemiljø. Mange stenger luftventilene i vinduet om vinteren, og dermed sperrer ventilasjonen. Samtidig er mange gamle bygninger ganske tette, dårlig isolert og har fuktskader.

At bruken er for komplisert for brukeren er Holøs heller ikke enig i. Å skifte filter og vaske litt med noen måneders mellomrom er ikke så mye vanskeligere enn å bo i tradisjonelle boliger.

Bakke sier avslutningsvis: «Vi må ikke glemme hvorfor vi bygger hus. Det er fordi menneskene som bor der skal ha det bra, ikke fordi de skal bruke så lite energi som mulig.» (Sjøberg 2011).

10.9 Fukt og tetthet i passivhus

En av de beste måtene å tilfredsstille kravene for energibesparelse til et passivhus på er ved å holde bygget tett. Dette fører imidlertid til mulige ulemper som fukt og råte. Årsaken kan komme fra både utsiden og innsiden av bygget, og er derfor viktig å ta hensyn til for å forebygge skader som muggvekst og dårlig inneklime, som nevnt i kapittel 10.8. Øverst i ytterveggen og yttertaket er de mest problematiske områdene i henhold til fukttransport, fordi det er her trykkdifferensen er størst. Det er derfor viktig å tette nøye i overgangen yttervegg og tak. Passivhus har mye isolasjon som vil holde på fukten om det først vil bli utsatt for det. Om fukt trenger inn i konstruksjonen vil fare for muggvekst og råteskade være stor (Lavenergiprogrammet 2016). De ulike måter fukten kan transporteres rundt i vegger på er ved diffusjon og konveksjon.

Diffusjon:

Som vil si spredning av stoff i et annet. Her vil varm luft med molekyler og ioner i stor bevegelse, bevege seg utover i rommet hvor luften er kjøligere (Store norske leksikon 2016).

Konveksjon:

Som i dette eksempelet vil si å forflytte varme ved hjelp av strømninger. Luftstrømmen oppstår ved ulikt lufttrykk inne og ute som kan forekomme på grunn av vind, vifter inne eller lignende. Luftstrøm gjennom en vegg kan transportere mye fuktighet og det er derfor viktig å forhindre luftlekkasjer i bygget ved hjelp av god tetting (Lavenergiprogrammet 2016).

Det er viktig å ta stilling til disse utfordringene i prosjekteringsfasen for å hindre en bygningskropp med mange overganger, kuldebroer, gjennomføringer, skjøter og andre kritiske bygningsformer og enkle tak- og bygningsdetaljer som vil gjøre tettingen av bygget vanskelig. Ved å konstruere passivhus med en enkel veggkonstruksjon vil det bli lettere å minske luftlekkasjer og varmetap. Kritiske bygningsdetaljer bør tegnes nøye for at utførelsen skal gjøres korrekt, og det ikke oppstår problemer under konstruksjonsfasen, eller i ettertid av ferdigstillelsen. (Lavenergiprogrammet 2016).

Er det hull i dampspærren eller skjøter som ikke er gode nok, vil den varme fuktige luften trekke ut gjennom veggen. Det er ved hjelp av diffusjonstett dampspærre man hindrer fuktig luft inn i konstruksjonen. Denne gir et godt energieffektivt bygg fordi den hjelper å holde bygget tett, altså lite lekkasjer. Det brukes dampspærre og vindspærre for blant annet å hindre

luftstrømmer i konstruksjonen. Her er det viktig at håndverkeren gjør en nøye jobb og ikke slurver med tettingen. Vi deler luftlekkasje i to ulike former, gjennomblåsning og anblåsning. (Lavenergiprogrammet 2016).

Gjennomblåsning

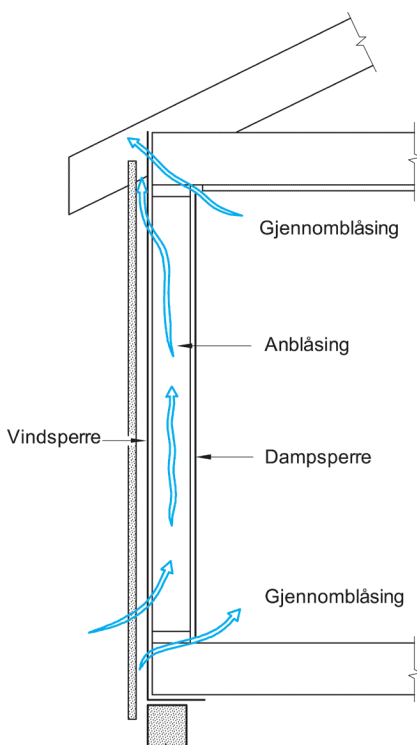
Om luften strømmer gjennom vindsperre og dampsperre blir dette kalt gjennomblåsning, som vist i *Figur 5*. Her er et tiltak å montere en helt tett dampsperre. Om det er vanskelig, som ved bjelkelag, vil vindsperre være det eneste som hindrer luftgjennomtrengningen.

(Lavenergiprogrammet 2016).

Anblåsning

Dette skjer ved at kald luft trenger inn i isolasjonen gjennom en åpning og ut igjen et annet sted i vegg, som vist i *Figur 5*. Isolasjonen blir av dette avkjølt og varmetapet øker som et utfall av dette. Ved å montere en helt tett vindsperre vil dette problemet bli løst. Vindsperra må være diffusjonsåpen, som betyr at det blir sluppet fuktighet ut av vegg, mens vinden blir holdt ute. (Lavenergiprogrammet 2016).

For at en luftlekkasje skal oppstå er det avhengig av forskjellig trykk på hver side av en utett konstruksjon. Trykkforskjellen er størst ved sterk vind, men temperaturforskjeller eller ventilasjonsvifte kan også forårsake luftlekkasjer. (SINTEF Byggforsk 2003).



Typiske steder luftlekkasje oppstår er ved:

- Skjøter
- Overganger mellom bygningsdeler
- Gjennomføringer til rør og lignende
- Vinduer, dører, bjelker og lignende som har kontakt med grunnen gjennom konstruksjonen.

Figur 5- Anblåsning og gjennomblåsning (SINTEF Byggforsk 2003).

Lufttetthet beskrives ved lekkasjetall.

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V} (h^{-1})$$

Lekkasjetallet n_{50} angir antall luftvekslinger ved 50 Pa trykkforskjell mellom inne og ute.

V_{50} er samlet lekkasjeluftmengde (m^3/h) ved 50 Pa

V er innvendig volum (m^3). Innvendig volum er det samme som oppvarmet volum i NS 3031

(Anda og Bjelland 2012)

10.9.1 Hygroskopiske materialer

Ved bruk av hygroskopiske materialer kan man bli kvitt fuktproblemer i enkelte rom, uten å belaste ventilasjonssystemet i stor grad. Eksempler på materialer som har evnen til å ta til seg fukt for å avgi det senere er gips, leire, kalsiumsilikatplater og tre. Fuktbufring har liten betydning om ikke rommets relative fuktighet har en døgnvariasjon. Løsningen går ut på å ha en vegg med eksempelvis leirepuss på badet, som vil ta til seg den kortvarige fuktbelastningen og avgi den senere på dagen. Dette vil ikke gi en periode hvor fuktnivået i rommet er mye høyere enn normalen. Ventilasjonssystemet vil bruke mindre energi på å transportere fuktigheten bort fra rommet, i det tidspunktet leirepussen trekker til seg store deler av fuktigheten som kommer fra dusjen når den er i bruk. Denne løsningen kan brukes i rom som er utsatt for et par doser fukt i løpet av en dag. Soverommet er også et eksempel på hvor man kan holde fuktnivået nede i løpet av natten, ved hjelp av hygroskopiske materialer. I rom som soverom vil ikke fuktbufring ha like stor effekt som i rom der det blir brukt mye vann, som på bad. Energibesparelsen vil være størst i de rommene fuktighetsnivået er størst.

GAIA-nettverket jobber for å få dette mer inn i dagens byggenæring. De vil regne ut hvor mye materiale som trengs for å opprettholde en god fuktbalanse i rom, slik at man kan begrense bruken av forebyggende tiltak som bruker energi. Det må uansett tas hensyn til kravet om minst tillatte gjennomsnittlig luftmengde til bruk i energiberegninger, som står i NS3701:2012, tabell A.2. Dette fordi for lav luftmengde ikke skal kunne manipulere energiberegningen med lave prosjekterte luftmengder, og fordi lav luftmengde kan gå utover inneklimate. (Butters og Leland 2012)

10.10 Ventilasjon

Ventilasjon i passivhus skal bidra til et sunt innneklima, med minst mulig tilførsel av ressurser, energi, forurensing, støy og kostnader. Ventilasjonsanlegg vil kreve energi, men hvor mye avhenger av hvilke tekniske løsninger som brukes og hvordan ventilasjonsanlegget er designet. Passivhus er bygd meget tette, slik at all luftveksling er i teorien kun under kontroll av ventilasjonsanlegget. Dette setter store krav til ventilasjonsanlegget (Hestnes og Eik- Nes 2017).

10.10.1 Luftmengde

Det er ikke strengere krav til spesifikk luftmengde i passivhusstandardene (NS3700 og NS3701) enn i gjeldende teknisk forskrift (TEK17).

Ventilasjon i boligbygning	Krav
Minimum gjennomsnittlige frisklufttilførsel i bebodd boenhet som er i bruk. (m ³ per time per m ² gulvareal)	1,2
Minste tilførsel av friskluft til soverom som er i bruk. (m ³ per time per sengeplass)	26
Minimum frisklufttilførsel i rom som ikke er beregnet for varig opphold. (m ³ per time per m ² gulvareal)	0,7
Avtrekk for kjøkken, toalett og våtrom	Tilstrekkelig effekt

Tabell 16- Ventilasjon i boligbygning (Direktoratet for byggkvalitet 2016).

Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning	Krav
Minimum frisklufttilførsel på grunn av forurensninger fra personer med lett aktivitet. (m ³ per time per person)	26
Krav for lufttilførsel ved annet aktivitetsnivå enn lett aktivitet.	Tilfredsstillende
Minimum frisklufttilførsel på grunn av forurensning fra materialer, produkter og installasjoner. (m ³ per time per m ² gulvareal)	2,5 når bruksenheten er i bruk 0,7 når bruksenheten ikke er i bruk
Krav for rom med forurensende aktiviteter og prosesser.	tilstrekkelig avtrekk til at det opprettholdes tilfredsstillende luftkvalitet.

Tabell 17- Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning (Direktoratet for byggkvalitet 2016).

Egenskap	Passivhus	TEK17
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner*	$\geq 80 \%$	$\geq 80 \%$
SFP-faktor ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
Luftlekkasjetall pr. time ved 50 Pa trykkforskjell	$\leq 0,6$	$\leq 0,6$

Tabell 18- Minstekrav til komponenter, systemer og lekkasjetall (Standard Norge, NS 3701 2012), (Direktoratet for byggkvalitet 2016).

* I bygninger der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning eller smitte, er minstekravet $\geq 70\%$

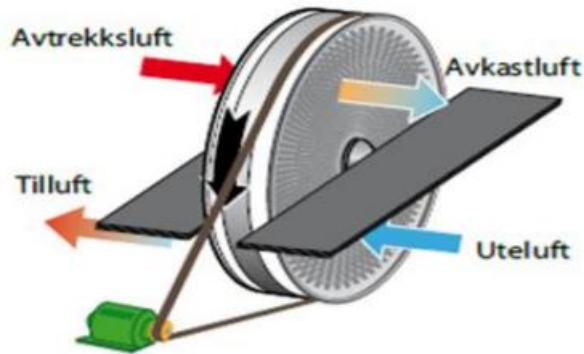
SFP-faktor (Specific Fan Power kW/(m³/s)) beskriver energieffektiviteten til ventilasjonsanlegg. SFP-faktoren avhenger av antall kW brukt på å flytte en kubikkmeter i sekundet. Det er derfor viktig å ha lavest mulig trykkfall i ventilasjonsanlegget. Spesielt i store bygg vil energibehovet for vifter være en stor post i energibudsjettet.

Riktig utforming av kanalnettet og komponenter i ventilasjonsanlegget er viktig for å oppnå et lavt energi- og effektbehov. Varmetapene minskes og utfordringene med vindtetting reduseres også ved å plassere aggregat og kanaler innenfor klimaskjermen. Dette krever forøvrig at ventilasjon og kanalsystem dras tidlig inn i planleggingen. Ofte er det en god løsning å planlegge et sentralt plassert teknisk rom, som kan nå mesteparten av bygget med korte kanalføringer. Dette vil ikke bare redusere installasjonskostnadene, men også byggetekniske kostnader (f.eks. nedforinger). Videre er det viktig å isolere friskluftkanalen godt for å unngå utvendig kondens på kanalen. Isolasjonen bør også bestå av en diffusjonstett strømp, slik at vanndampdiffusjon gjennom isolasjonen unngås. Avkastkanalen bør også isoleres dersom det er installert aggregater med høy varmegjenvinningsgrad, fordi dette fører til lav avkasttemperatur (Dokka og Andresen 2012), (Lavenergiprogrammet 2013).

Passivhusstandardene NS3700 og NS3701 stiller ikke strengere krav til ventilasjonsanleggets verdier enn det gjøres i TEK17. Med komponenter menes krav til virkningsgraden til varmegjenvinnere og viftens effektivitet (SFP-faktor). Disse kravene til komponentene innfrir lettest ved bruk av balansert ventilasjon med varmegjenvinning.

10.10.2 Varmegjennvinnere

10.10.2.1 Roterende varmegjennvinner



Figur 6- Roterende varmegjennvinner (Lavenergiprogrammet 2013).

Rotoren varmes og kjøles vekselvis av den varme avkastluften og kalde uteluften. Varme overføres dermed fra den ene luftstrømmen til den andre. Rotasjonshastigheten kan justeres og dermed påvirkes også virkningsgraden. Vanlig virkningsgrad for roterende varmegjennvinner er 70-85%. Kan brukes både i små, desentrale og sentrale aggregater. Dette er i de fleste tilfeller et godt valg, spesielt i kalde innlandstrøk fordi gjenvinningsgraden er høy, selv i kalde perioder (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler

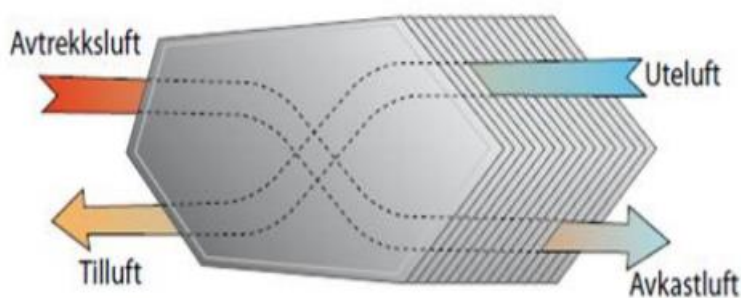
- Temperaturvirkningsgraden er stabilt høy, selv i kalde perioder.
- I praksis er det ikke behov for avriming eller kondensavløp til sluk.
- Ved virkningsgrad over 80-84% er det mulig å greie seg uten varmebatteri.
- Ved å regulere rotasjonshastigheten på rotoren kan vi regulere tilluftstemperatur, eventuelt stoppe rotasjonen helt.
- Hygroskopisk rotor kan overføre fuktighet, dette kan benyttes i bygninger der det er fare for tørr luft om vinteren, eller i bygninger som ønsker relativ høy luftfuktighet. Liten fare for gjenfrysing om vinteren.

Ulemper

- Uten renblåsingssone vil minst 2-4% av avtrekksluften bli overført til tilluften. Med renblåsingssone kan dette reduseres til under 1%. Det er derfor viktig å ikke ha kjøkkenavtrekk gjennom gjennvinneren pga. lukt og gjengroing.

- De små kanalene i rotoren kan være utsatt for tetting og gjengroing om ikke renhold og vedlikehold utføres godt nok. Stillestående over lengre tid kan også føre til tetting, rotoren bør også være i periodisk drift i sommerhalvåret. Renblåsingssone vil også sørge for at mindre smuss og forurensinger legger seg på rotoren.
(Lavenergiprogrammet 2013)

10.10.2.2 Motstrømsvarmevekslere



Figur 7- Motsrømsvarmeveksler (Lavenergiprogrammet 2013).

Motstrømsvarmevekslere fører tilluft og avtrekk mot hverandre. Luftstrømmene er fysisk adskilt, det er derfor ingen fare for luftlekkasjer. Varmen overføres gjennom metallplatene rundt luftstrømmene. I de mest gunstige temperaturer kan virkningsgraden komme opp mot 90%, men motstrømsvarmevekslere er i kalde perioder utsatt for rim, og må derfor avrimes. Virkningsgraden vil i gjennomsnitt være 75-80% i løpet av et år (Lavenergiprogrammet 2013).

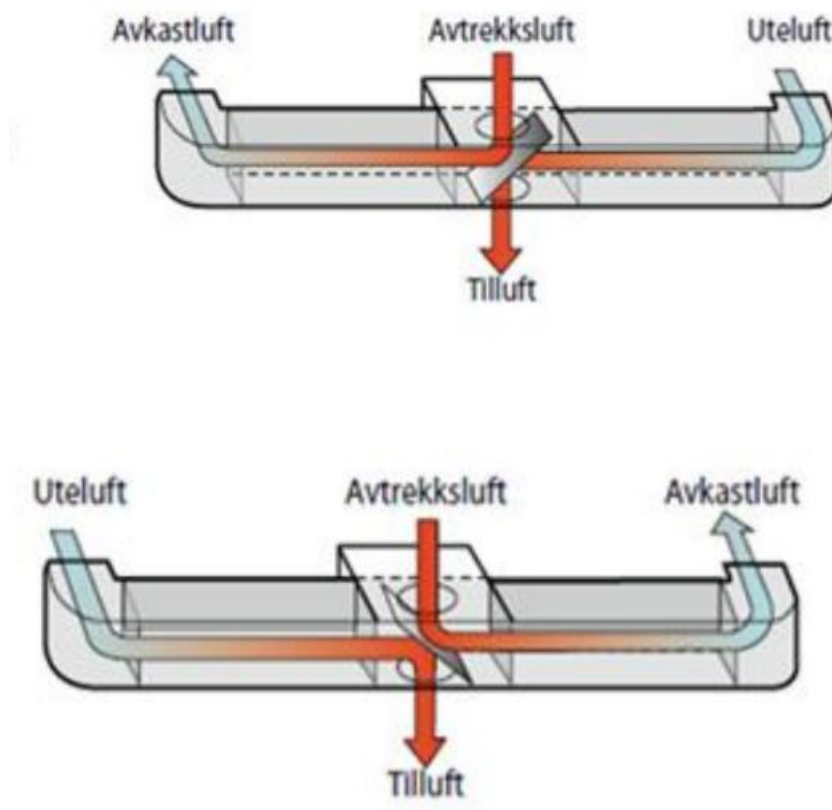
Fordeler

- Under normale fukt og temperaturforhold har denne typen høy varmegjenvinningsgrad.
- Overfører ikke lukt.
- Enkel og robust konstruksjon (ingen bevegelige komponenter).

Ulemper

- I kalde perioder med høy luftfuktighet i bygget kan det dannes rim på varmeveksleren. Automatikk som vanligvis avrimer varmeveksleren er vanligvis et forvarmebatteri som varmer opp tilluften. Det finnes også løsninger som kun slipper inn en viss andel av friskluften i perioder. Dette reduserer virkningsgraden med 10-20%, størst reduksjon finner sted i kalde strøk.
- Motstrømsvarmeveksler kan gi uønsket høy tillufttemperatur i sommerhalvåret, og må derfor utstyres med bypassløsninger som kan føre tilluften utenom varmegjenvinneren (Lavenergiprogrammet 2013).

10.10.2.3 Kammergjenvinner



Figur 8- Kammergjenvinner (Lavenergiprogrammet 2013).

Kammervarmegjenvinner består av to separate kassetter og et spjeldhus. I hver kassett er det mange små kanaler som luften føres gjennom. Kanalene kan bytte på å ta opp varme fra

avtrekksluften og avgi varme til tilluften. Dette byttet skjer ved et spjeld som skifter retning, f.eks. hvert minutt, og er styrt med et koblingsur. De beste kammervarmegjenvinnerene har temperaturvirkningsgrad opp mot 85%, og kan dermed være godt egnet for passivhus (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler

- Høy temperaturvirkningsgrad
- Trenger ikke å avrimes pga. endringen i luftretning.
- Kan greie seg uten varmebatteri, men ikke i de kaldeste periodene.
- Kan regulere tilluftstemperatur i varme perioder ved å regulere rotasjonsintervallene på spjeldet.
- Noen kammergjenvinnere består av hygroskopisk materiale, og kan derfor overføre litt fuktighet fra avtrekksluft til tilluft.

Ulemper

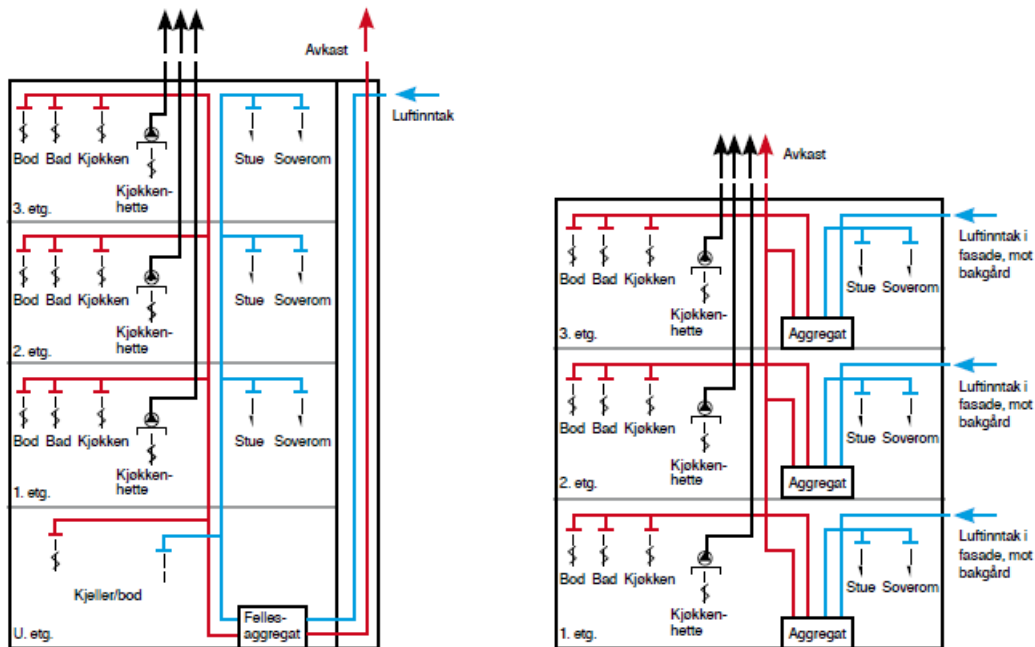
- Kan overføre noe lukt fra avtrekk til tilluft.
- Det finnes pdd. få leverandører og dokumentasjon.
- Lite brukt i Norge pga. bevegelige deler.

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.10.3 Sentrale eller desentrale løsninger

Ved planlegging av ventilasjonsløsninger i bygg står man overfor et valg om man skal ha et stort (sentralt anlegg) eller flere små ventilasjonsanlegg (desentralt anlegg). Dette er ofte et større dilemma i store leilighetsbygg, der man kan installere et ventilasjonsanlegg for hver leilighet. Sentral løsning er ofte å foretrekke der det er begrensede muligheter for å hente friskluft. Dette kan være vanskelig mtp. for eksempel bilvei i nærheten eller arkitektoniske problem. I sentrale anlegg er ofte aggregatet plassert på taket eller i kjeller. Kanaler blir vanligvis ført i vertikale sjakter gjennom etasjer og deretter distribuert vertikalt ut til forskjellige soner eller boenheter, noe som betyr lange kanalstrek. En fordel med denne løsningen er at service og bytte av filter er enklere enn ved flere mindre anlegg.

Desentrale anlegg har fordelen med å kunne styre tilluftstemperatur og luftmengder for hver leilighet, samt liten risiko for luft og lydoverføring (Lavenergiprogrammet 2013).



Figur 9- Sentrale ventilasjonsanlegg og desentralt ventilasjonsløsning
(Lavenergiprogrammet 2013).

10.10.4 Behovsstyring av ventilasjon

Å behovsstyre ventilasjonen er en enkel måte å redusere energibehovet på, men det er viktig at ventilasjonsanlegget ikke skrur helt av. Kravene i teknisk forskrift må fortsatt oppfylles og luftfuktigheten må ikke bli for høy slik at det dannes muggsopp. Teknisk forskrift (§ 13-2) sier at et rom eller boenhet som er i bruk skal ha minimum frisklufttilførsel på 1.2 m^3 per time per m^2 gulvareal. I rom eller boenhet som ikke er i bruk, kan frisklufttilførselen senkes til 0,7. Dette betyr at vi kan spare ganske mye energi på å justere luftmengden. Det kan gjøres med moderne og avanserte sensorsystemer, eller en enkel bryter som setter hele bygget i «hvilemodus». Denne bryteren demper ventilasjonsaggregatet og stenger alle kurser for belysning og utstyr, utenom kjøll og fryseskap. Dette er en forholdsvis enkel og billig installasjon som kan gi stor økonomisk gevinst. En slik bryter bør plasseres i nærheten av utgangsdøren, for lett tilgjengelighet når man forlater bygget (Lavenergiprogrammet 2013), (Dokka og Andresen 2012).

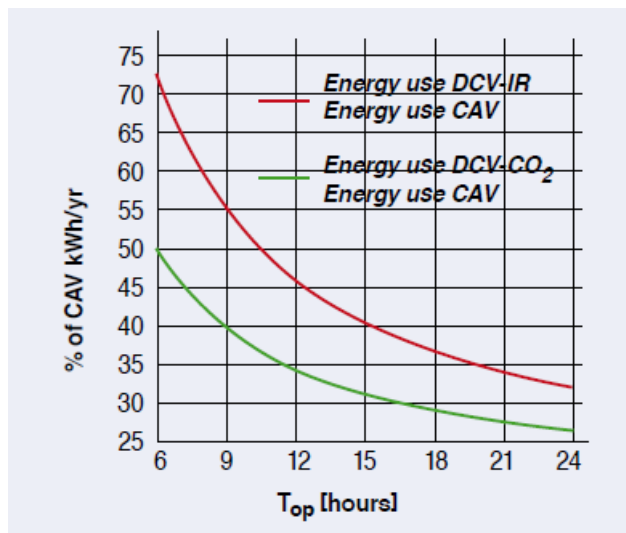
10.10.4.1 Behovsstyring i næringsbygg

Næringsbygg krever store mengder luft, behovsstyring er derfor viktig for å senke energiforbruket. Sparepotensialet med behovsstyrt ventilasjon kan være 30-40 kWh/m² år, med utgangspunkt i praktiske målinger og energisimuleringer. Et slikt DCV-anlegg trenger hverken å være dyrere eller mer komplisert enn et mer tradisjonelt VAV-anlegg dersom det er god planlegging og godt samarbeid mellom de involverte (Lavenergiprogrammet 2013).

VAV: (Variable Air Volume) Variabel luftmengde styres f.eks bevegelsessensor, bryter eller tidssensor.

DCV: (Demand Controlled Ventilation) behovsstyrt ventilasjonsanlegg, styres automatisk av sensor som måler romtemperatur og CO₂ nivå.

CAV: Konstant luftmengde (Constant Air Volume)



Figur 10- Driftstider og energibruk i prosent (Lavenergiprogrammet 2013).

Figuren viser energibruket til to ulike DCV-anlegg i prosent, sammenlignet med ordinært CAV-anlegg.

DCV-IR: Behovsstyrt ventilasjon med infrarød sensor.

DCV-CO₂: Behovsstyrt ventilasjon med temperatur og CO₂ sensor.

T_{op}-skalaen viser antall driftstimer ventilasjonen brukes i løpet av en dag. En undersøkelse i 2002 viser at et klasserom kun brukes 4 timer i gjennomsnitt hver dag.

Vi ser at ved en daglig brukstid på 9 timer vil et behovsstyrt ventilasjonsanlegg med infrarød sensor senke energibruken til 55% av det et tilsvarende CAV-anlegg vil bruke. Ved samme

driftstid vil et anlegg med temperatur og CO₂ sensor bruke 40% av energien.

Grunnlaget for beregningene i tabellen:

CAV: 30 personer – 7 l/s · person og et tillegg på 1 l/s · m² på grunn av emisjon fra materialer

DCV-IR: Samme som for CAV- minimum luftmengde når rommet ikke er i bruk.

DCV-CO₂: Sensorer regulert for å holde et stabilt nivå på 900 ppm. minimum luftskifte på 1 l/s · m² ved ppm. verdi under 700.

(Lavenergiprogrammet 2013)

Teknisk forskrift og NS 3031 sier at energiberegninger kan gjøres med 20% redusert luftmengde når det brukes behovsstyrt anlegg istedenfor VAV-anlegg.

Tabell 19 – Angir forutsetninger som skal brukes ved beregning av energibehov for behovsstyrt ventilasjon og belysning i passivhus og lavenergibygninger.

Byggkategori	Primærareal [%]	Persontetthet primærareal [m ² /per]	Tilstedeværelse primærareal [%]	Luftmengde materialer [m ³ /hm ²]
Barnehage	70	5	60	3,6
Kontorbygning	65	5	60	3,6
Skolebygning	70	2,5	60	3,6
Universitets- og høyskolebygning	70	4	70	3,6
Sykehus	75	5	70	7,2
Sykehjem	75	5	70	4,3
Hotellbygning	60	6	50	4,3
Idrettsbygning	80	5	60	3,6
Forretningsbygning	70	4	75	7,2
Kulturbygning	70	4	60	3,6
Lett industri, verksted	70	4	60	3,6

Tabell 19- Forutsetninger for behovstyring (Standard Norge, NS 3701 2012).

Med *Tabell 19* som forutsetning er det regnet ut en *Tabell 20* som viser minste tillatte gjennomsnittlig luftmengdebehov brukt ved energiberegninger. Følgende forutsetninger er brukt i utregningen:

- Bruksarealet deles inn i primære oppholdsrom som kontorer, møterom, klasserom, sengerom og sekundære oppholdsrom som korridorer, kommunikasjonsarealer, printerrom, toaletter og annet.

- Normalemitterende materialer, dette gir ifølge teknisk forskrift behov for 1 l/sm² (3,6 m³/hm²). Noen bygg har behov for høyere luftmengder, dette er for å ta hensyn til prosesser eller forurensing.
- Sekundærarealer tilføres kun friskluft tilsvarende materialbelastningen, grunnet overstrømming fra primærarealer.
- Små rom med få personer har tilstedeværelsesstyring av ventilasjon.
- Store rom med mange personer har CO₂-styring, settpunkt 800 ppm.
- Primærarealene har gjennomsnittlig personbelastning når det befinner seg personer i rommet, luftmengden er da 7 l/s · person (25,2 m³/h).
- Tilstedeværelse angis i prosent av normal driftstid. Tiden utenfor tilstedeværelse reduseres til luftmengde bestemt ut fra materialer eller andre prosesser (Lavenergiprogrammet 2013).

Eksempel på utregning av luftmengde i kontorbygg:

1. luftmengden i primærareal med dimensjonerende belastning:

$$\frac{25,2 \frac{m^3}{h \cdot person}}{5 \frac{m^2}{person}} + 3,6 \frac{m^3}{h \cdot m^2} = 8,64 \frac{m^3}{h \cdot m^2}$$

2. Gjennomsnittlig luftmengde i primærareal med dimensjonerende bruk 60 % av tiden:

$$0,6 \cdot 8,64 \frac{m^3}{h \cdot m^2} + 0,4 \cdot 3,6 \frac{m^3}{h \cdot m^2} = 6,62 \frac{m^3}{h \cdot m^2}$$

3. Gjennomsnittlig luftmengde for hele kontorbygningen med 65 % primærareal og 35 % sekundærareal:

$$0,65 \cdot 6,62 \frac{m^3}{h \cdot m^2} + 0,35 \cdot 3,6 \frac{m^3}{h \cdot m^2} = 5,56 \frac{m^3}{h \cdot m^2}$$

(SINTEF Byggforsk 2013)

Ved utregning av netto energibehov skal det benyttes luftmengder dimensjonert fra normalisert persontetthet fra *Tabell 19* og emisjon fra bygningsmaterialer, inventar og installasjoner. Forutsatt at utregningen ikke gir lavere luftmengder enn minste tillatte gjennomsnittlig luftmengde gitt i *Tabell 20*.

Byggkategori	Gjennomsnittlig luftmengde i driftstid $\frac{m^3}{h \cdot m^2}$	Gjennomsnittlig luftmengde utenfor driftstid $\frac{m^3}{h \cdot m^2}$
Barnehage	6,0	1,0
Kontorbygning	6,0	1,0
Skolebygning	8,0	1,0
Universitets- og høyskolebygning	7,0	1,0
Sykehus	9,0	3,0
Sykehjem	7,0	3,0
Hotellbygning	5,0	1,0
Idrettsbygning	6,0	1,0
Forretningsbygning	11,0	1,5
Kulturbygning	6,0	0,6
Lett industri, verksted	6,0	1,0

Tabell 20- Minste tillatte gjennomsnittlig luftmengde brukt ved energiberegninger (Standard Norge, NS 3701 2012).

10.10.5 Naturlig ventilasjon i passivhus

Naturlig ventilasjon gjør seg nytte av kreftene i naturen. Slik som termisk oppdrift og drivkrefter i vind. Gjennom åpninger i klimaskallet vil frisk luft komme inn, og gå ut gjennom vinduer og kanaler. For at lufta skal kunne bevege seg fra der frisk luft kommer inn, til der brukt luft skal ut, er det nødvendig med åpninger mellom rommene i bygget. (Lavenergiprogrammet 2016).

I utlandet blir naturlig ventilasjon av mange sett på som å være den mest energieffektive og klimavennlige ventilasjonsmåten. I Norge er det mindre kompetanse på dette området, og det har heller vært satset på balansert ventilasjon med varmegjenvinning (Butters og Leland 2012).

I ventilasjonsbransjen blir det ofte vist til en grenseverdi på 1000 ppm. CO₂ (milliondeler kuldioksid) i inneluft. Dette er ikke et krav, men en anbefaling. Høyere verdier har ikke vist seg å være skadelig, selv ikke verdier som er 10 ganger så høye.

Måten CO₂-nivået kan reduseres på er enten ved lufting eller ventilasjonsanlegg (Butters og Leland 2012).

I 2010 ble Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk og Ole-Petter Haugen, Skanska, intervjuet i Teknisk Ukeblad. Der uttalte de at naturlig ventilasjon i et passivhus ville være helt uaktuelt. De mente at det ikke ville være mulig å oppnå et lavt nok energiforbruk uten varmegjenvinning (Butters og Leland 2012).

Acharacle School i Skottland er bygget etter passivhusstandarden med naturlig ventilasjon. Målinger utført de to første årene viser at skolen fungerer etter planen. Noe som tyder på at det er mulig å benytte naturlig ventilasjon i passivhus. CO₂-nivåene i klasserommene har nesten aldri oversteget 1400 ppm., og ligger for det meste langt under 1000 ppm. (Butters og Leland 2012).

Tor Helge Dokka, nå sjeffrådgiver i Skanska Teknikk, sier at naturlig ventilasjon ikke er mulig med standard luftmengder etter gjeldende forskrift (TEK 10). For å få dette til er det nødvendig med lavere luftmengder når det er kaldt. Passivhus har enda strengere energikrav og gjør det enda vanskeligere å oppfylle kravene. Naturlig ventilasjon er et område som det blir forsket på, sier Dokka. Han mener at det ikke kan gjøres så enkelt som en del i arkitektmiljøet vil ha det til der man skal åpne vinduer. For å få en løsning som fungerer mener Dokka at man må ha automatikk som styrer, slik at man kan redusere luftmengdene og ivareta inneklimate (Lavenergiprogrammet 2016).

I et forsøk med to passivhus på Vessøya, ett med naturlig ventilasjon og ett med balansert ventilasjon, viste det seg at inneluften i huset med naturlig ventilasjon var dårligere enn i huset med balansert ventilasjon. Formålet var å vise at naturlig ventilasjon var en god nok løsning. Konklusjonen var at naturlig ventilasjon ikke ga det luftskiftet som er satt som krav. I gitte situasjoner kan det gå, men ikke gjennom året. I tillegg brukte huset med naturlig ventilasjon helt klart mest strøm. En løsning på ventilasjonsproblematikken er en hybridløsning mellom naturlig ventilasjon og balansert ventilasjon (Lavenergiprogrammet 2016).

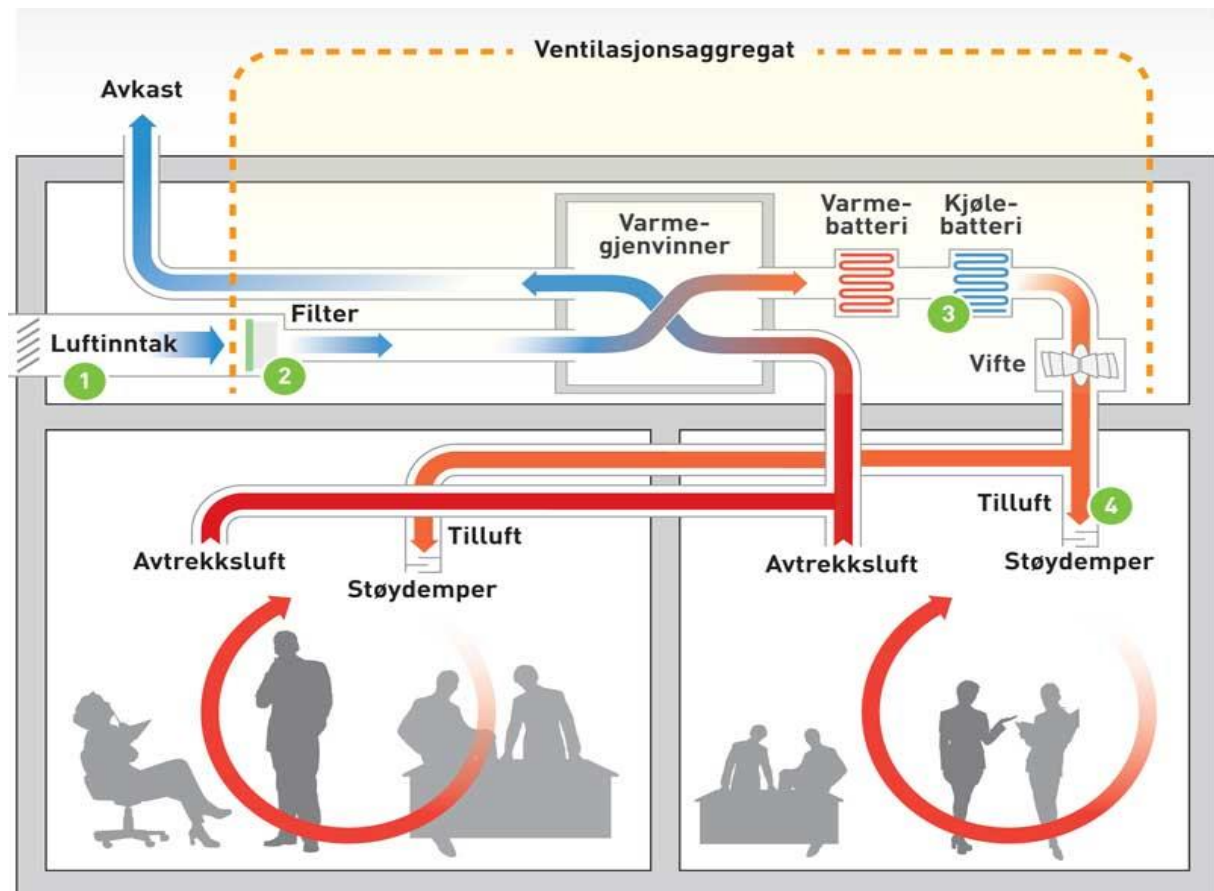
10.11 Tekniske løsninger

10.11.1 Energikilder

Kun elektrisk energiforsyning vil ikke tilfredsstille kravet i passivhusstandarden, hverken for boliger eller yrkesbygg. Standarden krever en viss andel energi skal stamme fra en fornybar energikilde. I områder med tilknytningsplikt for fjernvarme, vil valget av oppvarmingsløsning være gitt. Sol, bioenergi, varmepumpe osv. vil være andre mulige oppvarmingsløsninger.

Valg av energikilde vil bestemmes ut fra økonomi og hvilket behov bygget har til oppvarming. Generelt kan vi velge de samme energikildene til næringsbygg og boliger (Lavenergiprogrammet 2013). Bygg som er bygd med passivhusstandard er det fullt mulig å redusere kostnadene til oppvarming (Anda og Bjelland 2012).

10.11.1.1 *Luftbåren varme*



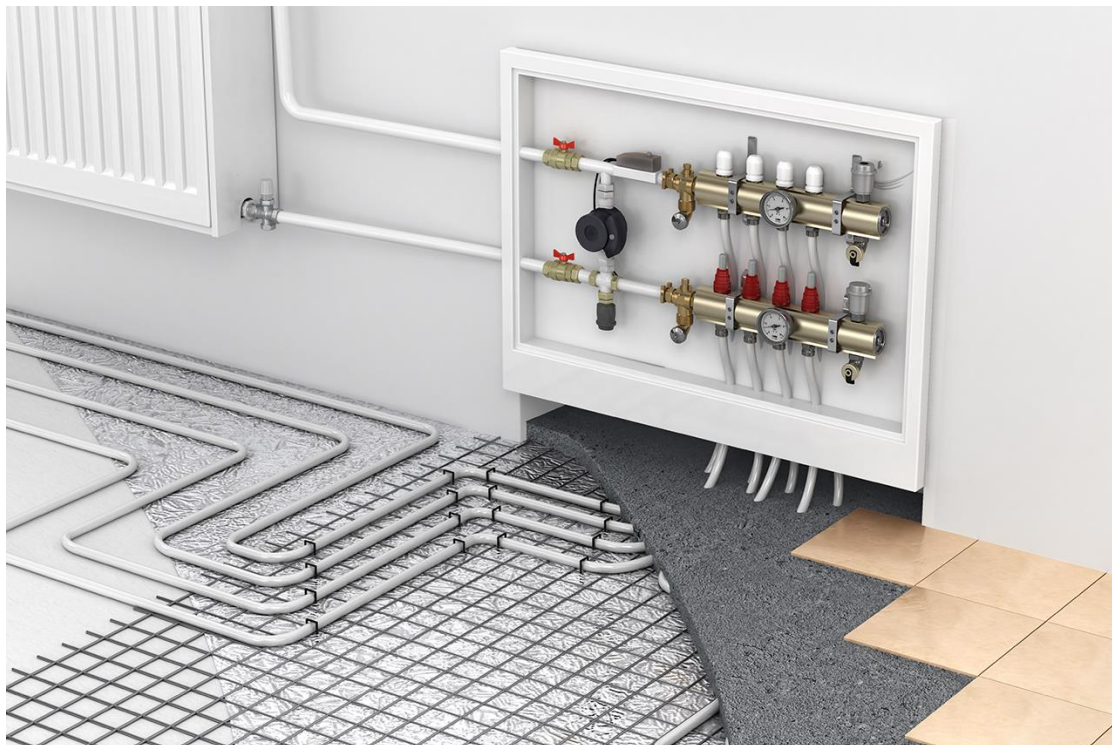
Illustrasjon 1- oppvarming av varmluft (Tønseth 2011)

Ventilasjonsluft som oppvarmingsmetode er mye brukt i passivhus. Luft har lav varmeoverføringskapasitet og det må derfor brukes høy temperatur for å ha stor nok effekt. Luft tar til seg større mengder forurensing ved høye temperaturer, noen eksperter fraråder derfor denne typer oppvarming. Hodet er sensitivt for både varme og kulde, derfor bør ikke strålingsvarme komme fra taket (Anda og Bjelland 2012).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Enkel og robust løsning- Kostnadseffektiv
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Samme temperatur blir blåst inn i alle rom

(Dokka og Andresen 2012)

10.11.1.2 Vannbåren varme



Illustrasjon 2- Vannbåren varme i gulv og radiator (Energiverket u.d.).

Vannbåren varme er oppvarmet vann som sirkulerer rundt i boligen gjennom radiatorene eller gjennom rør i gulv eller vegg. Olje og elektrisitet er det som tradisjonelt har varmet opp vannet, men det er fullt mulig å bruke andre kilder som solenergi, gass og varmepumper. Slike anlegg har den fordelen at varmekilden kan byttes, og en kan da velge en fornybar energikilde. Kostnaden for slike anlegg er dessverre svært store sammenlignet med den lille effekten man trenger i passivhus (Anda og Bjelland 2012).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Skjult system- Sikrer et godt inneklima- Jevn temperatur i hele rommet- Ingen støvbrenning
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Treg regulering- Plasskrevende anlegg (radiator)- Lite estetisk (radiator)

(Enerprodukt as u.d.), (Enøk u.d.)

10.11.1.3 Elektrisk oppvarming



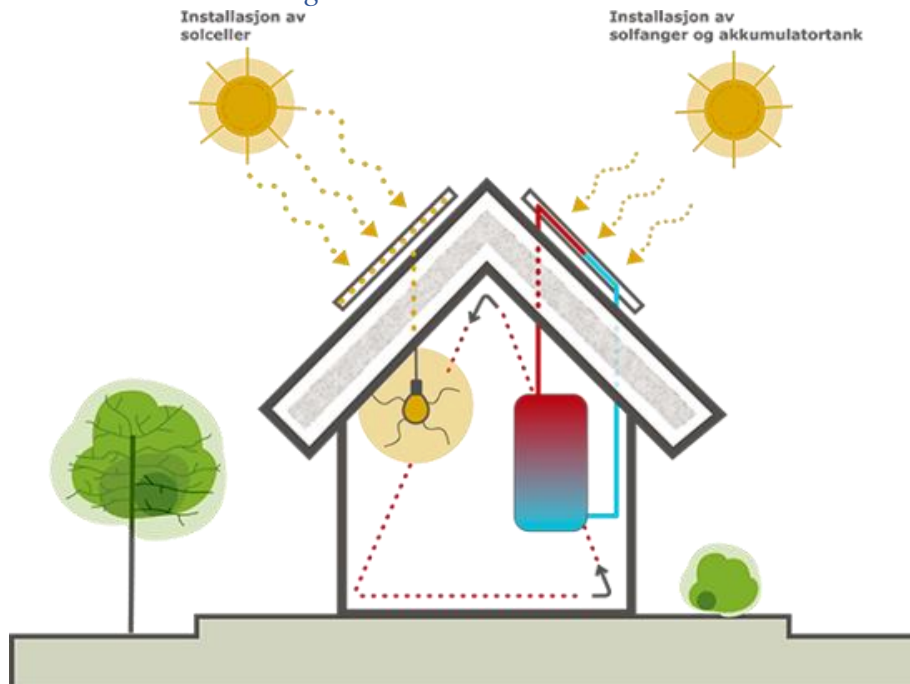
Illustrasjon 3- Elektriske varmekabler i gulv (Komplett elektro u.d.).

Panelovner, varmekabler og varmebatteri er ulike typer elektrisk oppvarming. Elektriske panelovner står for oppvarmingen i de fleste norske hjem. Panelovner er veldig enkle å regulere sammenlignet med nedstøpte varmekabler, som er mer unøyaktige og trege å regulere. Dette er ikke noe problem i våtrom der man gjerne har jevn temperatur døgnet rundt. Elektrisk oppvarming er tradisjonelt den energikilden som brukes for tappevannsoppvarming, som gjør det relativt nøyaktig og enkelt å regulere. I passivhus er tappevannsoppvarming vanligvis den største energiposten, og en bør da heller prøve å dekke det med en mer miljøvennlig kilde. Om elektrisk romoppvarming skal være godkjent i passivhus, må minst 50% av energibruken til tappevannet bestå av en fornybar energikilde (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Rimelig og lett å installere- Lett å regulere- Lite vedlikehold
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Ikke fornybar energi- Ikke en fleksibel løsning- Bare ha elektrisk oppvarming som energikilde, oppfyller ikke kravet til fornybar energi i NS 3700/ 3701

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.11.1.4 Solenergi



Illustrasjon 4- Kombinert solfangersystem for elektrisitet og varmtvann (Lavenergiprogrammet 2016).

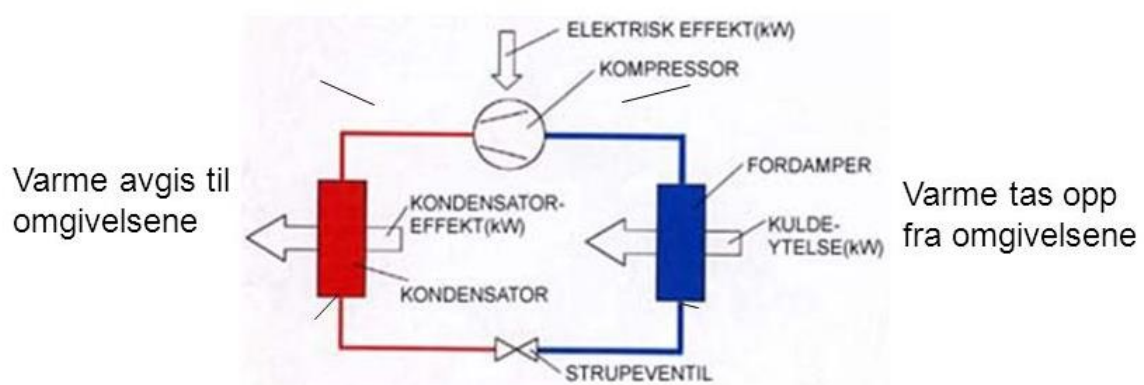
Solenergi er den største fornybare energikilden og har stor utbredelse i syd-europeiske land. Også i land som Tyskland og Østerrike har utbredelsen av solfangere vokst. Solfangere brukes hovedsakelig til å varme opp tappevannet, før den lagres i en akkumulatortank. Det finnes også kombisystemer som dekker både tappevann og romoppvarming. Solfangere kan dekke ca. 50% av varmebehovet til tappevannet i nordisk klima, men varierer mellom 40-70% ut fra type og mengde solfangere. Kombisystemer dekker 10-30% av oppvarming og ca. 50% av tappevannbehovet. Problemet med solfangere dukker gjerne opp når romoppvarmingsbehovet er størst. Solfangere har liten effekt på vinterstid da det er lite tilgang på solenergi, og stor effekt på sommeren når oppvarmingsbehovet er minst. Derimot er behovet for oppvarmet tappevann like stort hele året, og kan da dekke store deler av dette på sommerstid (Dokka og Andresen 2012).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Fornybare energikilde- Lite vedlikehold- Gir mye varme på sommeren
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Leverer lite om vinteren- Mest effektiv når man ikke har behov for romoppvarming- Lite utbredt i Norge

(Dokka og Andresen 2012)

10.11.1.5 Varmepumper

Det finnes mange ulike typer varmpumper som alle har sine systemer og utførelser. Stort utvalg av pumper gjør at de kommer i mange forskjellige kostnadsnivåer. Varmepumper blir delt inn i hovedsystemer ut ifra hvor de henter og avgir varmen fra (Dokka og Andresen 2012).



Illustrasjon 5- Fire hovedkomponenter i en varmepumpe, fordampere, kompressor, kondensator og strupeventil (Toshiba u.d.).

Hovedprinsippet til alle varmepumper:

1. Kald damp presses sammen i en kompressor, slik at temperaturen øker.
2. Gassen ledes til en kondensator hvor omgivelsene er kaldere enn gassen, derfor avgir gassen varme til omgivelsene og kondenserer til væske.
3. Væsken føres videre til en strupeventil hvor trykkes og temperaturen senkes.
4. Væsken følger rørene videre til fordampere hvor trykket er lavt, derfor blir også kokepunkttemperaturen til væsken lav. Nå er altså trykket og temperaturen lavere enn omgivelsene, og varme fra omgivelsene strømmer til væsken, slik at væsken fordampere. (Wikipedia 2017)

10.11.1.5.1 Luft til luft varmepumpe



Illustrasjon 6- Luft til luft varmepumpe (Norsk Varmepumpeforening u.d.).

Dette er den vanligste typen varmepumpe i Norge. Slike varmepumper henter energien fra luften utenifra, og blir brukt til å varme luften inne (Varmepumpeinfo 2017).

Kostnadene på luft til luft varmepumpe er blitt mye rimeligere de siste årene, og gir en bra lønnsomhet i boliger med høyt oppvarmingsbehov. Åpen planløsning er nødvendig for å dekke en stor del av romvarmebehovet. Derimot er ikke denne type varmepumpe gunstig når temperaturen nærmer seg -20 grader, da varmefaktoren blir redusert. Luft til luft varmepumpe passer derfor dårlig i passivhus i og med at de yter dårlig når varmebehovet er størst. Denne løsningen bør i så fall kombineres med en annen fornybar energikilde (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Akseptabel pris- Enkel montering- Høy kapasitet- Stort utvalg
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Avgir støy både inne og ute- Dårlig ytelse når det er kaldt utendørs- Punktvarmekilde- Passer dårlig i passivhus

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.11.1.5.2 Luft til vann varmepumpe



Illustrasjon 7- Varmepumpe skaffer varme til vannbåren gulvvarme (Norsk Varmepumpeforening u.d.).

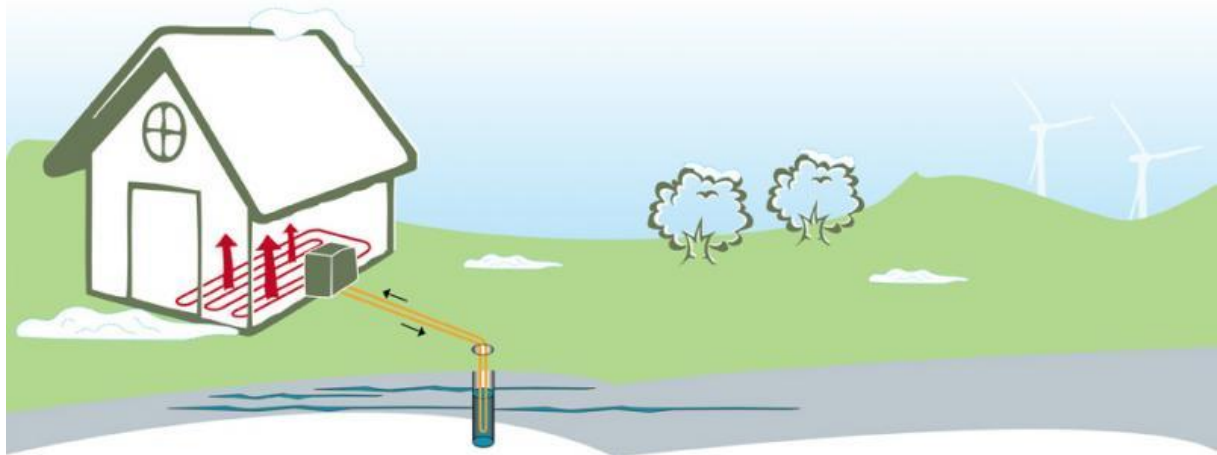
Luft til vann varmepumpe tar og henter energi utenifra og gir varme tilbake via tappevann, vannbåren gulvvarme eller radiator (Varmepumpeinfo 2017).

Pumpen dekker både romoppvarmingsbehovet og tappevannsbehovet, men som luft til luft varmepumpe er effekten liten ved lave utetemperaturer. Fungerer derimot veldig godt der det er milde vintre. Dette er en løsning som er brukt i flere passivhusprosjekter, men må kombineres med radiator eller vannbåren gulvvarme (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Tilfredsstillt kravet til fornybar energi i NS 3700- Dekker det meste av oppvarmingsbehovet til tappevann og romoppvarming- Ikke støy innendørs
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Avgir støy utendørs- Dårlig ytelse når det er kaldt utendørs- Kostbart i forhold til lavt oppvarmingsbehov

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.11.1.5.3 Berg/vann/jord til vann varmepumpe



Illustrasjon 8- Varmepumpen henter varme fra grunnen til vannbåren gulvvarme (Norsk Varmepumpeforening u.d.).

Varmen blir hentet fra berg, jord og grunnvann via borehull (energibrønner), sjøvann eller elver. Disse varmepumpene har en relativ høy investeringskostnad og er den mest kostbare varmepumpetypen. Dette er ikke en varmepumpe som er spesielt egnet i eneboliger grunnet lite varmebehov og høy investeringskostnad. Derimot kan denne typen varmepumpe være mer aktuell ved blokker eller skoler, der energibruket er høyere. Varmekilden er stabil hele året og dekker både varme til tappevann og vannbåren romvarme (Lavenergiprogrammet 2013).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Høy kapasitet- Høy ytelse- Tar liten plass- Lite støy
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Høy installasjonskostnad

(Lavenergiprogrammet 2013)

10.11.1.5.4 Gråvannsvarmepumpe

Dette er en varmpumpe som normalt blir brukt i svømmehaller og badeland. Varmen i gråvannet gjenvinnes og brukes til å varme opp varmtvann. Gråvann vil si alt avløpsvann unntatt toalett. Det oppvarmede varmtvannet kan både brukes til tappevannsoppvarming og/eller romoppvarming (Dokka og Andresen 2012).

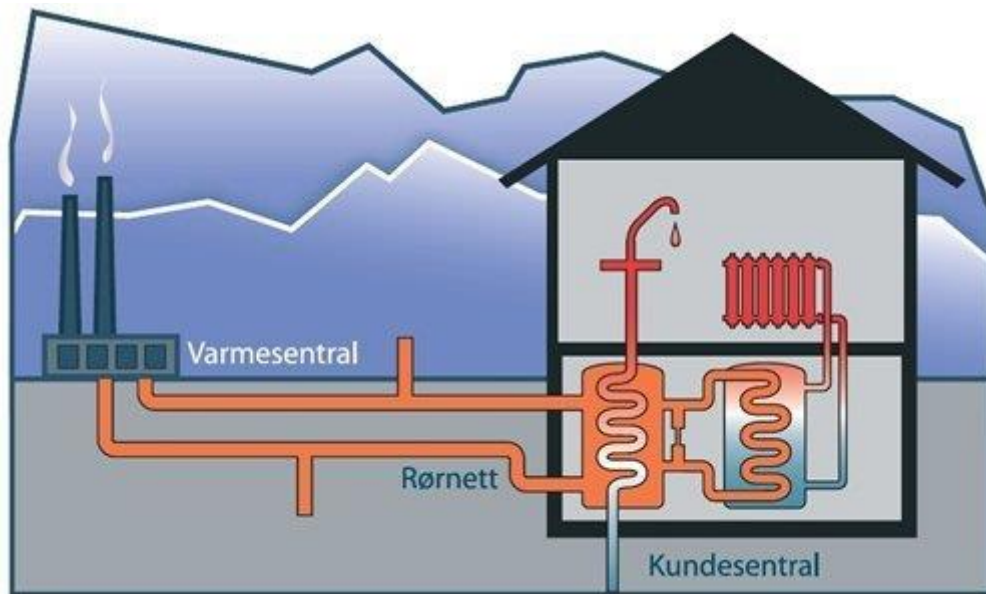
Fordeler	- Høy og stabil varmekildetemperatur
Ulemper	- Relativt store kostnader - Mye vedlikehold - Behov for egen sentral med oppsamlingsbasseng

(Dokka og Andresen 2012)

10.11.1.5.5 Avtrekksvarmpumpe

En avtrekksvarmpumpe gjenvinner energien fra avtrekket for ventilasjonsluften til å varme opp varmtvann. Denne blir brukt der det kun er avtrekksventilasjon, og vil dermed passe dårlig i passivhus siden de vanligvis er basert på balansert ventilasjon (Dokka og Andresen 2012).

10.11.1.6 Fjernvarme



Illustrasjon 9- Fjernvarme (Rosvold 2013).

Fjernvarmeanlegg kan hente varme fra flere ulike typer energikilder. Her i Norge er det brenning av avfall (grunnlast) de fleste anlegg baserer seg på, men noen bruker også olje, el, gass eller biobrensel som spisslast, dersom det ikke er tilgang på avfall. De fleste fjernvarmeanleggene har som mål å dekke mer enn 50% av varmeleveransen med fornybar energi, der søppel regnes som fornybar. Områder der det er tilgang til fjernvarme, vil dette dekke både tappevannsbehov og romoppvarming (Dokka og Andresen 2012).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Lokale og globale miljøgevinster- Gir bedre inneklima- Høy leveringssikkerhet- Enkelt og vedlikeholdsfritt
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Få leverandører- Kostbart- Utbygging tar tid- Varmetap

(Hafslund u.d.)

10.11.1.7 Fossile brensel

I passivhus bør man unngå å bruke ikke-fornybare energikilder til oppvarming, eksempelvis fyringsolje og parafin. Gass kan derimot være et godt alternativ til elektrisk oppvarming. Gassforbrenningen har god regulerbarhet og har små tap ved av og på regulering. Gassovner trenger ikke noe skorstein, og kan i tillegg til romoppvarming brukes til matlaging og oppvarming av tappevann. Ulempen med gassovner er at det er en punktkilde som dekker liten andel av varmebehovet, om man ikke har en relativt åpen løsning (Dokka og Andresen 2012).

10.11.2 Solavskjerming

For å få et balansert inneklime vil man trenge solavskjerming for å justere gjennomtrengselen av sollys, som påvirker innnetemperaturen. Det kan brukes automatisk eller manuell utvendig solskjerming, fast solskjerming, fasadefremspring eller takutstikk. Det finnes også belegg som slipper inn synlig lys, men hindrer varmestrålingen. Disse beleggene kan være justerbare og reguleres elektrisk, ved temperaturendringer eller ved lysceller (Lavenergiprogrammet 2013).

10.11.2.1 *Utvendige persienner*



Bilde 1- Utvendige persienner (Mutter u.d.)

Et kjent alternativ for solavskjerming er persienner. Denne løsningen har fordeler som at den blokkerer mot sollys og holder varmen ute. Persienner har høy kvalitet og god holdbarhet, selv i dårlig vær. Justerbar vinkling gjør det mulig å få utsyn samtidig som sollys hindres i å slippe inn. Arkitektonisk er det kanskje ikke den beste løsningen, det er nødvendig med lagringskasser over hver vindusflate, men det kommer stadig nye løsninger som passer bedre med byggets utrykk. (Fasade produkter u.d.)

10.11.2.2 Solavskjermingsduk



Bilde 2- Utvendige solavskjermingsduk (Mutter u.d.)

Et annet alternativ er solavskjermingsduk som har liten lagringsplass som fordel. Noe som gjør at man unngår store inngrep i det arkitektoniske arbeidet. Duken kan blokkere lys ute, men fortsatt gi mulighet for utsyn. Enkel rengjøring er en annen fordel med solavskjermingsduk (Solskjermingsvalg u.d.).

10.11.3 SD-system

Et SD-system (sentralt driftsovervåkings-system) er nødvendig for å styre og optimalisere energisentralen, samt tilhørende komponenter på en effektiv og oversiktlig måte. Ved større anlegg for varme, kjøling og ventilasjon er man avhengig av et SD-system. Slike system består av så mange komponenter, at det er nødvendig å samle all oversikt over anleggene på en god måte. SD-systemet har oversikt over alle disse komponentene og samler dem i et enkelt og oversiktlig system slik at driftsstatus til hver enkelt komponent kan overvåkes og leses av på en dataskjerm. Dette kan på enkelte anlegg gjøres fra datamaskiner med tilgang til internett, slik at oppfølgingen og kontrollering av komponentene kan gjøres fra andre steder enn på det aktuelle bygget, se *vedlegg 1.1*. SD-systemet stiller seg fortløpende inn for tilpassing av energibruk for det reelle behovet. Ventilasjonsanlegg, varmeanlegg, fyrkjeler og varmpumpe er typiske installasjoner som SD-system har oversikt over for å hjelpe driftsansvarlige personer (Eblogg 2012), (Statsbygg 2012).

Systembilder på SD-systemet

SD-systemet har ulike oversiktsbilder som gir en beskrivelse av anlegget slik det er bygd i realiteten. Dette for å enkelt kunne lokalisere eventuelle problemer eller gjøre justeringer på anlegget. (Statsbygg 2012).

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Gir reduserte kostnader ved redusert forbruk- God oversikt over feil på teknisk anlegg- Enkel feilsøking av komponenter- Gir beregningsgrunnlag for energikostnader- God kontroll på mengder som blir brukt i varme og ventilasjonsanlegg- Målinger av inneklima for kvalitets sikring for brukere- Styres enkelt av driftsansvarlig- Gir informativ rapport om byggets driftsstatus- Kan fjernstyres
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Relativt dyrt- Det trengs oppfølging og opplæring- Datasystemet kan krasje eller få virus

(Kragere kommune u.d.) (Vedlegg 1.1)

10.12 Økonomisk støtte

10.12.1 Enova

Enova er et statsforetak som ble opprettet i 2001 og har siden den gang vært med på å realisere mer enn 7000 prosjekter. Enova arbeider for at Norge skal bli et lavutslippssamfunn, med fokus på å kutte utslipp av klimagasser, samtidig som næringslivet må skape nye verdier. Dette krever større satsing på innovasjon og teknologiutvikling. De nyeste og mest klimavennlige teknologiene er både kostbar og risikabelt for en bedrift å ta i bruk, og det er da viktig at Enova bidrar økonomisk. For å bygge morgendagens grønne Norge investerer Enova over to milliarder kroner årlig til løsninger, som er helt vesentlig for at prosjekter skal la seg gjennomføre i veien mot å bli et lavutslippssamfunn. Det er viktig at nye løsninger ikke bare er bærekraftige, men også økonomisk levedyktige (Enova u.d.).

10.12.1.1 Støtteordning – nybygg

Enova sin satsing på passivhus varte mellom 2010 og 2013. Visjonen var at alle nybygg innen 2020 skal være på passivhusnivå, men dette ser ut til å skje enda tidligere. Enova har investert nesten en milliard kroner i 567 byggeprosjekter de tre årene passivhusprogrammet eksisterte. Dagens gjeldende støtteordning for nybygg ble innført i 2014 og er strengere enn tidligere. Ordningen ble endret ettersom 10% av alt oppført yrkesbyggareal var passivhus, noe Enova mente var en såpass stor andel at utbyggerne ville fortsette å satse på dette, selv uten støtte. Støtteordningen i dag gjelder derfor prosjekter som er enda mer innovative, eksempelvis vil ikke passivhus med solceller regnes som innovativt nok for yrkesbygg. Ordningen i dag er derfor mer rettet mot plusshus, eventuelt nullhus. (Enova u.d.)

Støtten gis som en investeringsstøtte med maksimal støtte på 50% av godkjent merkostnader for prosjektet. Prosjektledelse, innkjøp av utstyr, bygging og installasjon er noe av det som inkluderes i merkostnader. (Enova u.d.).

Støtten må også være helt nødvendig for å få prosjektet gjennomført. Prosjekter som ville blitt gjennomført uten økonomisk hjelp vil ikke få støtte fra Enova. Prosjekter som er ferdig eller er påbegynt vil heller ikke kunne få støtte. Enova skal ikke bidra mer enn det som er nødvendig for at prosjektet skal bli gjennomført (Enova u.d.).

10.12.1.2 Støtteordning – oppgradering av bygg

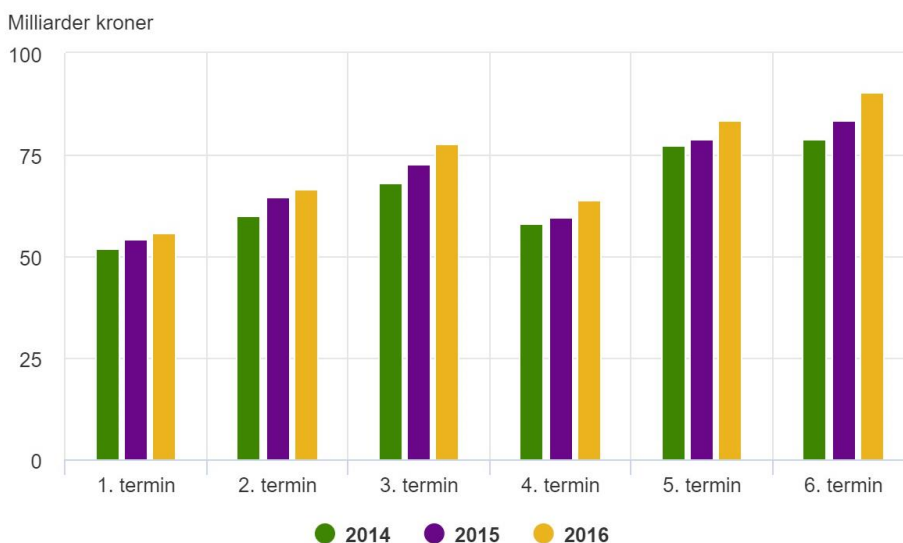
For eksisterende bygg gis det fortsatt støtte til å kutte ned på eller legge om energibruken. Ved enkelttiltak eller rehabilitering som innebærer at byggeier investerer i energireduserende løsninger, og legger om fra fossile til fornybare energikilder, gir Enova økonomiske støtte. Energioppfølgingssystem, etterisolering, utskifting av vindu, termisk isolering, utvendig solavskjerming, lysstyring, SD-system og varmesentraler er noen av tiltakene (Enova u.d.).

10.13 Fremtidig utsikt

Bygg med passivhusstandard ser ut til å ha en positiv retning i samfunnet, mye på grunn av at omsetningen innenfor bygg og anlegg har økt godt de siste årene. Det ble totalt omsatt for 437,3 milliarder kroner for virksomheten i bygge- og anleggsbransjen i 2016. Dette tilsvarer en vekst på 5,7 prosent sammenlignet med i fjor (Statisk sentralbyrå 2017).

Dette skyldes blant annet at byggenæringen blir sett på som attraktiv, solid, fremtidsrettet og med gode økonomiske forutsetninger (Lavenergiprogrammet 2012).

Omsetningen for bygg- og anleggsvirksomhet var totalt på 90,3 milliarder kroner i fjor. Det viser et resultat med en økning på 7,9 prosent ved sammenligning med 6. termin i 2015. *Figur 11* viser den positive omsetningen de tre siste årene i ulike terminer, som gir grunnlag for videre satsing og enda større interesse for bygg og anlegg (Statisk sentralbyrå 2017).



Figur 11- Terminvis omsetning i bygg og anlegg (Statisk sentralbyrå 2017).

Ved hjelp av den norske politiske utviklingen vil det gis føringer for fremtidig energieffektivisering og bygningsmetodikk. Dette har sammenheng med energi-, klima- og bygningspolitikken og vil påvirke byggenæringens videre utvikling. I tillegg vil den norske energi- og klimapolitikken påvirkes av EUs politiske utvikling, på grunnlag av EØS-avtalen. Bygningsenergidirektivet (revidert 2010), som tar for seg bygningens energiytelse, og energieffektiviseringsdirektivet (vedtatt 2012) stiller krav om etablering av et nasjonalt kvantifisert mål for energieffektivisering. Regjeringen har også innført passivhuskrav som byggestandard (NS3701 og NS3700) for å sette tydelige krav og øke fokus på dette området. (ADAPT Consulting AS 2015).

11 Metode

11.1 Introduksjon til metode

«En metode er en framgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme fram til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder.» Vilhelm Aubert (Hellevik 2002, 12).

Når vi bruker en metode har vi en bestemt vei mot målet. Å bruke en samfunnsvitenskapelig metode består av å få fram informasjon om den sosiale virkeligheten, hvordan man kan analysere denne informasjonen og hva informasjonen forteller oss om forhold og prosesser i samfunnet. Måten man gjør dette på er ved å samle inn, analysere og tolke data. Dette blir kalt empirisk forskning, som kjennetegnes ved systematikk, grundighet og åpenhet. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

Å lære seg grunnleggende metode vil være viktig for å forstå hvilken måte forskning er gjennomført på, å kunne lese og forstå forskningsresultater på en kritisk måte. Samtidig er det også viktig for oss som studenter å ha kunnskap om metode for å gjennomføre de undersøkelsene vi har tenkt i denne oppgaven, på en måte som er tilfredsstillende. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

11.2 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode er en framgangsmåte der man går systematisk til verks for å skaffe sammenliknbare opplysninger av en bestemt type, presentere dette i form av tall og analysere tallmaterialet. Når man bruker kvantitative undersøkelser finnes det framgangsmåter man kan bruke. Disse vil ofte gi et vellykket resultat. En kvantitativ metode er gjerne konkret, enkel å lære og lar seg lett gjennomføre. (Hellevik 2002)

Et eksempel på kvantitativ tilnærming, er spørreundersøkelser. I en spørreundersøkelse teller man opp fenomener og kartlegger utbredelse. Her henter man mye fra naturvitenskapelig metode, som forholder seg til fenomener og ikke har mulighet til å kommunisere med omverdenen. I en spørreundersøkelse må man derfor foreta tilpasninger for at det er mennesker, og fenomener som omhandler mennesker, som blir kartlagt. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

11.3 Kvalitativ metode

En kvalitativ metode er mindre systematisk enn en kvantitativ metode. En kvalitativ metode går ut på å oppfatte et mønster i mangfoldet av sanseinntrykk. Det finnes ikke bestemte regler for bruk av kvalitativ metode. Her er det ofte praktisk erfaring som må til for å mestre metoden (Hellevik 2002).

Lar man mennesker som har vært på ferie skrive dagbok fra ferieturen, vil man få godt dokumentert informasjon om ferieturen. I et slikt tilfelle vil det å telle opp hendelser være lite relevant, man ser heller etter spesielle mønstre. Det kan for eksempel være hva folk legger i det å ha ferie. Man får da fram kjennetegn eller egenskaper ved det som har blitt studert. Kvalitativ metode egner seg best til å undersøke det vi ikke kjenner så godt til, hvor det er lite forskning og noe en ønsker å forstå bedre. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

11.4 Anvendt metode

I dette kapittelet har vi gjort rede for de metoder som er brukt i bacheloroppgaven. Valg av metode bestemmes av undersøkelsens problemstilling, hvor den vil avgjøre hvor vellykket forskningsprosjektet blir. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

11.4.1 Spørreundersøkelse

Vi gjennomførte i denne oppgaven en kvantitativ spørreundersøkelse. Bakgrunn for valgte av kvantitativ metode med mange respondenter, er at vi ønsket å få et representativt svar på oppfatningen av inn klimaet, hvor tiden er begrenset. Både for vår del, og for respondentene som må svare på spørsmål, var det viktig å få utnyttet tiden. Etter samtale med Max Ingar Mørk kom vi fram til at den beste måten å gjennomføre spørreundersøkelsen på ville være ved å levere spørreundersøkelsen personlig. På denne måten svarer respondentene mens vi er i området, og ikke utsetter eller glemmer den bort. Respondentene er i dette tilfellet sykepleiere/personal på omsorgssenteret og lærere/assistenter ved skolen. Vi så det som mer sannsynlig å få gjennomslag for å få gjennomføre en undersøkelse på de respektive stedene, når spørreundersøkelsen bare tar noen få minutter. Hadde vi valgt en kvalitativ metode med intervju hadde det kanskje ført til at intervjuobjektet måtte få fri fra arbeid for å være med. Da med påfølgende utfordringer for arbeidsgiver.

Den kvantitative metoden tar for seg mange enheter, og baserer seg på at sentrale begreper er presisert og kategorisert før undersøkelsen kan gjennomføres. Det må derfor legges vekt på forhåndskategorisering av begreper, og mulighet for å standardisere informasjonen med tall. Siden vi har tenkt å benytte oss av spørreskjema, er det ifølge Jacobsen (2015), tre punkt som står sentralt. Det er at det vi skal måle må være konkretisert, utformingen av spørsmålene må være så korrekt som råd og hvordan vi vil gjennomføre undersøkelsen (Jacobsen 2015).

Gjennom spørreundersøkelsen ønsker vi å få svar på hva brukerne synes om inneklimaet i byggene vi skriver om. Team- og driftsleder Frank Sjøholt i Ålesund kommune viste til at kravene til luftkvalitet og temperatur var innenfor de grenser som var satt for bygget. Dette er verdier som blir logget kontinuerlig.

Ved å gjennomføre spørreundersøkelsen får vi en triangulering der vi kombinerer forskjellige metoder. Vi får på denne måten mulighet til å avdekke skjevheter, feil og ufullstendigheter (Olsson 2015).

Noe av utfordringen med en spørreundersøkelse er å få høy nok svarprosent. For at svarprosenten skal være tilfredsstillende bør den være over 50. En svarprosent på 60 er godt, og på over 70 er meget godt. Belønning kan være en metode for å få høyere svarprosent (Jacobsen 2015). Vi valgte derfor å belønne respondentene med twist som en gulrot, for at de tok seg bryet med å svare på spørreundersøkelsen.

Før vi gjennomførte spørreundersøkelsen hadde vi en befaring på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter med teamleder Sjøholt, som har ansvar for driften ved byggene. Vi fikk da informasjon om byggene og hvordan systemene fungerer. Etter at spørreundersøkelsen var gjennomført oppdaget vi et konfliktområde mellom brukernes og teamleders erfaringer angående luftkvalitet og temperatur. Vi uformet derfor spørsmål på bakgrunn av svarene fra undersøkelsen, som vi sendte til Sjøholt. For å spare tid ble spørsmålene sendt på e-post. Slik fikk vi hans vurdering som nøkkelperson på hvorfor svarene vi fikk i spørreundersøkelsen og data fra SD-systemet kunne være forskjellige.

Intervjuer med nøkkelpersoner, bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og spørreundersøkelser er vanlige former for innhenting av informasjon. (Olsson 2015)

11.4.1.1 Populasjon og utvalg

I spørreundersøkelsen ønsket å få spurt så mange som mulig av de ansatte som arbeider i byggene. I studentrapporter vil det å oppnå et representativt utvalg være utfordrende, og det er derfor ikke ofte at det stilles som et formelt krav (Olsson 2015).

Etter samtale med Max Ingar Mørk kom vi fram til at om lag 20 representanter fra hver institusjon, er det nok til å få danne et bilde av hvordan inn klimaet er på de forskjellige byggene.

På Hatlane skole fikk vi møte opp og presentere spørreundersøkelsen før et pedagogmøte. Der fikk vi med oss de ferdig utfylte skjemaene da vi dro. Her delte vi ut 30 skjema som alle ble utfylte. På Hatlane omsorgssenter var det litt vanskeligere å få samla de ansatte på samme måten. Virksomhetsleder Henning Pilskog tok derfor ansvar for å dele ut spørreundersøkelsen på de forskjellige avdelingene og samle inn skjemaene. Siden det der ikke ble mulig å presentere oss og fortelle om hvorfor vi ønsket å gjennomføre spørreundersøkelsen, ble det derfor etter samtale med Pilskog lagt ved informasjon om undersøkelsen som vedlegg. Det ble her delt ut 30 skjema og vi fikk 29 utfylte i retur.

11.4.2 Om spørreundersøkelsen

I arbeidet med litteratursøk kom vi over masteroppgaven til Knut-Andre Bjørnstad som heter «Brukertilfredshet i passivhusboliger og sammenligning med boliger bygget etter TEK10 og TEK7» (Bjørnstad 2016). I den oppgaven har han utført en spørreundersøkelse blant beboere i blant annet passivhus. Hans spørreundersøkelse bygger på en spørreundersøkelse som SINTEF brukte i 2014 til beboere i Miljøbyen Granåsen. Vi har derfor valgt å tilpasse hans undersøkelse slik at den kunne brukes i vår oppgave som omhandler passivhusstandard i yrkesbygg. En del av spørsmålene var derfor ikke relevante for vår oppgave, og andre spørsmål har vi omformulert for å tilpasse til vårt formål.

I den opprinnelige spørreundersøkelsen ble EN-15251 og ASHRAE standard 55 brukt for å fange opp variasjoner i svarene som angår termisk innemiljø. Når det gjelder grad av tilfredshet ble Ørebro-modellen brukt. (Bjørnstad 2016)

Som en del av arbeidet med å tilpasse spørreundersøkelsen, fikk vi noen testpersoner ved en annen studieretning uten spesiell kompetanse innenfor fagfeltet, til å utføre

spørreundersøkelsen. Tilbakemeldingene ble grunnlag for redigering av teksten i enkelte spørsmål og annen feilretting.

11.4.3 Feilkilder

På Hatlane skole svarte samtlige som mottok spørreundersøkelsen, mens 96,7% av de som fikk spørreskjema svarte ved Hatlane omsorgssenter. Det vi ikke vet er hvordan undersøkelsen ble besvart av respondentene på Hatlane omsorgssenter. Der var det avdelingslederen som tok seg av utdeling og innsamling av spørreskjemaet. Her kan det ligge noe usikkerhet i om de fylte ut hver for seg, eller samarbeidet og lot seg påvirke av andre. På Hatlane skole ble undersøkelsen besvart mens vi var tilstede. Vi hadde med 30 skjemaer til utfylling, men det var flere lærere/ansatte enn det var skjemaer. Enkelte samarbeidet om utfyllelsen, noe vi ikke var klar over før de leverte utfylt spørreskjema. Dette gjelder bare noen få av svarskjemaene, men fører til at de svarene ikke representerer en respondent, men svar som de kanskje har kommet til enighet om før de leverte.

Tema som engasjerer folk har større sjanse for høy svarprosent, og spørreskjema bør ikke ta for lang tid å fylle ut. Lukkede spørsmål vil også oppnå høyere svarprosent enn der respondenten må skrive svaret selv. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)

Ved skolen ble det satt av tid i arbeidstiden til gjennomførelse av spørreundersøkelsen, der vi håper at respondentene tok seg tid til å svare godt på undersøkelsen. På Hatlane skole var inneklima et tema som engasjerte de ansatte og ga oss mange tilbakemeldinger og utfyllende svar.

11.4.4 Litteraturstudier

Helt fra starten av forprosjektet, har vi søkt etter relevant informasjon om yrkesbygg med passivhusstandard. I arbeidet med å søke etter denne informasjonen har vi blant annet brukt Google, Google Scholar, Bibsys og Standard.no

Bibsys har blitt brukt til å søke etter fagbøker, tidsskrift og tidligere master- og bacheloroppgaver. Søkeordene som har blitt brukt her er: passivhus, inneklima, yrkesbygninger, kuldebroer for å nevne noen.

På Google og Google Scholar var søkeordene blant annet: passivhus, passivhusstandard yrkesbygg, innemiljø, energibrønner. Google og Google Scholar har også blitt brukt til å søke etter tidligere master- og bacheloroppgaver. Ved å bruke Google Scholar har vi funnet mye relevant stoff fra SINTEF Byggforsk.

For å finne standardene for passivhus søkte vi på Standard.no etter passivhus. Der fikk vi fram NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger, NS 3701 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger og NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data.

11.4.5 Befaring

For å få et innblikk i yrkesbyggene hadde hele gruppen i februar en befaring til Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter. Der fikk vi en gjennomgang av byggenes drift og hvordan de ulike energibesparende systemene fungerte i praksis. I april hadde vi også en befaring til Romsdal videregående skole i Molde, som er under bygging, for å se løsninger og planlagte tiltak dette bygget hadde valgt for å nå passivhusstandarden.

11.5 Reliabilitet og validitet

Hvis en måling gjøres flere ganger og man får samme resultat under like forhold, har målingen god reliabilitet. Reliabiliteten kan kontrolleres ved etterprøving. God reliabilitet forteller at man måler på rett måte. (Olsson 2015)

Gjentar man den samme spørreundersøkelsen med de samme respondentene på to forskjellige tidspunkter, og resultatene blir like, tyder det på høy reliabilitet. Dette blir kalt test-retestreliabilitet. (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016)


Vi tror at om vi hadde utført den samme spørreundersøkelsen senere, ville vi fått de samme svarene som vi gjorde første gang. Vi mener derfor at reliabiliteten i oppgaven er god.

Validitet sier noe om vi har klart å måle de rette tingene. For å klare det må man måle direkte på de forhold som man er interessert i å finne ut av. Validiteten forteller om gyldigheten til studien. (Olsson 2015)

Ved å stille de spørsmålene som er stilt, teste spørreundersøkelsen på en annen gruppe studenter i forkant mener vi at vi har klart å måle det vi ønsket å få svar på.

12 Resultater

12.1 Hatlane Omsorgssenter

	Hatlane Omsorgssenter	
	Byggherre	Ålesund Kommunale Eiendom KF
	Ferdigstilt	Oktober 2012
	Arkitekt	HRTB Arkitekter AS MNAL
	Entrepriseform	Totalentreprise
	Entreprenør	Skanska Norge AS
	Prosjektleder	Judith Musther
	Oppvarmet BRA	5770 m ²
	Bygningstype	Sykehjem
	Energiambisjon	Passivhusstandard
	Estimert netto energibehov	120 kWt/m ² pr år
	Beregnet energibehov	109 kWt/m ² pr år
	Beregnet levert energi	95 kWt/m ²
	El-forbruket i 2016	109.7 kWt/m ² pr år
	Prosjektkostnad	150 millioner kroner
	Merkostnad	5.3 millioner kroner
Tilskudd fra Enova	2 millioner	
<p>Generelt om bygget: Hatlane omsorgssenter er Norges første sykehjem bygd etter passivhusstandard, og er det første passivhusprosjektet i Møre og Romsdal. Bygget består av to fløyer, der begge disse består av tre etasjer. I hver fløy er det ti beboerrom per etasje, med eget kjøkken og stue med utgang til hage eller veranda. Opprinnelig hadde omsorgssenteret plass til 60 pasienter der alle hadde enerom, men i ettertid er det 20 rom som er omgjort til dobbeltrom. 12 av rommene er smitterom og har sluser mellom rom og bad for reduksjon av smitte og lyd.</p>		
<p>Bygningsform og arkitektur: Hatlane omsorgssenter er i hovedtrekk et betongelementbygg der hovedkonstruksjonen er av prefabrikkerte dekker med delvis bæring i ytterveggene. Det innvendige bæresystemet er av stål. Fasaden er ført opp av sandwichelementer i betong, som har et plant bærende innersjikt. Dette reduserer antall kuldebroer siden hele isolasjonssjiktet føres forbi dekker og tak. Det er i tillegg satt inn 3-lagsvinduer for lavt u-verdisnitt. Bygget er kompakt, med få utskjæringer for lite utvendige overflater.</p>		

Bruk av bygget:

Sykehjem er en type bygg med jevnt bruksmønster som vil si at byggets tekniske anlegg som ventilasjon, lys, varme og kjøling går jevnt hele døgnet. Komforten på sykehjem skal være høy, som setter krav til både oppvarming og kjøling. Alle beboere på Hatlane omsorgssenter har mulighet til å kontrollere innnetemperaturen selv, +/- 3 grader. Omsorgssenteret har vannbåren varme på parkering og inngang for funksjonshemmede, utenfor hovedinngang og ved varelevering.

I Feil! Fant ikke referansekilden. ser man kravene satt for passivhusstandard opp mot kravene omsorgssenteret har klart å gjennomføre for ulike komponenter.

Egenskap	Passivhus-krav	Hatlane Omsorgssenter
1. U-verdi yttervegg (W/m ² K)	≤ 0.15	0.15
2. U-verdi tak (W/m ² K)	≤ 0.13	0.12
3. U-verdi gulv (W/m ² K)	≤ 0.15	0.09
4. U-verdi vinduer og dører (W/m ² K)	≤ 0.8	0.80
5. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 80%	82%
6. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	≤ 1.5	1.5
7. Lekkasjetall	≤ 0.6	0.60
8. Normalisert kuldebroverdi	≤ 0.03	0.03

Tabell 21- Tekniske komponenter Hatlane Omsorgssenter (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011)

12.1.1 Tekniske løsninger – Erfaringer fra driftsansvarlig

Hatlane omsorgssenter var egentlig pålagt å knytte seg på fjernvarme fra Grautneset, men siden energiforbruket ville bli så lavt ble det sett på som ulønnsomt.

12.1.1.1 Vannbåren varme

Omsorgssenteret bruker vannbåren varme til oppvarming i hele bygget, som blir forsynt av en luft/vann varmepumpe. Ved spesielt lave utetemperaturer kobles en El- kjele på systemet.

Dette anlegget skaffer også varmtvann til sanitæranlegg.

- 4 stk. varmtvannsberedere
- Bereder 1 varmes med overskuddsvarme fra kjøleanlegget, settpunkt 38 °C
- Bereder 2 henter varme fra varmepumpen. Settpunkt 43 °C
- Bereder 3 henter varme fra varmepumpen. Settpunkt 50 °C
- Bereder 4 varmes med elektriske varmeelementer (30KW). Settpunkt 75°C

Kommentar:

- Varmegjenvinneren har såpass høy gjenvinningsgrad at det kan oppstå problemer for varmepumpen ved kalde temperaturer.
- Energieffektivt, men en utfordring mtp. legionella



Bilde 3- Varmtvannsberedere Hatlane omsorgssenter

12.1.1.2 Ventilasjon

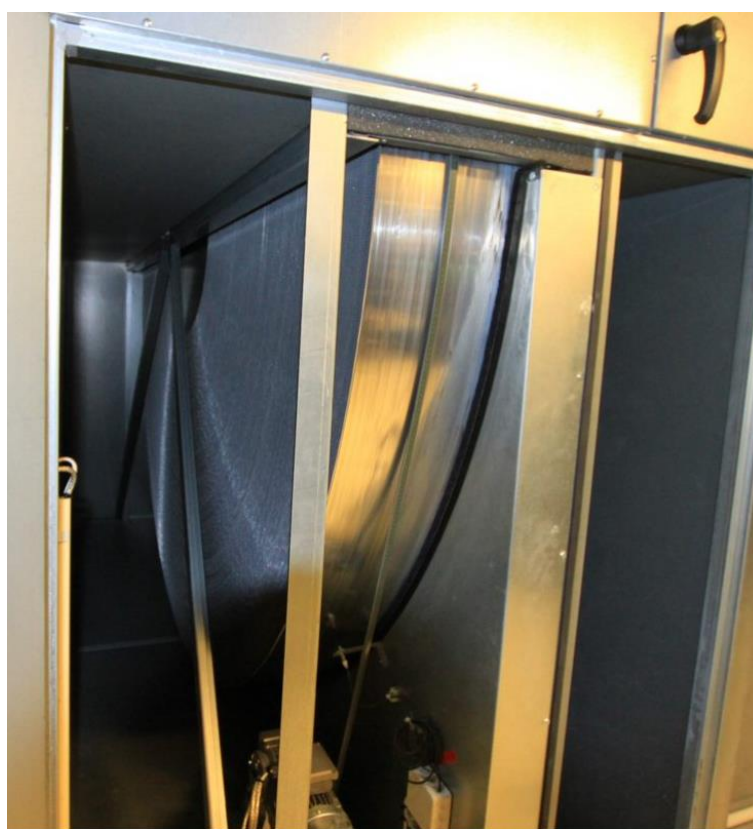
Ventilasjonstypen i bygget er balansert ventilasjon, som består av to store aggregater med roterende varmegjenvinnere hvor gjenvinningsgraden er på 82%. Aggregatene har en fordeling på ca. 50-50. Det brukes store kanaler, som gjør at man bruker mindre energi pga. lavere SFP-faktor (1,5). For de 12 smitterommene er det et eget anlegg, med egne rutiner for vedlikehold. Smitterommene har en sluse med bare avsug før man kommer inn i selve oppholdsrommet, dette for å ikke spre smitten ut fra rommet.

Kommentar:

- Godt fornøyd, ingen bemerkninger.



Bilde 4- Luftinntak Hatlane omsorgssenter



Bilde 5- Roterende varmegjenvinner Hatlane omsorgssenter

12.1.1.3 Belysning

Lysanlegget består av halogenpærer samt styring av brukstid eller bevegelsessensorer der dette er fornuftig.

Kommentar:

- Ingen bemerkninger, godt fornøyd.
- Ønskelig med LED-pærer

12.1.1.4 Solavskjerming

Omsorgssenteret har valgt persienner som løsning for solavskjerming i bygget. Dette er en robust løsning med flere positive sider, som skrevet i kapittel 10.11.2. Installasjonen styres av en værstasjon koblet opp til SD-systemet. Solavskjermingen kan overstyres lokalt i stuer og oppholdsrom, beboerrom kan kun overstyres av teknisk personell.

Kommentar:

- Godt fornøyd



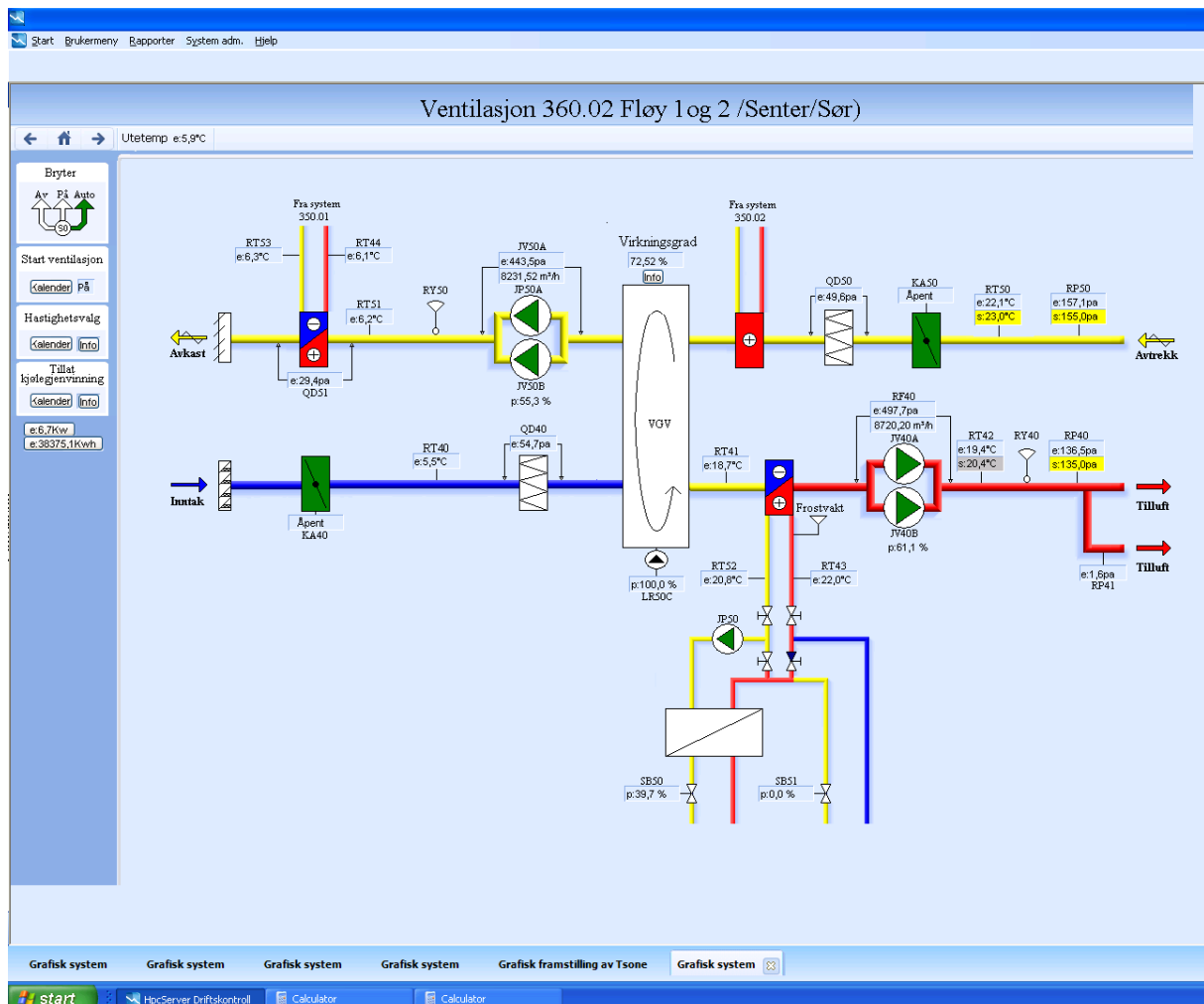
Bilde 6- Solavskjerming av persienner (Herskedal 2011).

12.1.1.5 SD-system

SD-systemet sørger for optimal drift av hele anlegget og gir mulighet til å «trimme» bygget etter en «innkjøringsprosess». Kan styres via internett fra hvor som helst i verden. Hoist Energy Norge As har levert SD-systemet til omsorgssenteret.

Kommentar:

- Meget fornøyd med SD-systemet, oversiktlig og nesten ubegrenset med muligheter, lett å gjøre endringer og legge til funksjoner.
- Viktig med godt samarbeid med leverandør, 3 mnd. innkjøringsperiode.

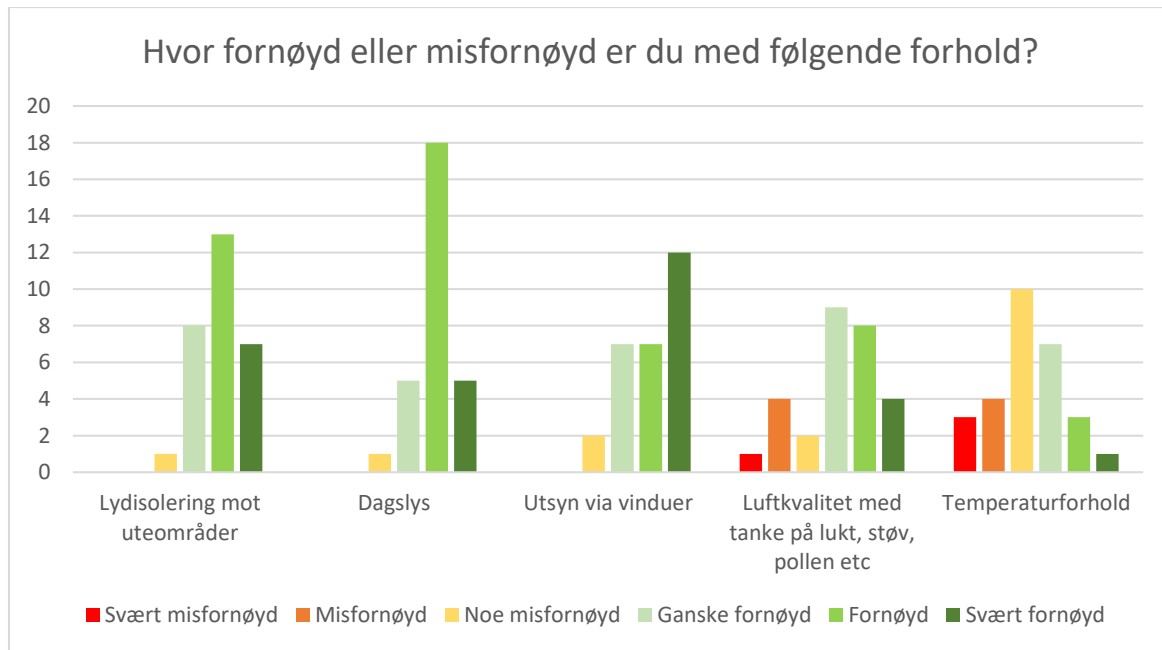


Illustrasjon 10- Styring av ventilasjon fra SD- system Hatlane omsorgssenter

12.1.2 Inneklima – Erfaringer fra brukere

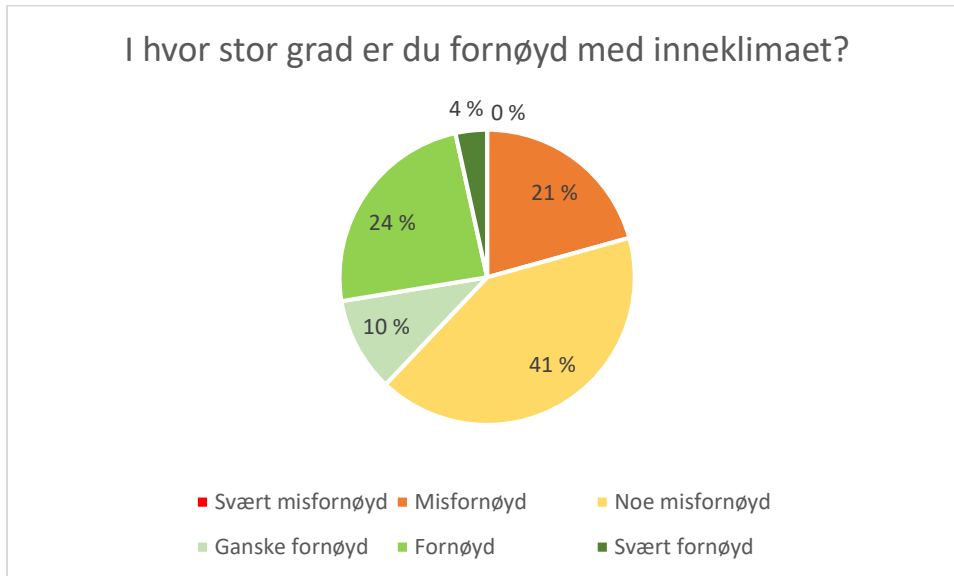
På Hatlane omsorgssenter ble det overlevert 30 spørreskjema til avdelingsleder Henning Pilskog. Han tok seg av utdelingen slik at skjemaene skulle bli jevnt fordelt på de forskjellige avdelingene på omsorgssenteret. Av de 30 utleverte fikk vi tilbake 29 skjema. En del av skjemaene var bare delvis utfylt. Av de 29 respondentene var det 2 menn og 26 kvinner, og en person som ikke hadde krysset av for kjønn. Alderssammensetningen er en person under 20 år, 11 personer mellom 20 og 40 år, 14 personer i alderen 41-65 og to personer over 65 år.

19 av de spurte har jobbet på omsorgssenteret i mer enn 3 år. Tre har jobbet der i 2-3 år, fire har 1-2 år. En person har 12-6 måneder og to av de spurte har mindre enn 3 måneders fartstid på omsorgssenteret.



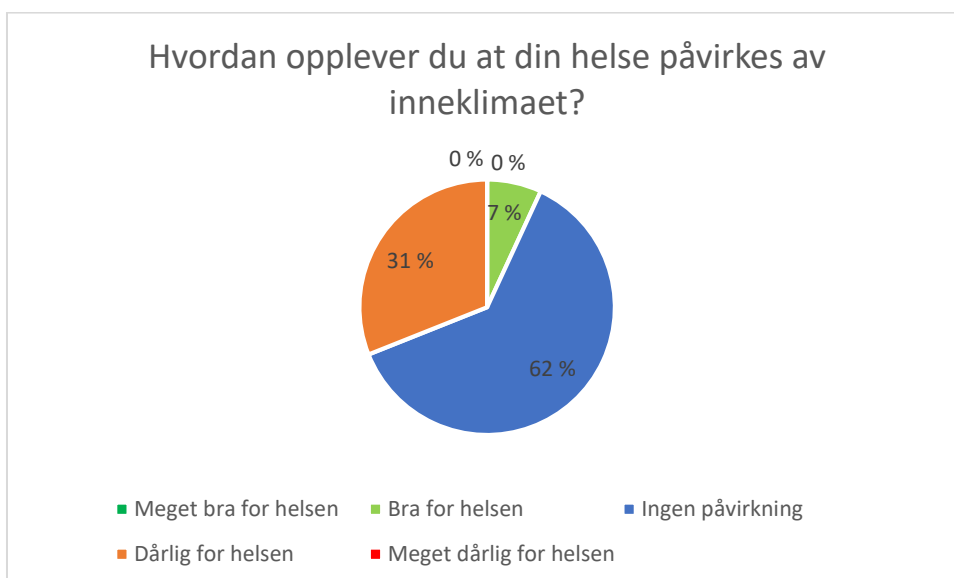
Figur 12- Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?

På Figur 12 over ser vi at de to punktene som skiller seg ut i negativ retning er det som går på luftkvalitet og temperaturforhold. Temperaturforhold kommer dårligst ut, der har 61 % av de spurte uttrykt misnøye. 25 % er i kategoriene misfornøyd og svært misfornøyd. Luftkvaliteten er det 25 % som ikke er fornøyd med, og 18 % er enten misfornøyd eller svært misfornøyd.



Figur 13- I hvor stor grad er du fornøyd med inn klimaet?

På spørsmålet i Figur 13- I hvor stor grad er du fornøyd med inn klimaet? er det 38 % som er i kategoriene svært fornøyd, fornøyd og ganske fornøyd. Ingen er svært misfornøyd med inn klimaet, men kategoriene «Misfornøyd» og «Noe misfornøyd» omfatter 62 % av de spurte.



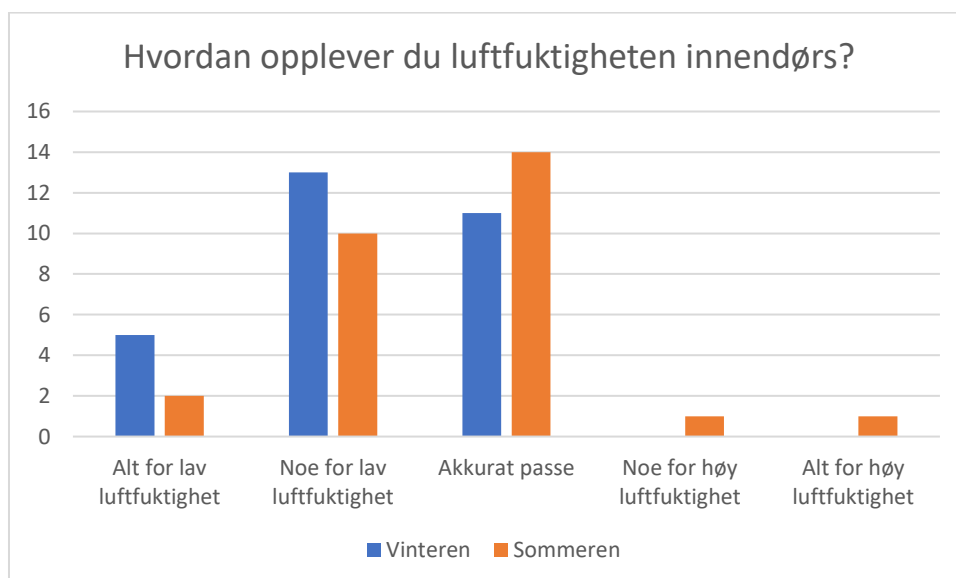
Figur 14- Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inn klimaet?

Figur 14 viser at selv om 62 % av de spurte ikke var fornøyd med inn klimaet, er det bare halvparten 31 % som mener at inn klimaet er dårlig for helsen. 62 % mener at inn klimaet ikke har påvirkning for deres helse, og 7 % mener at inn klimaet er bra for helsen.



Figur 15- Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?

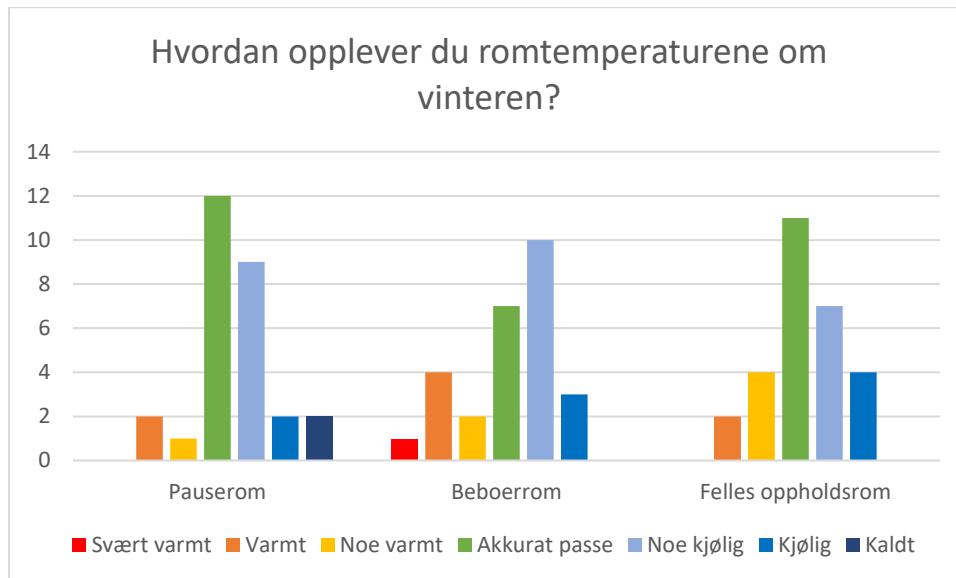
I Figur 15 ser man at hovedårsakene til misnøye med luftkvaliteten innendørs viser seg å være innestengt luft (54%), små muligheter for å påvirke ventilasjonen (71 %), støvholdig luft (13 %) og tobakksrøyk eller annen lukt (13 %). På dette spørsmålet var det mulig å krysse av for flere alternativer.



Figur 16- Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs?

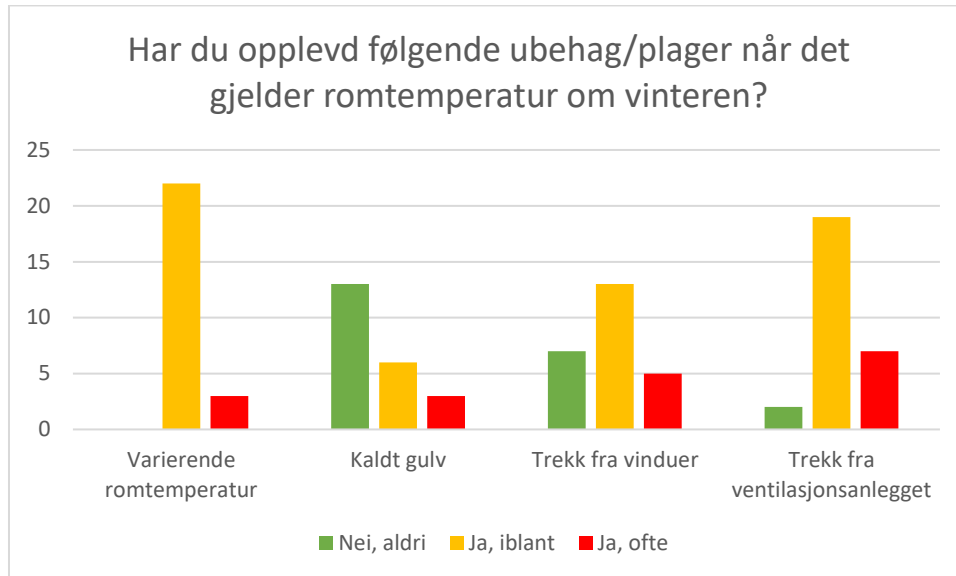
Av Figur 16 over ser man at det om vinteren er en hovedtyngd av brukerne som mener at luftfuktigheten er for lav. De som mener at luftfuktigheten om vinteren er for lav utgjør 62 % av respondentene. 38 % av de spurte er fornøyde men luftfuktigheten. Om sommeren er det

50 % som mener at luftfuktigheten er akkurat passe, men 43 % av de spurte er i kategoriene «Noe for lav» og «Alt for lav».



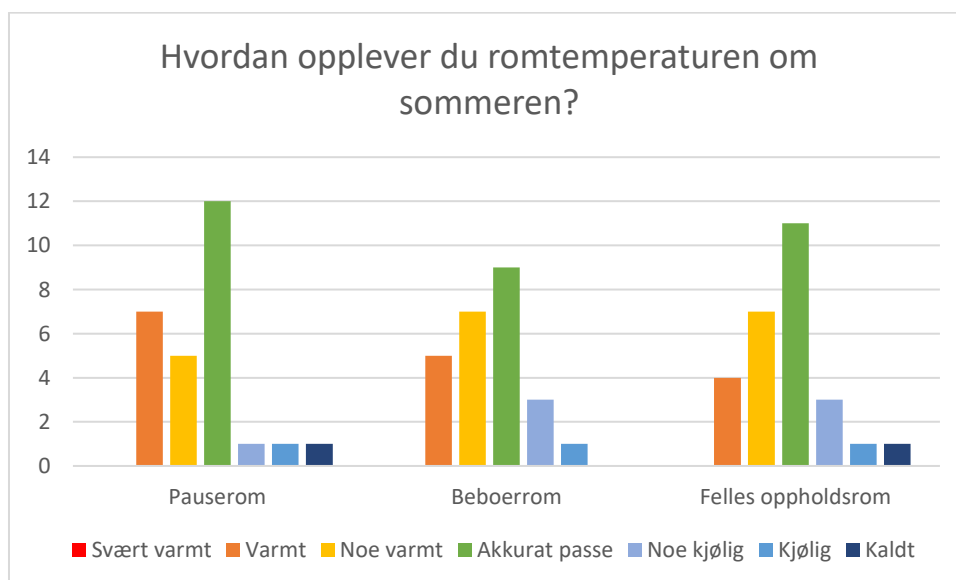
Figur 17- Hvordan opplever du romtemperaturen om vinteren?

Spørsmålet som går på romtemperaturene om vinteren (*Figur 17*) viser at det på pauserommet er 43 % som mener det er akkurat passe. Samtidig er det 46 % som mener at det er fra noe kjølig til kaldt. Det er også 11 % som mener det er fra noe varmt til varmt. På beboerrommene er det 26 % som mener temperaturen er akkurat passe. 37 % mener det er noe kjølig og 11 % mener det er kjølig. I andre enden av skalaen er det 4 % som mener det er svært varmt, 15 % varmt og 7 % noe varmt. I felles oppholdsrom er det 39 % som mener det er akkurat passe, 39 % som mener det er noe kjølig eller kjølig, og 21 % som synes det er fra noe varmt til varmt.



Figur 18- Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?

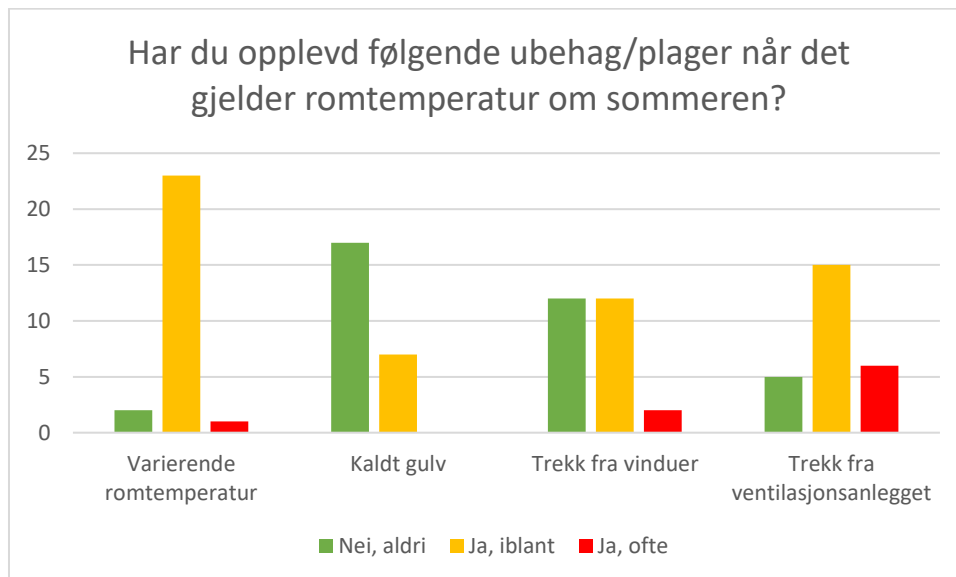
Ubehag/plager som følge av varierende romtemperatur om vinteren vist i *Figur 18* har alle de spurte på omsorgssenteret opplevd. 92 % av de spurte opplever det iblant, de resterende 8 % opplever det ofte. Kaldt gulv har 41 % av de spurte opplevd. Trekk fra vinduer er noe 52 % opplever en gang i blant og 20 % opplever det ofte. Trekk fra ventilasjonsanlegget fører iblant til ubehag/plager for 68 % av respondentene, og for 25 % fører det ofte til ubehag.



Figur 19- Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?

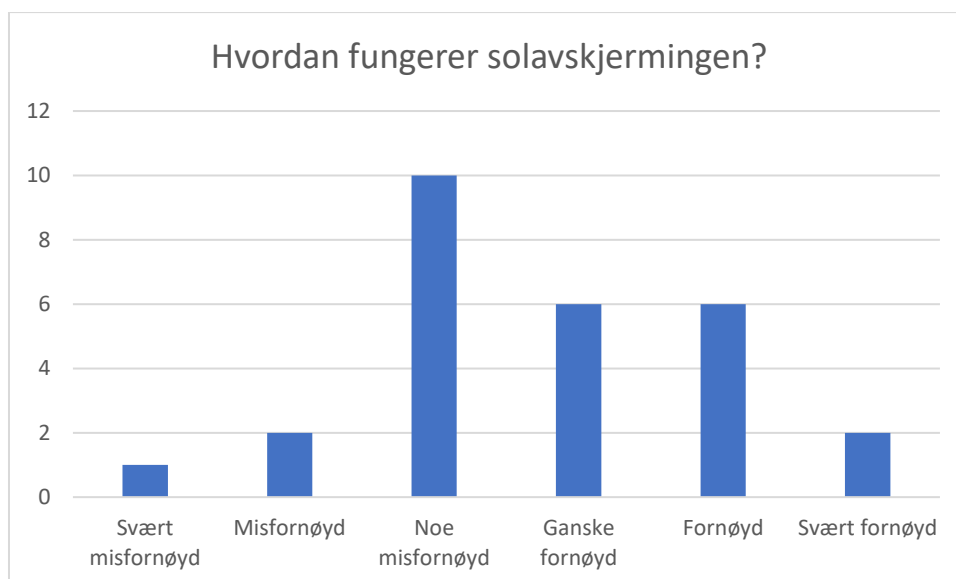
Ut ifra *Figur 19* ser vi at på pauserommet er det 44 % som synes at temperaturen er for høy, 44 % synes den er akkurat passe, og 11 % synes det er for kaldt. På beboerrommene er det 36 % som mener temperaturen er akkurat passe, 48 % som mener det er enten noe varmt eller varmt og 16 % synes det er enten noe kjølig eller kjølig. Diagrammet viser at felles

oppholdsrom har 41 % som synes at temperaturen er akkurat passe. Like mange (41 %) synes at det er enten noe varmt eller varmt, og 19 % synes det er fra noe kjølig til kaldt.



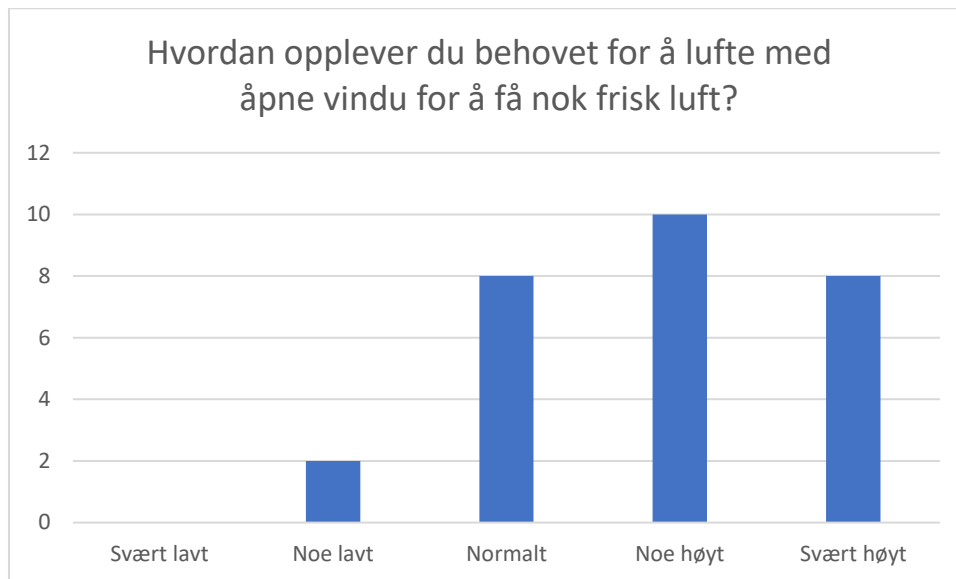
Figur 20- Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?

Fra Figur 20 ser vi at varierende romtemperatur fører også til ubehag/plager om sommeren. Hele 88 % opplever ubehag/plager iblant, og 4 % (1 person) opplever det ofte. Kaldt gulv er det 29 % som opplever iblant. Trekk fra vinduer fører til ubehag/plager for 46 % iblant, og ofte for 8 % (2 personer). Trekk fra ventilasjonsanlegget fører ofte til ubehag/plager for 23 % og iblant for 58 %.



Figur 21- Hvordan fungerer solavskjermingen?

Solavskjermingen er 7 % svært fornøyd med. 22 % er fornøyd, 22 % er ganske fornøyd, 37 % er noe misfornøyd, 7 % er misfornøyd og 4 % er svært misfornøyd vist i Figur 21



Figur 22- Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?

På spørsmålet *Figur 22- Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?* viser det seg at 29 % sier at behovet er svært høyt. 36 % sier at behovet er noe høyt, 29 % sier det er normalt og 7 % svarer noe lavt.

Generelle kommentarer fra brukerne

Nederst på spørreundersøkelsen var det et eget felt for å skrive inn generelle kommentarer, om hva som er bra eller dårlig med innklimaet. På Hatlane omsorgssenter var det fire respondenter som hadde skrevet generelle kommentarer.

«Beboerne gir uttrykk for at de fryser både sommer og vinter»

«Personalet synes det er veldig tung luft/varmt både på beboerrommene og felles oppholdsrommene, men pasientene synes det motsatte, at det er kaldt. Dårlig ventilasjon på kjøkkenet, slik det er vanskelig for å lufte.»

«Er generelt tørr luft. Og spesielt om vinteren er det kjølig. Solskjerming (automatisk) på vinduene fungerer svært dårlig.»

«Tørr luft.»

12.1.3 Inneklima – Erfaringer fra driftsansvarlig

Svarene som skilte seg ut i negativ retning ba vi om teamleder Frank Roger Sjøholt sine synspunkter på. Her er hans vurderinger:

Hva kan være grunnen til at SD-systemet viser at temperaturforholdene og luftkvaliteten er ok, mens de ansatte er misfornøyde?

«Dette var litt overraskende. Har ikke hatt klager der. Når det gjelder luften så må det være at vi senker den ganske mye på nattestid. Dette var et ønske fra personalet og beboere da mange ikke tåler trekk når de sover. Vi prøvde oss frem et års tid, satt luften til det den er i dag. Trodde alle var fornøyde, det er mye mer kapasitet å hente. Denne tråden må jeg følge videre.»

«Små muligheter til å påvirke ventilasjonen» og «Innestengt luft» er noe som fører til misnøye med luftkvaliteten. Hva er dine kommentarer til dette?

«Om alle hadde tilgang til å justere luftmengder så ville det bli kaos slik bygget er ventilert i dag, skal det være mulig må bygget bygges annerledes. Luften oppleves også innestengt når det blir for varmt.»

Ut fra svarene på spørreundersøkelsen kan det virke som det er problemer med å holde en stabil romtemperatur. Hva er årsaken til det?

«Denne forstår jeg ikke helt, men... Her er det veldig stabil temperatur, fra et snitt på ca. 24°C og opp til 26°C som vi har satt som max temperatur på rommene. I korridorer og oppholdsrom har vi lagt oss på 22°C. Et stort problem her er når enkeltpersoner skruer opp temperaturen rundt på bygget fordi de synes det er for kaldt, mens resten svetter. Dette er problem som kommer og går.

Hva er det som gjør at de ansatte har et sterkt ønske om å lufte med åpne vinduer når målingene sier at luftkvaliteten egentlig er bra?

«Gammel vane. Forstår ikke bruken av passivhus. De har blitt flinkere til å la være å lufte så mye.»

Når de ansatte ikke er fornøyde med inneklimaet, men svarer på neste spørsmål at inneklimaet ikke har noen påvirkning på deres helse. Hva tror du kan være årsaken til det?

«Inneklimaet er veldig bra og luften er bedre og renere inne enn ute. Alle kan stille temperatur på alle rom fra 20°C til 26°C og ingen er enige om hva som er best.»

Hva kan være grunnen til at mange av de spurte oppfatter luftfuktigheten som for lav?

«Varm luft oppfattes som tung og tørr luft.»

Hva kan være grunnen til at mange av de ansatte opplever trekk fra vinduer (omsorgssenteret) og ventilasjonsanlegg (skole og omsorgssenter)?

«Helt ukjent og ingen svar på. Det jeg vet er at på spiserommene/kjøkken til beboere blir det mer trekk fra ventilasjonen når kjøkken er i full drift og mange personer tilstede. Har aldri opplevd trekk fra vinduer på noen av byggene.»

12.1.4 Energibruk og økonomi

I prosjekteringsfasen av Hatlane omsorgssenter ble det foretatt en beregning av den estimerte energibruken for bygget i simuleringsprogrammet SIMIEN, som vist i *Tabell 22*.

Evalueringen i programmet tar utgangspunkt i passivhuskriteriene gitt i NS3700 og NS3701. I simuleringen er det kommet fram til at det totale netto energibehovet for omsorgssenteret er på 108,9 kWh/m², som er under kravet i hht. prosjektrapport 42 fra Sintef byggforsk «kriterier for passivhus- og lavenergibygge – yrkesbygg». Dette viser at utregnet energibehov for de ulike energipostene vil gi et godkjent resultat for å tilfredsstille passivhuskravene for omsorgssenteret på 120 kWh/m², som vist i *Vedlegg 1.6*, og er en stor faktor i søknaden om økonomisk støtte for prosjektet. Beregnet total netto energibehov er tatt med et utgangspunkt i et areal på 5770 m².

Energipost	Hatlane omsorgssenter	
	Energibehov kWh	Spesifikt energibehov kWh/m ²
1a Romoppvarming	7359	1,3
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	19531	3,4
2 Varmtvann	171909	29,8
3 Vifter og pumper	115393	20
4 Belysning	168538	29,2
5 Teknisk utstyr	134785	23,4
6a Romkjøling	0	0,0
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	11216	1,9
Total netto energibehov, sum 1-6	628730	108,9

Tabell 22-Energibudsjett utregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011).

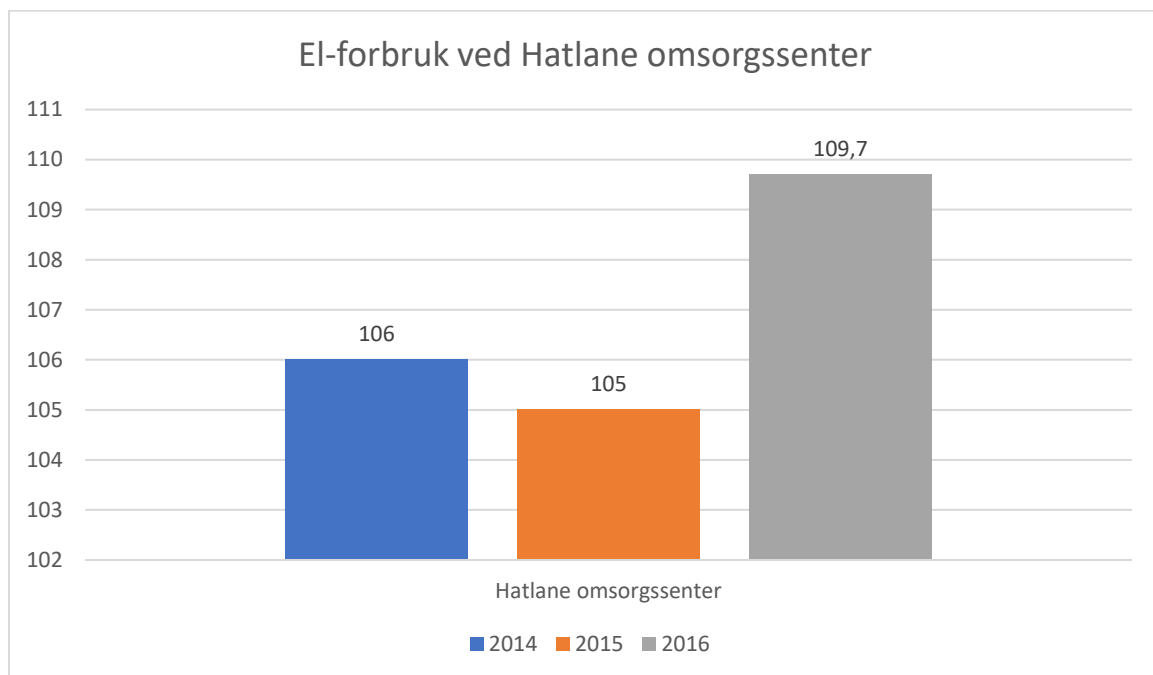
Spesifikk levert energi til omsorgssenteret er simulert i SIMIEN til å være 95,0 kWh/m².

Dette er den mengden av energi bygget trenger for å dekke behovet for bruken av energivarene man ser i *Tabell 23*. Her er ikke varmekabler og utelys tatt med i beregningen, siden dette ikke blir regnet med i resultatet for passivhuskravet. Simuleringen av hvor mye energivarene har i levert energi, vil i prosjekteringsfasen kunne variere ut i fra reel bruk. Det kan dukke opp problemstillinger som krever andre løsninger, eller endret bruk av energivarene som vil endre tallene for energibruken.

Energivare	Hatlane omsorgssenter	
	Lvert energi kWh	Spesifikk levert energi kWh/m ²
1a Dirquete el.	470534	81,5
1b El. varmepumpe	77580	13,4
1c El. solenergi	0	0,0
2 Olje	0	0,0
3 Gass	0	0,0
4 Fjernvarme	0	0,0
5 Biobrensel	0	0,0
6 Anen	0	0,0
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0,0
Total levert energi, sum 1-6	548115	95,0

Tabell 23-Levert energi beregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Hatlane omsorgssenter 2011).

Det totale el-forbruket på omsorgssenteret for årene 2014, 2015 og 2016 er vist i *Figur 23*. Ut i fra grafen ser man at forbruket varierer hvert år. I 2014 var forbruket på 106 kWh/m², 2015 gikk forbruket ned til 105 kWh/m², mens det i 2016 skjedde en økning til 109,7 kWh/m². Ulikhetene i el-forbruket skyldes faktorer som klimatiske forhold, endret bruk av energivarene og større bruk av bygget har stor innvirkning på resultatene. Innkjøring av SD-systemet vil også ha innvirkning på el-forbruket i bygget.



Figur 23-El-forbruket ved Hatlane omsorgssenter (Vedlegg 1.1)

Entreprenør Skanska hadde et opprinnelig tilbud på netto energibehov på 185 kWh/m². Da var omsorgssenteret prosjektert i henhold til TEK07, men ble senere omprosjektert til passivhus. Ambisjonsnivået for energibehovet ble da beregnet til 109 kWh/m². Grunnet overgang til passivhus fikk omsorgssenteret en merkostnad på 5.3 millioner kr. Bygget fikk støtte fra Enova på 2 millioner kr for å klare å tilfredsstille alle kriteriene til passivhus.

Dette gir da en ekstra investeringskostnad på 3.3 millioner kroner, som vi skal se hvor lang tid det tar å nedbetale. Vi tar utgangspunkt i to forskjellige kalkulasjonsrenter, der den ene er på 2.5 % og den andre på 5 %. Dette vil gi oss en nåverdi som gir oss dagens verdi av et fremtidig beløp (Standard Norge, NS 3454 2013). Høy kalkulasjonsrente vil gi en negativ retning på lønnsomheten på investeringen.

For å beregne hvor mange år det tar å nedbetale den ekstra investeringskostnaden, har vi tatt utgangspunkt og sammenlignet det beregnede netto energibehovet med det faktiske forbruket. Vi tar da gjennomsnittet på energiforbruket som omsorgssenteret har hatt siden 2014 (se vedlegg 1.1), og får da 109,7 kWh/m² som er ganske så likt som det som var beregnet.

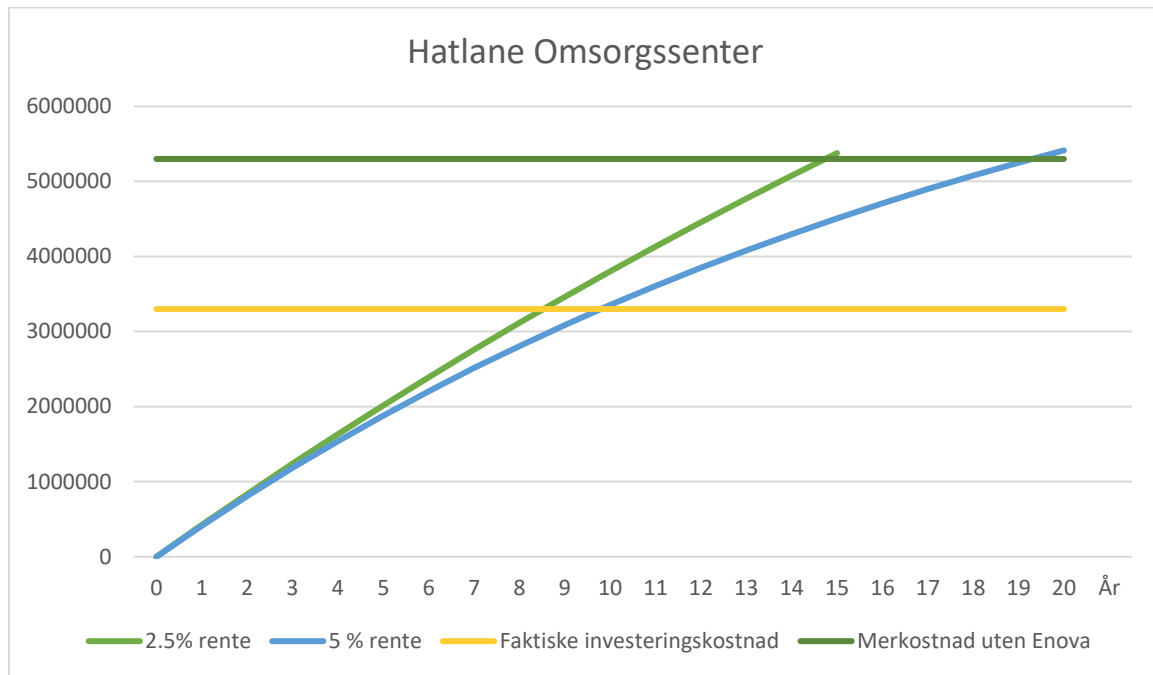
Priser på strøm har vi i denne oppgaven brukt:

Strømpris
+ nettleie
+ offentlige avgifter
= total strømutgift = 1 kr

I *Figur 24* ser vi at ved en kalkulasjonsrente på 2.5 % vil den ekstra investeringen fra TEK07 til passivhus på 3.3 millioner kr blir nedbetalt etter 9 år. Dette vil si at etter det 9. året vil du få gevinst ved spart energi for å bygge i passivhusstandard.


På en kalkulasjonsrente på 5 % vil det ta 10 år før det blir gevinst.

Fra samme *Figur 24* ser vi at en merkostnad på 5.3 millioner kr vil med samme kalkulasjonsrenter som tidligere ta 15 og 20 år å nedbetale.



Figur 24- Nedbetaling av merkostnad med og uten støtte fra Enova (Vedlegg 2)

12.2 Hatlane skole og flerbrukshall

	Hatlane skole og idrettshall	
	Byggherre	Ålesund Kommunale Eiendom KF
	Ferdigstilt	Oktober 2013
	Arkitekt	Tegn3
	Entrepriseform	Generalentreprise
	Entreprenør	Hent AS
	Prosjektleder	Morten Sloth Fjordside
	Oppvarmet BRA	Ca. 9000 m ²
	Bygningstype	Skolebygg
	Energiambisjon	Passivhusstandard
	Estimert netto energibehov:	
	Skolebygg	55 kWt/m ² pr år
	Idrettsbygg	104 kWt/ m ² pr år
	Beregnet energibehov	Manglende utregningstall
	Beregnet levert energi:	
Skoledel	43,2 kWt/m ² pr år	
Idrettsbygg	56,2 kWt/m ² pr år	
El-forbruket i 2016	70.69 kWt/m ² pr år	
Prosjektkostnad	325 millioner kroner	
Merkostnad	7.9 millioner kroner	
Tilskudd fra Enova	2.4 millioner kroner	
<p>Generelt om bygget: Hatlane skole er en skole for 1-7. klasse, men vil i tillegg være en skole for baseelever med behov for spesiell tilrettelegging. Skolen vil bestå av ca. 560 elever. Flerbrukshallen har direkte tilknytning til skolen, og benyttes til gym, samlinger, konserter, forestillinger og idrettsarrangementer. Bygget har to etasjer med gode universelle utformingsløsninger.</p>		
<p>Bygningsform og arkitektur: Skolen har et hovedbæresystem som består av prefabrikkerte betongsøyler, bjelker og dekker. Bygget har avstivning for jordskjelvlaster som er utført i stål og er skjult i lettveggene. Idrettshallen har prefabrikkerte bærende isolerte ytterveggselementer og har plasstøpt betongvegg mellom garderobe og hall. Bæresøyler er lagt på innsiden av ytterveggene for å unngå kuldebroer og problemer med tetthet. Vindus- og glassarealene er i hovedsak lagt mot øst og vest, mens yttertak og vegger danner en ramme rundt bygget i nord og sør. Alle avdelinger bindes under samme tak, som gir en kompakt bygningsform uten for mye utvendige flater. Lyskasser er satt på tak for større mengde naturlig lys inn i byggets senter.</p>		
<p>Bruk av bygget: Skolebygg er en type bygg som står ubrukt mange timer i døgnet. Tekniske anlegg som ventilasjon, lys, varme og kjøling er dermed behovsstyrt. Klasserom har ofte en høy persontetthet, dette setter dermed krav til både oppvarming, kjøling og ventilasjon.</p>		

Tabell 24 viser kravene satt for passivhusstandard opp mot kravene ved Hatlane skole, samt flerbrukshall og garderobes har klart å gjennomføre for ulike komponenter.

Egenskap	Passivhus-krav	Hatlane Skole	Hatlane flerbrukshall og garderobes
1. U-verdi yttervegg (W/m ² K)	≤ 0.15	0.12	0.13
2. U-verdi tak (W/m ² K)	≤ 0.13	0.08	0.08
3. U-verdi gulv (W/m ² K)	≤ 0.15	0.14	0.07
4. U-verdi vinduer og dører (W/m ² K)	≤ 0.8	0.71	0.75
5. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 80%	88%	89%
6. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	≤ 1.5	1.5	1.5
7. Lekkasjetall	≤ 0.6	0.6	0.6
8. Normalisert kuldebroverdi	≤ 0.03	0.02	0.02

Tabell 24- Tekniske komponenter Hatlane skole og flerbrukshall (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobes 2011), (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011).

12.2.1 Tekniske løsninger – Erfaringer fra driftsansvarlig

Hatlane skole var i hovedsak planlagt med fjernvarme, men det ble valgt vekk av kommunen til fordel for varmepumpesystem med varme/kjøleuttak fra energibrønner.

12.2.1.1 Luftbåren varme fra energibrønner

I hovedsak blir oppvarmingen basert på ventilasjonsluft, der varmepumpene henter varmeenergi fra grunnen. Energibrønnsystemet består av 27 brønner med diameter på 30 cm, og ned til ca. 200 meters dybde. Om sommeren brukes energibrønnene til kjøling, det gjøres

ved å føre overskuddsvarmen fra skolen ned i brønnene, hvor den bevares til vinteren. Varmepumpen er prosjektert til å dekke ca. 60% av varmebehovet, ved spesielt kalde temperaturer inntreer en EL-kjele for å dekke spisslasten, de resterende 40%.

Kommentar:

- Burde hatt kontroll over hver energibrønn (mulighet til å stenge via SD-system og temperaturføler i hver brønn).
- Hadde vært gunstig med dypere eller flere brønner, varmpumpen tynes mest mulig i dag for å holde energiforbruket lavest mulig.



Bilde 7- Rørsystem for energibrønn Hatlane skole

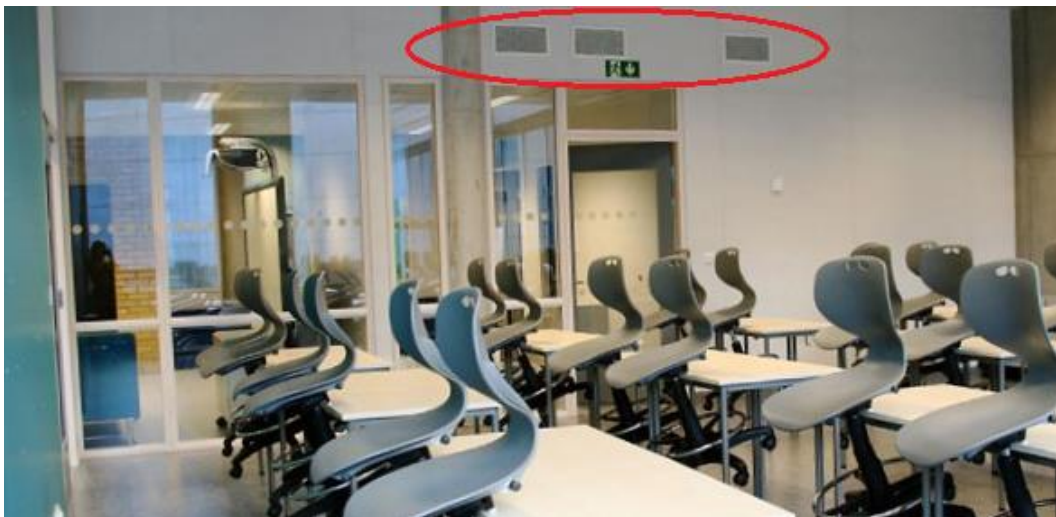
12.2.1.2 Ventilasjon

Ventilasjonsanlegget er av typen balansert ventilasjon med behovsstyring for alle arealer. Behovsstyringen består av både VAV-styring (co2 og temperatursensorer) og CAV-styring (bevegelsessensor)

Sentral løsning, med et hovedluftinntak og ventilasjonsanlegg plassert i kjeller. Det er benyttet roterende varmegjenvinner med en virkningsgrad på 88% for skolen og 89% for flerbrukshallen. SFP-faktoren er på 1.5, som er innenfor kravet i henhold til NS3701.

Kommentar:

- Komplisert å holde jevn temperatur i bygget (for mange rom per aggregat), gjør dette til en lite gunstig løsning for driftspersonell



Bilde 8- Tilluft til klasserom Hatlane skole (Tegn_3 u.d.).

12.2.1.3 Vannbåren varme

Garderobene i flerbrukshallen er utstyrt med vannbåren varme i gulvene. Vannrensing av varmekretser er meget viktig da dette gir økt effekt og levetid

Kommentar:

- Her er det installert en enkel versjon for vannrensingen som gir litt mer arbeid, men godt fornøyd.



Bilde 9- Enkel versjon vannrensing Vedlegg 1.1

12.2.1.4 Belysning

Belysningen blir behovsstyrt ut ifra tilstedeværelse og dagslys. Bevegelse-sensorer i nesten alle rom.

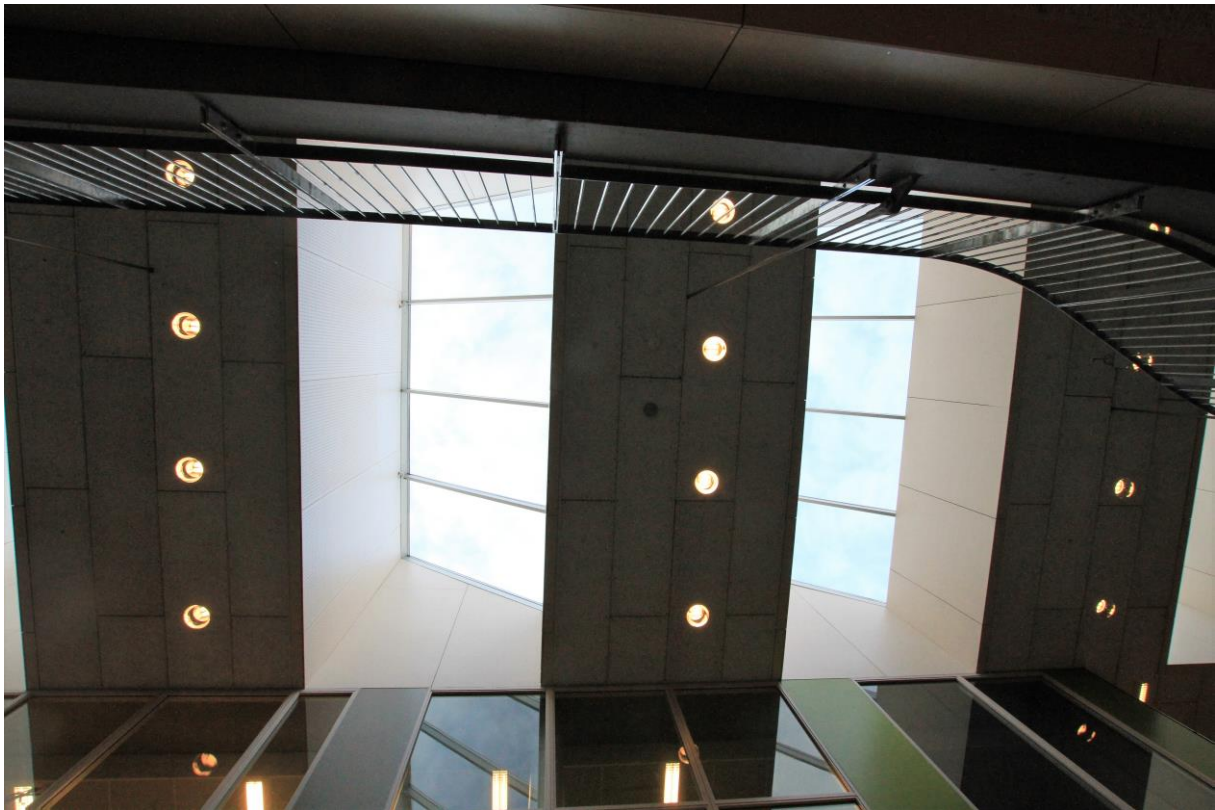
Undervisningsrom, kontor og møterom har dimmefunksjon, opp/ned og av/på.

Enkelte rom har flere lysscenarioer (arbeidslys, koselys,).

Skolebygget har også 15 lyskasser midt i bygget som slipper inn dagslys.

Kommentar:

- Det elektriske lysanlegget er preget av mange småfeil
- Lyskassene fungerer godt.



Bilde 10- Lyskasser og elektrisk lys Hatlane skole

12.2.1.5 Solavskjerming

På dette bygget er det valgt solavskjerming av typen solavskjermingsduk med automatisk styringssystem. Denne løsningen er god når det kommer til det arkitektoniske ved bygget, og har positive egenskaper ved at man kan få utsyn selv om man stenger for sollyset, som beskrevet i kapittel 10.11.2. Brukerne av solavskjermingen har mulighet til å overstyre dukens stilling etter det behovet dem måtte ønske.

Kommentar:

- Mange feil, spesielt etter noen års drift.
- Gå aldri for en billig versjon



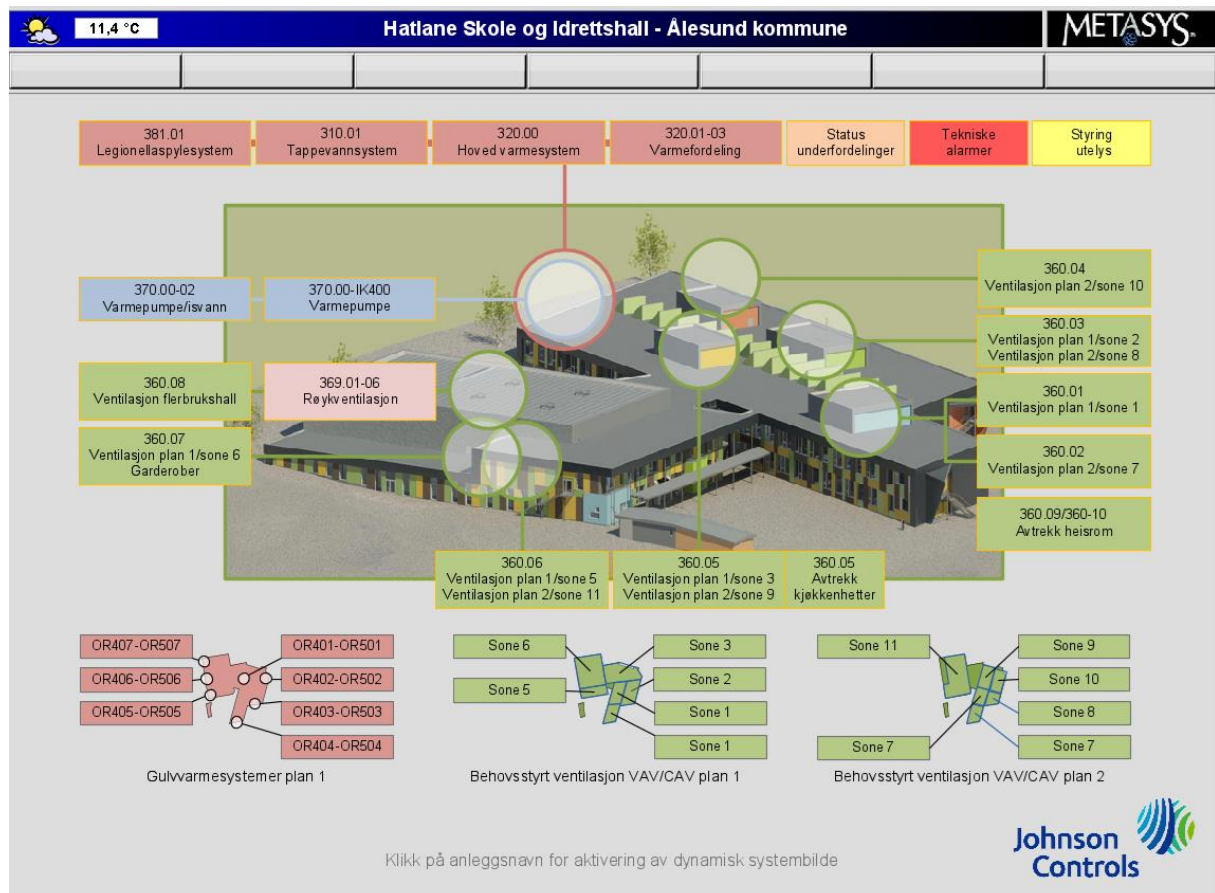
Bilde 11- Problemer med solavskjerming ved Hatlane skole

12.2.1.6 SD-system

SD-systemet tar seg av den tekniske driften av huset, men her er solskjerming, innendørs lysstyring og program til innring holdt utenfor. Systemet er levert av Johnson Control AS.

Kommentar:

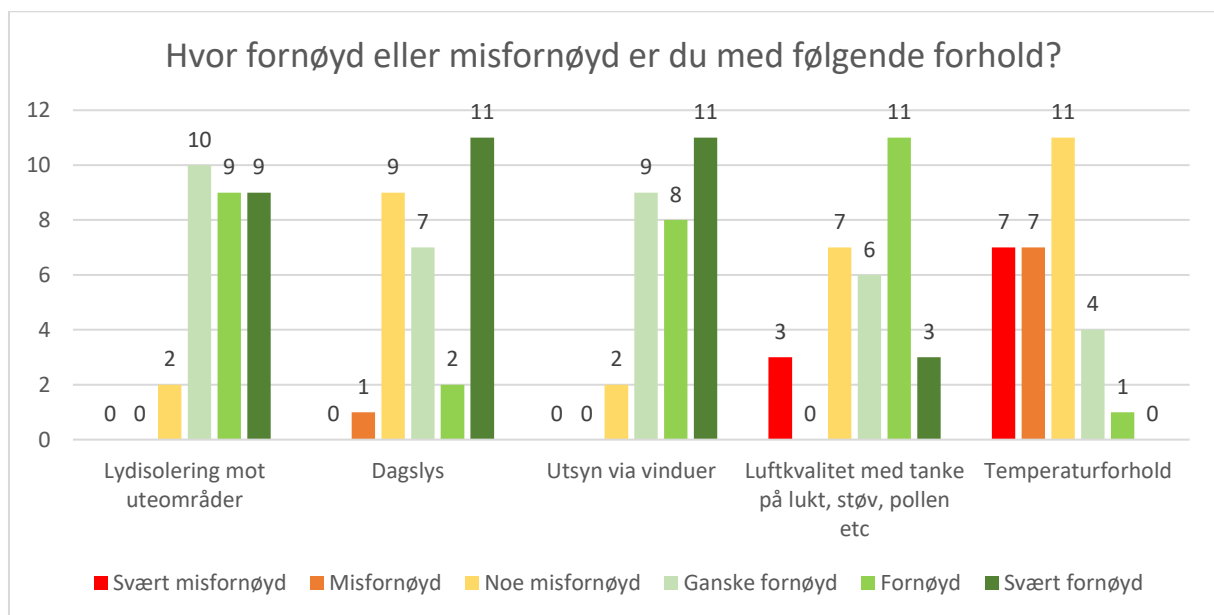
- Ofte en fordel å ikke la SD-systemet styre all teknikk
- Viktig med god opplæring av driftspersonell, krever forståelse for data, elektro og automasjon.
- Det tar tid å få SD-system til å fungere optimalt.
- Dette er kanskje den mest komplekse delen å få til når det gjelder den tekniske driften av bygget.



Illustrasjon 11- Hovedmeny SD- system Hatlane skole

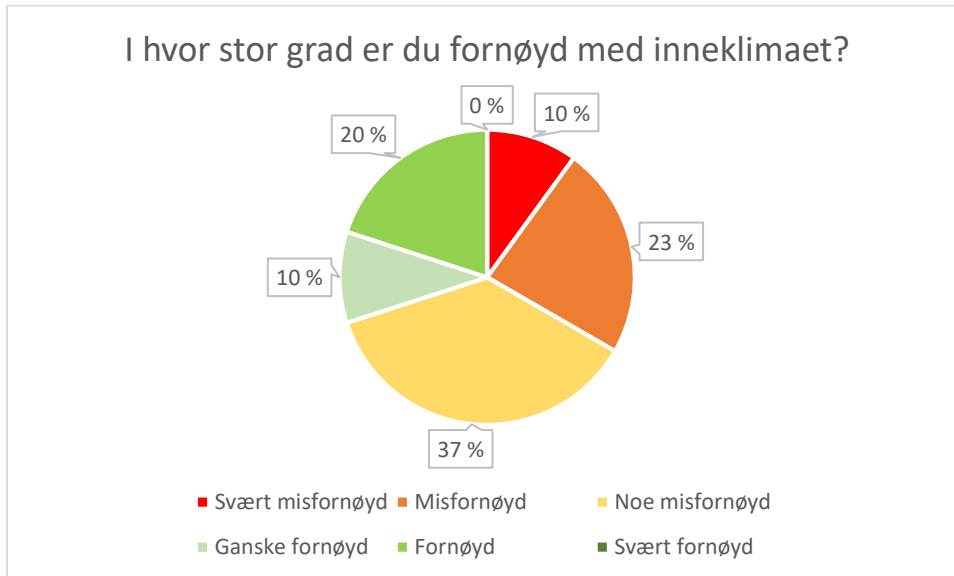
12.2.2 Inneklima – Erfaringer fra brukere

Til spørreundersøkelsen på Hatlane skole var det vi som delte ut skjemaene. Vi fikk inn 30 utfylte skjema, like mange som vi delte ut. Selv om vi var tilstede og det var mulig å kontakte oss hvis det var spørsmål, var det likevel noen som ikke fylte ut hele spørreundersøkelsen. I spørreundersøkelsen på Hatlane skole var det 30 respondenter. 7 menn og 23 kvinner. 11 av disse var i alderen 20 - 40 år og 19 i alderen 41 – 65 år. En har ikke krysset av for alder. 21 av de spurte har jobbet der lenger enn 3 år, og da mest sannsynlig siden skolen var ny. Skolen sto ferdig i september 2013.



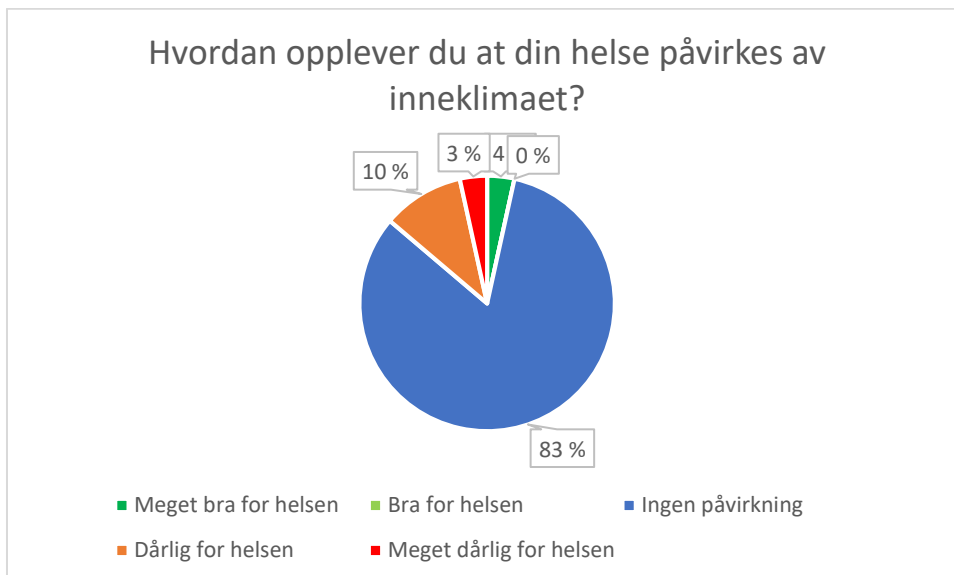
Figur 25- Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?

Spørsmålet i Figur 25- *Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?* favner ganske bredt og tar for seg flere temaer. Som vi ser av diagrammet er det to forhold som peker seg ut i negativ retning, og det er luftkvalitet og temperaturforhold. Det som slår mest negativt ut er temperaturforhold. Der har 25 av 30 svart at de er enten noe misfornøyd, misfornøyd eller svært misfornøyd med temperaturforholdene ved skolen, og av de resterende fem er fire ganske fornøyd og bare en fornøyd med temperaturforholdene. Med luftkvaliteten er det 3 som har svart «svært misfornøyd» og det utgjør 10 % av de spurte, noe som er like mange som er svært fornøyd.



Figur 26- Hvor stor grad er du fornøyd med inneklimaet?

Neste spørsmål vist i *Figur 26- Hvor stor grad er du fornøyd med inneklimaet?* (temperatur, luftfuktighet, trekk, lukter, partikler i luften, belysning, lyd) Her går det fram at 70 % av de spurte ikke er fornøyd med inneklimaet, og bare 30 % er ganske fornøyd eller fornøyd. Ingen av de spurte er svært fornøyd med inneklimaet. 10 av de spurte var enten svært misfornøyd eller misfornøyd med inneklimaet.



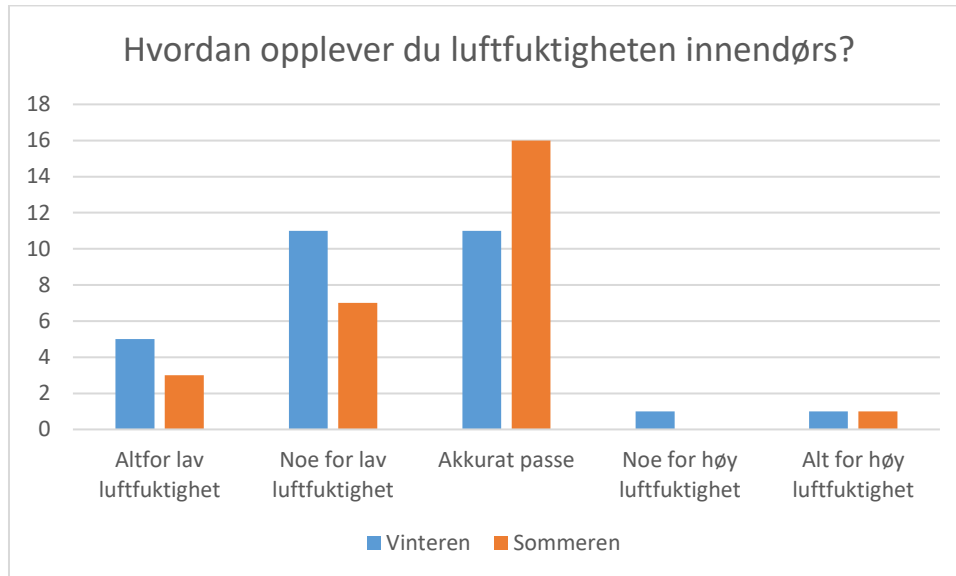
Figur 27- Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimaet?

Selv om 70 % (21 stk) av de spurte ikke var fornøyde med inneklimate er det bare 13 % (4 stk.) som mener at inneklimate er dårlig eller meget dårlig for helsen vist i *Figur 27*. Hele 83 % (24 stk.) mener at inneklimate ikke har påvirkning på helsen. En av de spurte mener også at inneklimate er meget bra for helsen.



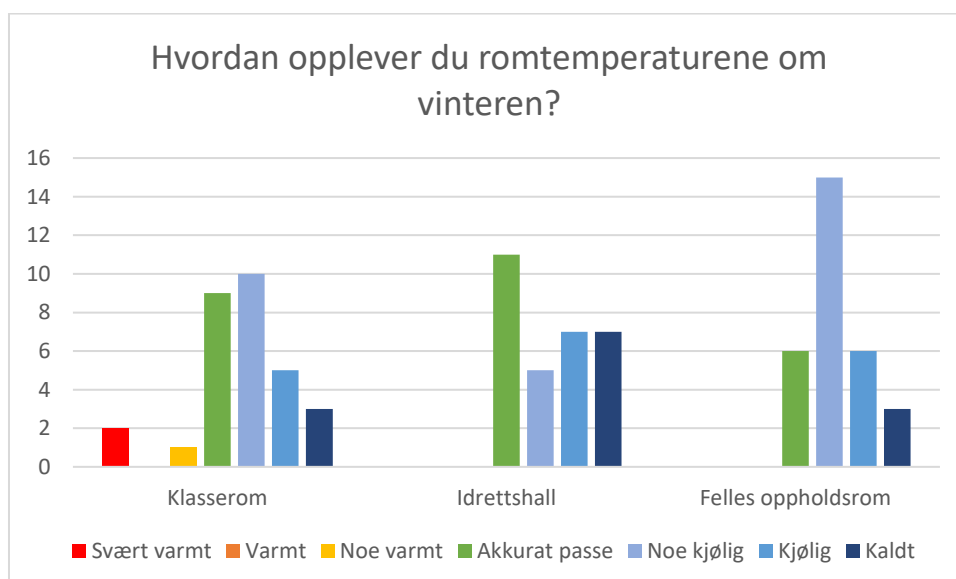
Figur 28- Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?

De som var misfornøyde med luftkvaliteten innendørs, fikk så mulighet til å spesifisere hva som var årsaken til dette i neste spørsmål. 23 respondenter svarte på dette. På dette spørsmålet var det mulig å hake av flere alternativ. Av *Figur 28* kan man lese at det var 17 som påpekte «Små muligheter til å påvirke ventilasjonen» som det som førte til mest misnøye. Dette utgjør 54 % av totalen på 30 og 74 % av de 23 som svarte på hva som er årsaken til misnøye med luftkvaliteten innendørs. På en «andre plass» kom «Luften føles innestengt». Her var det 11 som krysset av for dette. Noe som utgjør 37 % av totalen og 48 % av de som svarte på dette spørsmålet.



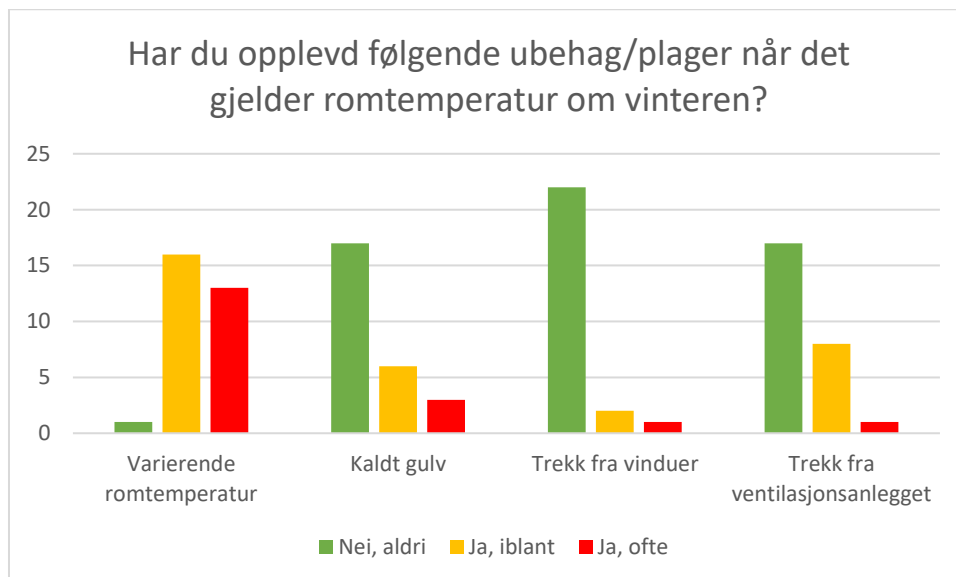
Figur 29- Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs?

Når det gjelder spørsmålet *Figur 29- Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs?*, så viser det seg at på vinteren så er det en hovedtyngd av respondentene som mener at luftfuktigheten enten er altfor lav eller noe for lav. De som mener luftfuktigheten er enten altfor lav eller noe for lav utgjør totalt 55 % av de spurte. Om sommeren er det en større andel enn om vinteren som mener at luftfuktigheten er «Akkurat passe». De som svarer «Akkurat passe» utgjør hele 59 %. De som svarer at luftfuktigheten er for lav, er noe mindre enn om vinteren.



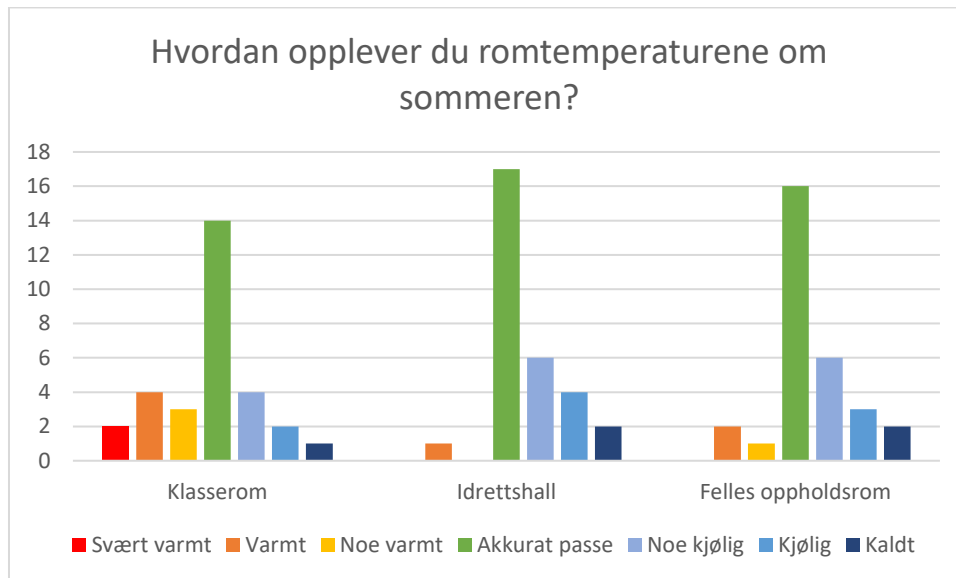
Figur 30- Hvordan opplever du romtemperaturen om vinteren?

Om vinteren viser *Figur 30* at en svært stor del opplever rommene på skolen som kjølige/kalde. I kategorien «klasserom» svarer 60 % av de spurte at de synes det er fra «Noe kjølig» til «Kaldt». I idrettshallen svarer 63 % det samme, og i felles oppholdsrom svarer hele 80 % at de synes det er fra «Noe kjølig» til «Kaldt».



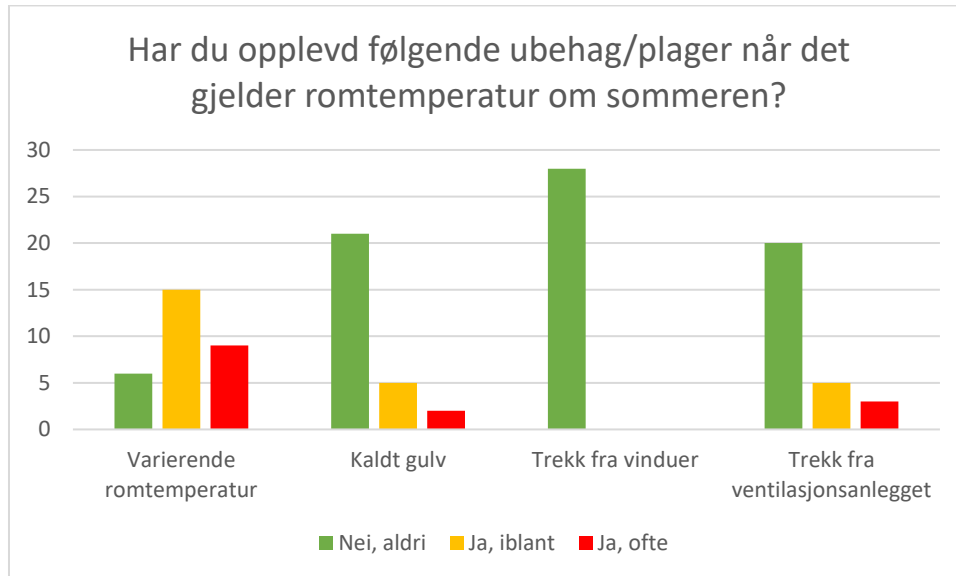
Figur 31- Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?

På spørsmål på *Figur 31* om ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren svarer 53 % at de iblant opplever varierende romtemperatur og hele 43 % at de ofte opplever det samme. Det er altså 97 % som i større eller mindre grad opplever ubehag/plager av varierende romtemperatur om vinteren. 27 % svarer også at de iblant opplever trekk fra ventilasjonsanlegget vinterstid.



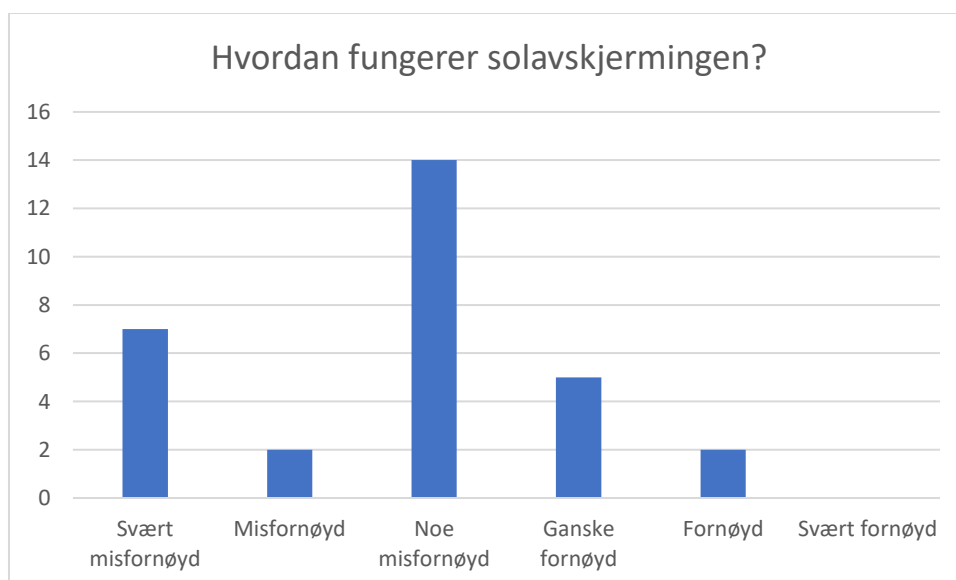
Figur 32- Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?

Akkurat passe er det helt klart det som går mest igjen i spørsmålet *Figur 32- Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?* 47 % mener at romtemperaturen er akkurat passe i klasserom, 57% mener det om idrettshall og 53 % mener det om temperaturen i felles oppholdsrom. Under klasserom er det ganske likt mellom de som synes det er for kaldt og de som synes det er for varmt. I idrettshallen er det en klar overvekt av de som synes det er for kaldt sammenlignet med de som synes det er for varmt. Der er det 40 % av de spurte som synes det er fra «Noe kjølig» til «Kaldt». Felles oppholdsrom har en overvekt av de som synes det er for kaldt og de som synes det er for varmt. 37 % er mener det er fra noe kjølig til kaldt og 10 % mener det er fra noe varmt til varmt.



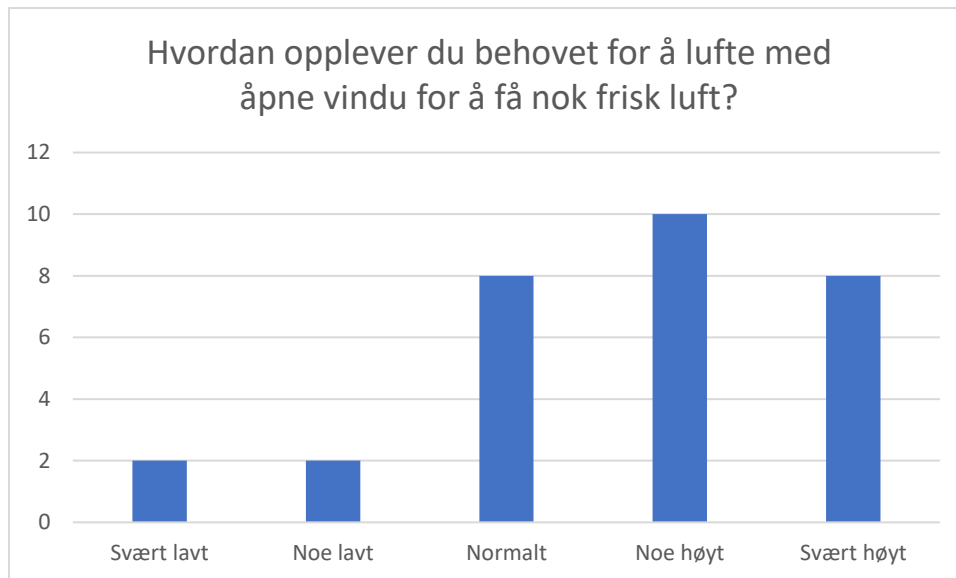
Figur 33- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?

Variierende romtemperatur er det punktet som utpeker seg spesielt i negativ retning når det gjelder Figur 33- Har du opplevd følgende ubehag/ plager når det gjelder romtemperatur om sommeren? Dette er det samme som stakk seg ut negativt når det gjaldt ubehag/plager vedrørende romtemperatur om vinteren. 50 % opplever iblant ubehag/plager på grunn av varierende romtemperatur, og 30 % opplever ofte ubehag/plager av samme grunn. Totalt utgjør det 80 % som har plager av varierende romtemperatur om sommeren.



Figur 34- Hvordan fungerer solavskjermingen?

Som vi ser av *Figur 34* så har solavskjermingen på Hatlane skole ikke fått god respons. Hele 77 % av de spurte er ikke fornøyde med solavskjermingen. Bare 7 % av de spurte er fornøyde med solavskjermingen, og 17 prosent er ganske fornøyd.



Figur 35- Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?

Lufting med åpne vinduer er ikke noe som er mulig på Hatlane skole. Likevel ser vi at flertallet av de spurte føler et behov for å lufte. 27 % av de spurte føler det er et normalt behov for lufting. 33 % mener behovet er noe høyt og 27 % mener at behovet for å lufte med åpne vinduer for å få frisk luft er svært høyt vist i *Figur 35*.

Generelle kommentarer fra brukerne

På Hatlane skole hadde halvparten av respondentene (15 stk.) skrevet generelle kommentarer til inneklimate ved skolen. Det var opplyst om at det var mulig å kommentere både det som var bra og det som var dårlig.

«Det er ofte kaldt, varierer fra rom til rom og dag til dag. Vi fryser mer enn vanlig.»

«Særlig klasserom over teknisk rom er plaget med høy temperatur. Både elever og ansatte plaget med hodepine.»

«Kan bli «tung» luft i enkelte grupperom»

«Kaldt i nordvendte rom. Varmt i sørvendte rom pga. fravær av tilpassa ventilering/solskjerming.»

«Varierende temperatur på ulike rom. Kaldt etter ferier.»

«Varierende temperatur på ulike rom, ulike dager. Alltid kaldt etter ferier/langhelger.»

«Solskjerming: Irriterende med «gardin» som går opp og ned automatisk når det måtte passe den. Lys: for lavt stilt, virker mørkt raskt. Temp: Vi fryser konstant!»

«Liker godt lysforhold på klasserom og fellesareal. Synes det er tørr luft: mye tørst, tørre lepper, tørr hud. Noe støy, f.eks personalrom.»

«Flott med masse dagslys. Generelt alt for kaldt, vi går med ull hele året.»

«Dårlig lukt på personalrom - innimellom! Spesielt mandager er det alt for kjølig i bygget, gjelder også etter perioder med lite aktivitet på bygget. Støyskjerming mellom klasserom er usedvanlig dårlig!»

«Vedr. solskjerming har flere «gardiner» vært defekt. I underv.areal kjenner vi behov for å lufte slutten på dag (i undervisningstid).»

«Dårlig luft, kaldt og ekkel lukt på grupperom.»

«Veldig varierende temperaturer på huset. Romtemperaturen varierer veldig fra rom til rom.»

«Litt ulik temperatur på småromma og varierende luftkvalitet på småromma.»

«Meget godt fornøyd med inneklima generelt!»

12.2.3 Inneklima – Erfaringer fra driftsansvarlig

Svarene som skilte seg ut i negativ retning ba vi om teamleder Frank Roger Sjøholt sine synspunkter på. Her er hans vurderinger:

Hva kan være grunnen til at SD-systemet viser at temperaturforholdene og luftkvaliteten er ok, mens de ansatte er misfornøyde?

«Luften er eneste oppvarmingskilde på skolen. Varm luft oppfattes som dårlig luft, når det er kaldt ute blåser vi inn 22 til 26°C. Går vi høyere oppleves luften som tung selv om det er nok luft og PPM-verdier er ok. Får tilbakemelding på at noen fryser og noen synes det er for

varmt. Det blir kaldere i noen soner av områdene som et ventilasjonsanlegg dekker, for eksempel rom som ikke er mye i bruk og VAV er stengt når det ikke personer tilstede. Vi legger oss på en temperatur midt i mellom de som fryser og de som synes det er varmt. Møterom/auditorium blir for varmt og får tung luft om vi kjører for høy temperatur.»

«Små muligheter til å påvirke ventilasjonen» og «Innestengt luft» er noe som fører til misnøye med luftkvaliteten. Hva er dine kommentarer til dette?

«Om alle hadde tilgang til å justere luftmengder så ville det bli kaos slik bygget er ventilert i dag, skal det være mulig må bygget bygges annerledes. Luften oppleves også innestengt når det blir for varmt.»

Mange av de ansatte synes at det vinterstid er for kaldt både på klasserom, idrettshall og felles oppholdsrom. Hva kan være årsaken til dette?

«Det var det de to første vintrene. Vi holder en temperatur på 18 til 20°C på skolen. For liten kapasitet på varmpumpen og varmebatterier i ventilasjonsaggregatene. Nå kjører vi på mer temperatur med EL-kjel og kan holde temperaturen som de ønsker. Igjen så er det store variasjoner i ønsker fra brukere. Idrettshallen har en konstant temperatur på 16°C innblåsningsluft sommer og vinter og er ganske stabil. Da holder rommet ca. 17 til 18°C. Når hallen blir brukt til andre aktiviteter enn idrett så kan det være kaldt, ja, men 90% av bruken er til idrett.»

Ut fra svarene på spørreundersøkelsen kan det virke som det er problemer med å holde en stabil romtemperatur. Hva er årsaken til det?

«Varmekapasitet generelt på huset og det at huset kjøres så «gjerrig» som mulig.»

Hva er det som gjør at de ansatte har et sterkt ønske om å lufte med åpne vinduer når målingene sier at luftkvaliteten egentlig er bra?

«Gammel vane. Forstår ikke bruken av passivhus. De har blitt flinkere til å la være å lufte så mye.»

Når de ansatte ikke er fornøye med inneklimate, men svarer på neste spørsmål at inneklimate ikke har noen påvirkning på deres helse. Hva tror du kan være årsaken til det?

«Inneklimaet er veldig bra og luften er bedre og renere inne enn ute. Tror også at mange ønsker samme temperatur på skolen som i stuen sin hjemme. Det får de ikke, på skolen har de ca. 20°C som er ideell undervisningstemperatur.»

Hva kan være grunnen til at mange av de spurte oppfatter luftfuktigheten som for lav?

«Varm luft oppfattes som tung og tørr luft.»

Hva kan være grunnen til at mange av de ansatte opplever trekk fra vinduer (omsorgssenteret) og ventilasjonsanlegg (skole og omsorgssenter)?

VAV-styringer som øker luftmengden når det er mange personer i rommet for å holde PPM-verdien på settpunkt.

12.2.4 Energibruk og økonomi

I *Tabell 25* ser man en oversikt over utregnet energibudsjett i simuleringsprogrammet SIMIEN tatt under prosjekteringsfasen av skolen og flerbrukshallen. Det er oppdragsgivers bestilling om ønsket passivhuskrav, i hht. prosjektrapport 42 fra Sintef byggforsk «kriterier for passivhus- og lavenergibygging-yrkesbygg», energiberegningene er basert på i simuleringsprogrammet. Beregningens formål er å kunne se om miljømålet til oppdragsgiver er oppnåelig med de løsningene som er valgt, og om kravet for passivhusstandarden ikke ligger under estimert verdi i hht. NS3700 og NS3701.

Miljømålet for prosjektet:

- Skoledel 55,1 kWh/m²
- Idrettsdel 96,5 kWh/m²

For skoledelen er beregnet spesifikt energibehov på 51,0 kWh/m². Dette er under både miljømål og estimert total netto energibehov for passivhus på 55kWh/m² som vist i *Vedlegg 1.6*. For Hatlane flerbrukshall og garderober er beregnet spesifikt energibehov på 84,4 kWh/m² som er mindre enn kravet på 104 kWh/m² som man ser i *Vedlegg 1.6* og miljømålet. Dette gjelder for passivhusnivå i idrettsbygg og er den verdien flerbrukshall og garderobe blir satt opp mot. Disse beregningene er tatt tidlig i prosjekteringsfasen og ulikheter fra ferdigstilt prosjekt har stor sannsynlighet for å oppstå. I utregningen gjort i SIMIEN er flerbrukshallen og garderober regnet med et areal på 1760m², mens skoledelen med et areal på 6717m².

Energipost	Hatlane skoledel		Hatlane flerbrukshall og garderobes	
	Energibehov kWh	Spesifikt energibehov kWh/m ²	Energibehov kWh	Spesifikt energibehov kWh/m ²
1a Romoppvarming	13064	1,9	3676	2,1
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	27692	4,1	8867	5,0
2 Varmtvann	67677	10,1	88662	50,4
3 Vifter og pumper	85371	12,7	12897	7,4
4 Belysning	89064	13,3	28005	15,9
5 Teknisk utstyr	59384	8,8	4668	2,7
6a Romkjøling	0	0,0	0	0,0
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0,0	1768	1,0
Total netto energibehov, sum 1-6	342252	51,0	148544	84,4

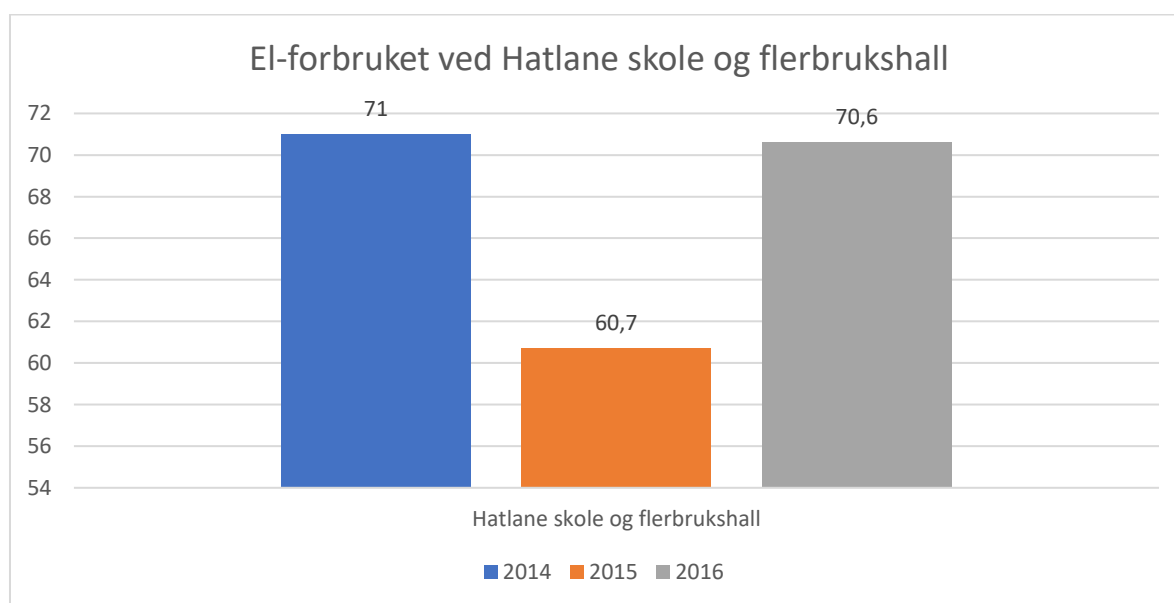
Tabell 25-Energibusjett utregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011), (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobes 2011).

Totalt levert energi, som er gitt i *Tabell 26*, er den samlede mengden energi bygget trenger tilført for å dekke behovet. Her er beregnet spesifikk levert energi i SIMIEN for skoledel på 43,2 kWh/m² og 56,2 kWh/m² for flerbrukshall og garderobes. Det er disse simulerte tallene som forteller hvor mye av utgiftene som vil brukt på innkjøp av energi i løpe av året. Det skal også nevnes at endringer i prosjektets faser, gjør at disse tallene ikke alltid stemmer overens med det som faktisk blir totalt levert energi ved bruk av bygget. I denne simuleringen er det ved utregningen av total netto energibehov brukt et areal for flerbrukshallen og garderobes på 1760m², og 6717m² for skoledelen av bygget.

Energivare	Hatlane skoledel		Hatlane flerbrukshall og garderobes	
	Levert energi kWh	Spesifikk levert energi kWh/m ²	Levert energi kWh	Spesifikk levert energi kWh/m ²
1a Direkte el.	246141	36,6	57523	32,7
1b El. varmepumpe	43959	6,5	41402	23,5
1c El. solenergi	0	0,0	0	0,0
2 Olje	0	0,0	0	0,0
3 Gass	0	0,0	0	0,0
4 Fjernvarme	0	0,0	0	0,0
5 Biobrensel	0	0,0	0	0,0
6 Anen	0	0,0	0	0,0
6b Ventilasjonsskjøling (kjølebatterier)	0	0,0	0	0,0
Total levert energi, sum 1-6	290100	43,2	98925	56,2

Tabell 26-Levert energi beregnet i SIMIEN under prosjekteringsfasen (SIMIEN, Nye Nørvasund skole 2011), (SIMIEN, Hatlane flerbrukshall og garderobes 2011)

El-forbruket ved Hatlane skole og flerbrukshall som er vist i *Figur 36*, forteller hvor mye bygget brukte samlet av kWh/m² i løpet av de siste tre årene. I 2014 hadde skolen et el-forbruk på 71 kWh/m², men i 2015 sank det ned til 60,7 kWh/m², før det i 2016 steg til 70,6 kWh/m². Variasjonen i forbruket kommer av klimatiske forhold og utvidet bruk av lokalene. Det regnes også med at innkjøringen av de mest lønnsomme metodene i SD-systemet vil ta litt tid å få effektivisert, og at det testes ut ulike innstillinger som vil ha utslag på el-forbruket. Med tiden vil forbruket stabilisere seg, og det vil gjøres innsats fra driftsansvarlig og brukere av bygget for å holde utgiftene lave.



Figur 36-El-forbruket ved Hatlane skole og flerbrukshall (Vedlegg 1.1)

Skolen var originalt et skisseprosjekt som tok utgangspunkt i TEK10. Rammekravene til TEK10 sier at for bygningskategoriene skole og idrettsbygg er på 120 kWh/m² for skole, og 170 kWh/m² for et idrettsbygg. Det ble ikke gjort noe opprinnelig beregninger på netto energibehov i henhold til TEK, så vi har tatt utgangspunkt i rammekravene.

Merkostnad til passivhus ble satt til 7.9 millioner kr på dette prosjektet, der Enova bidro med en støtte på 2.4 millioner kr for overgang til passivhusbygg. Dette ga en total investeringskostnad på 5.5 millioner kr.

Også her tar vi hensyn til to forskjellige kalkulasjonsrenter, den ene på 2.5 % og den andre på 5 %, slik at nåverdi blir tatt hensyn til (Standard Norge, NS 3454 2013).

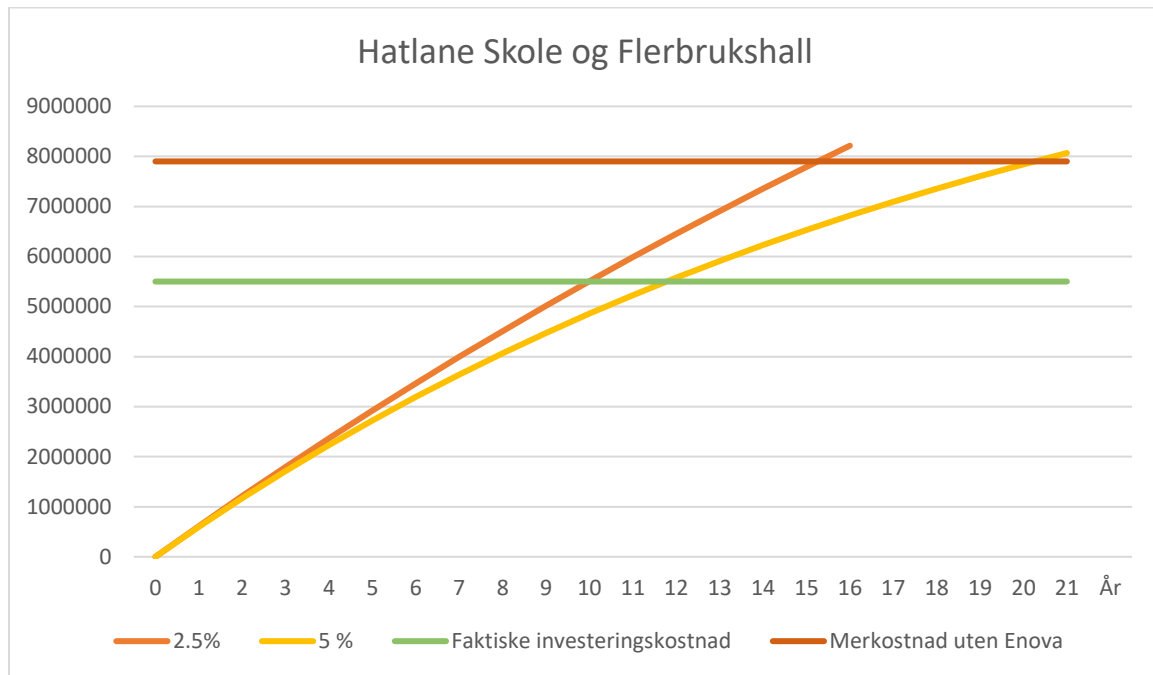
Beregningen til den ekstra investeringskostnaden, tar vi her og sammenligner rammekravene til TEK10 med det gjennomsnittlige energiforbruket fra 2014 til 2016.

Prisen på strøm er det brukt:

$$\begin{aligned} & \text{Strømpris} \\ & + \text{nettleie} \\ & + \text{offentlige avgifter} \\ & = \text{total strømutgift} = 1 \text{ kr} \end{aligned}$$


Med en kalkulasjonsrente på 2.5 % vil den ekstra investeringskostnaden være nedbetalt etter 10 år, og ved en kalkulasjonsrente på 5 % vil det ta 12 år som vist i *Figur 37*.

Uten støtten fra Enova vil det på skolen og flerbrukshallen ta 16 år å nedbetale med kalkulasjonsrente på 2.5%, og 21 år ved kalkulasjonsrente på 5%.



Figur 37- Nedbetaling av merkostnad med og uten støtte fra Enova (Vedlegg 2)

12.3 Romsdal videregående skole

	Romsdal videregående skole	
	Byggherre	Møre og Romsdal Fylkeskommune
	Forventet ferdigstilt	Desember 2017
	Arkitekt	Hus Arkteker AS/ Kosberg AS
	Entrepriseform	Totalentreprise
	Entreprenør	Betonmast Røsand AS
	Prosjektleder	Stema Rådgivning AS/ Hammerø & Storvik Prosjekt AS
	Oppvarmet BRA	12 300 m ²
	Bygningstype	Skolebygg
	Energiambisjon	Passivhusstandard
	Estimert netto energibehov	Ikke oppgitt
	Beregnet energibehov	70 kWt/m ² pr år
	Beregnet levert energi	70 kWt/m ² pr år
	El-forbruket i 2016	Ikke regnbart enda
	Prosjektkostnad	520 millioner kroner
Merkostnad	Ikke utregnet	
Tilskudd fra Enova	Ikke gitt	

Generelt om bygget:

Romsdal videregående skole er dimensjonert for 950 elever. Bygget skal være et bindeledd mellom tre eksisterende bygg. Det skal undervises i byggfag, helse- og oppvekstfag og teknikk og industriell produksjon.

Byggene skal til sammen skal utgjøre nye Romsdal videregående skole. Skolen skal være bygget innenfor passivhusstandard og skal ha «low-tech» ventilasjonsløsninger. Prosjektet lå to måneder foran skjema i midten av april, der råbygget ble satt opp på tre måneder.

Bygningsform og arkitektur:

Skolen vil bli det største oppførte bygget bestående av massivtre i Norge. Materialvalget skal gi godt innemiljø i form av økt konsentrasjon og mindre stress, samtidig som det er et klimanøytralt byggemateriale.

Bygget oppføres med bæresystem i massivtre og limtre inkludert mindre konstruktive deler i stål. Bygningskroppen har en enkel form som fører til lite unødvendige overflater. En gjennomtrengende lysgang i midten av bygget sørger for rikelig med naturlig lys inn i bygget.

Bruk av bygget:

Skolebygg er en type bygg som står ubrukt mange timer i døgnet. Tekniske anlegg som ventilasjon, lys, varme og kjøling er dermed behovsstyrt. Klasserom har ofte en høy

person tetthet, dette setter dermed krav til både oppvarming, kjøling og ventilasjon.

I Tabell 27 ser man kravene satt for passivhusstandard opp mot kravene Romsdal vgs. har klart å gjennomføre for ulike komponenter.

Egenskap	Passivhus-krav	Romsdal vgs.
1. U-verdi yttervegg (W/m ² K)	≤ 0.15	0.16
2. U-verdi tak (W/m ² K)	≤ 0.13	0.10
3. U-verdi gulv (W/m ² K)	≤ 0.15	0.10
4. U-verdi vinduer og dører (W/m ² K)	≤ 0.8	0.80
5. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 80%	80%
6. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (kW/(m ³ /s))	≤ 1.5	1.5
7. Lekkasjetall	≤ 0.6	0.60
8. Normalisert kuldebroverdi	≤ 0.03	0.03

Tabell 27- Tekniske komponenter Romsdal vgs. (Vedlegg 1.7)

12.3.1 Tekniske løsninger

12.3.1.1 Luft- og vannbåren varme fra energibrønner

Oppvarming av Romsdal videregående skole dekkes av ventilasjonsvarme og et vannbasert varmeanlegg, bestående av både vannbåren varme og radiatorer. Energikilden til dette varmeanlegget er et energibrønnanlegg bestående av:

- Fire varmpumper i serie
- 32 energibrønner- 250 meter dyp- boret i fjell. Fylkeskommunen har god erfaring med at bergvarmepumpe er meget energibesparende. Det finnes flere slike VP-anlegg i kommunen.
- El- kjel for spisslast

Varmpumpe og brønnanlegget er dimensjonert for å dekke 100% av termisk energibruk på nytt bygg og 50% på eksisterende bygg.

12.3.1.2 Ventilasjon

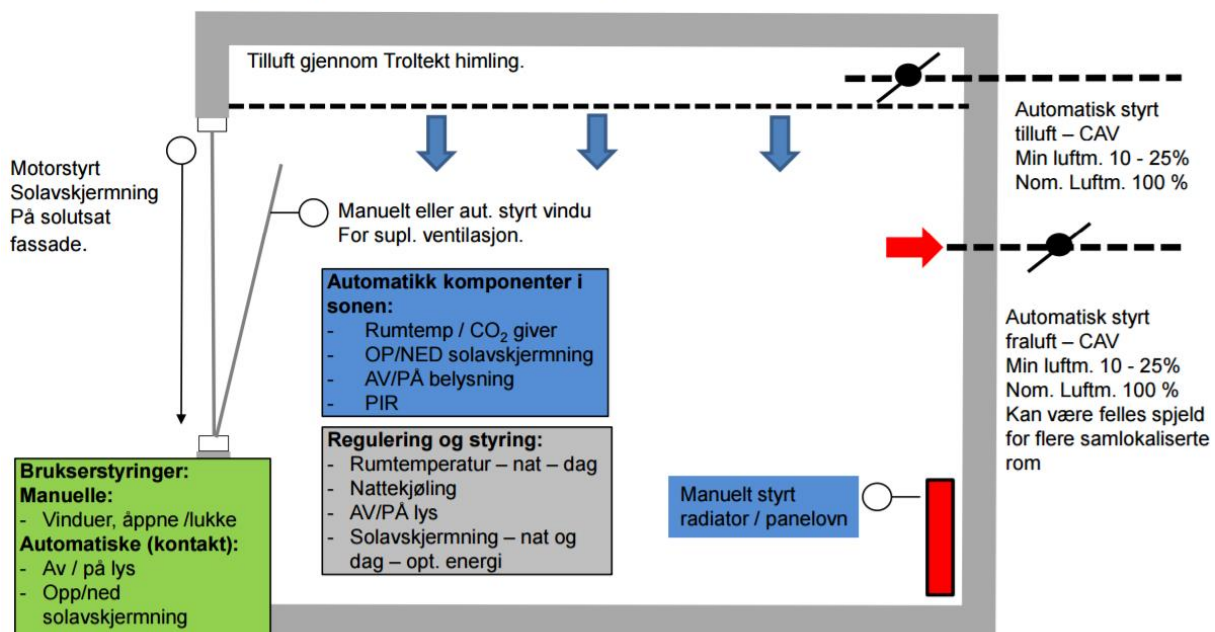
Ventilasjonsystemet på Romsdal videregående skole er av typen hybrid, en kombinasjon bestående av balansert og naturlig ventilasjon.

Det balanserte ventilasjonsanlegget er beregnet til å ha kapasitet nok til å dekke luftmengdebehovet i alle rom og er utstyrt med CO₂- og temperatursensorer. Det er valgt desentrale ventilasjonsaggregater for å få kortest mulig ventilasjonskanaler. SFP-faktor er simulert til 1,5 (kW/m³·s). Ventilasjonsaggregatene er utstyrt med roterende varmegjennvinnere med 80% gjenvinningsgrad.

Den naturlige delen av ventilasjonskonseptet er kun ment som en ekstra tilleggslufting, spesielt om sommeren når det ønskes mer friskluft og hensikten med å gjenvinne varmen er liten. Rom vendt mot fasade eller tak er utstyrt med vinduer som kan åpnes. I klasserom, grupperom og kontorer styres åpning av vinduer manuelt. Trapperom, kantine, verksteder og store auditorium har automatisert åpning av vinduer.

Tilluften i oppholdsrommene på Romsdal vgs. føres inn i et hulrom over himling, overtrykket i rommet sender ventilasjonsluften gjennom himlingen og ut i rommet. Himlingen består av Troldekt takplater, som består av sement og trespon. Disse takplatene er støydempende og sprer tilluften jevnt ut i rommet, slik at trekk unngås.

Prinsipp hybrid ventilasjon



Bilde 12 - Prinsipp hybrid ventilasjon Romsdal vgs. (Førland-Larsen 2014).

12.3.1.3 Belysning

All belysning på Romsdal videregående skole er utstyrt med LED-belysning. De fleste rom er utstyrt med tilstedesensor. Store rom som auditorium, verksteder osv. er utstyrt med både manuelle brytere og tilstedesensor som slår lyset automatisk av etter en viss tid.

12.3.1.4 Solavskjerming

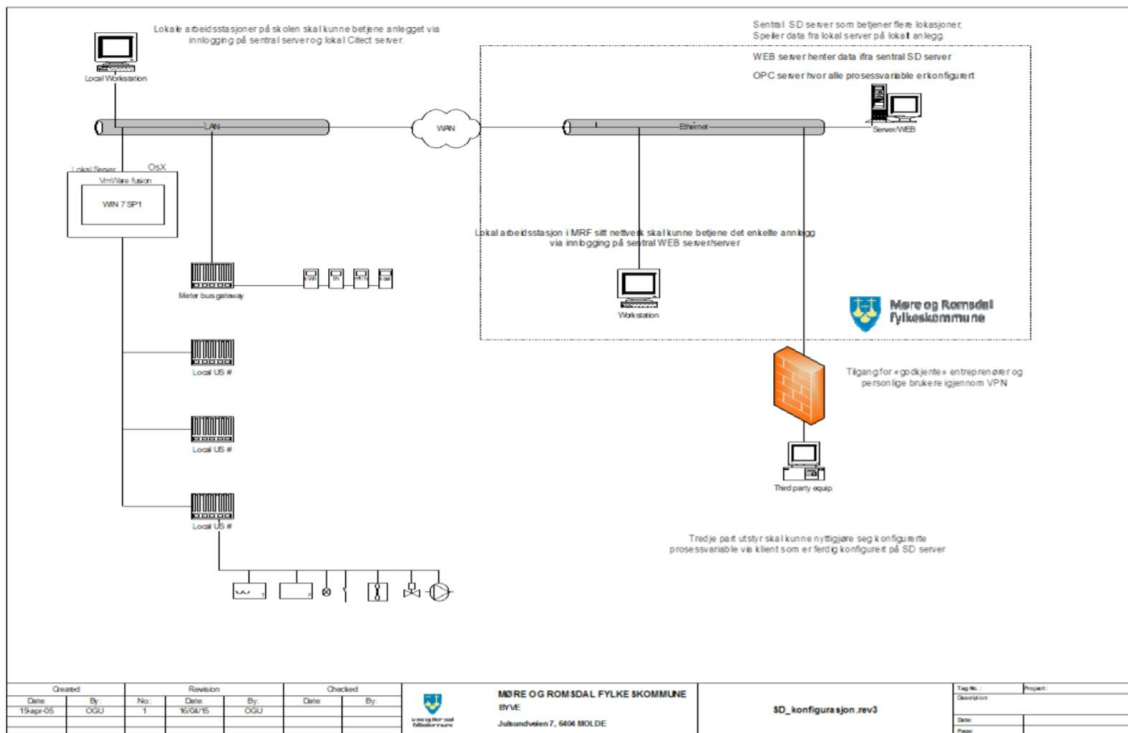
På Romsdal vgs. er det valgt utvendig persiennner som solavskjerming, denne løsningen er nærmere beskrevet i kapittel 10.11.2. Persiennene blir styrt av en værstasjon som justerer solavskjermingen etter hvordan solen treffer fasaden. Ved ønske kan motorikken overstyres av bruker etter behov, som gir en god fleksibilitet. Det er også planlagt utvendig fast solavskjerming foran glassfasaden ved hovedinngangen. Den skal bestå av skråstilte trelameller, hvor det arkitektonisk er tatt hensyn til ved at trelamellene har samme materiale og behandlingen som panelkledningen.



Bilde 13- Utvendig solavskjerming Romsdal vgs.

12.3.1.5 SD-system

Fra SD-systemet skal man kunne betjene og overvåke byggets installasjoner som er koblet opp mot systemet. Systemer som blant annet kjøle/fryseanlegg, adgangskontrollanlegg, varme- og ventilasjonsanlegg, lukestyring og lysstyring skal bli lagt inn i SD-systemet for Romsdal vgs. SD-systemet er levert av GK Inneklima AS.



Illustrasjon 12- Topologi og SD- system

12.3.2 Energibruk og økonomi

Estimert total netto energibehov utregnet under prosjekteringsfasen etter NS3031, men med krav i hht. NS3700 og NS3701 er vist i *Tabell 28*, for Romsdal vgs. Spesifikt energibehov på 70 kWh/m² er samlet verdi for den estimerte bruken av energi i energipostene. Det samlede arealet som er brukt i beregningen er på 12300m². Simuleringen gir en føring på energibehovet og det gjør miljømålet lettere å sette. Hvis endringer skjer i løpet av prosjekteringsfasen, som er meget sannsynlig, kan man simulere på nytt og se hvilke energiposter som man må effektivisere eller endre på for å oppnå kravet til passivhusstandard i hht. NS3700 og NS3701.

Energipost	Romsdalen vgs.	
	Energibehov kWh	Spesifikt energiebehov kWh/m ²
1a Romoppvarming	61500	5
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	73800	6
2 Varmtvann	49200	4
3 Vifter og pumper	98400	8
4 Belysning	184500	15
5 Teknisk utstyr	184500	15
6a Romkjøling	0	0
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0	0
7. Kjøkken og kantine	86100	7
8. Data kontorer, parasittstrøm, heis mm.	123000	10
Total netto energibehov, sum 1-6	861000	70

Tabell 28- Levert energi utregnet (Vedlegg 1.7)

13 Diskusjon av resultater

13.1 Innledning

I dette kapitlet vil vi diskutere funn og resultater som har kommet frem i sammenligningen av de passive yrkesbyggene Hatlane skole, Hatlane omsorgssenter og Romsdal videregående skole. Vi vil også ta for oss resultatene fra spørreundersøkelsen på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter.

13.2 Ventilasjon

Valg av ventilasjonsløsning i bygg er viktig. Krav til passivhusstandarden skal oppfylles, inneklimaet skal være godt og energibruken så lav som mulig.

Ut ifra spørreundersøkelsen vi har hatt kan man stille spørsmål om balansert ventilasjon er en optimal løsning. Spesielt balansert ventilasjon med luftbåren varme som oppvarmingsløsning er lite gunstig mtp. inneklima, som skrevet i kapittel 10.11.1.1. Selv om ønsket er lavt energibruk, bør det da gå på bekostning av innemiljøet?

Et alternativ til balansert ventilasjon er naturlig ventilasjon. Spørsmålet er om denne løsningen kan gi bra nok luftkvalitet i et bygg. Meningene er mange og sterke angående det temaet, se kapittel 10.10.5.

Hvis vi ser nærmere på de forskjellige løsningene kan vi sette opp en liste med fordeler og ulemper:

Naturlig ventilasjon:

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Få installasjoner- Lite vedlikehold- Billig drift
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Ikke regulerbar ved stor personbelastning- Ingen varmegjenvinning- Ingen filtrering av støv og pollen- Avhengig av vær og vindforhold

Balansert ventilasjon:

Fordeler	<ul style="list-style-type: none">- Tilstrekkelig luftskifte uansett vær og vind- Regulerbar etter behov- Filtrerer uteluften- Varmegjenvinning
Ulemper	<ul style="list-style-type: none">- Store og mange installasjoner- En del vedlikehold- Avhengig av riktig drift

Hvilke fordeler eller ulemper som vekter mest er vanskelig å si, kanskje er det da best å gå for en hybrid løsning som på Romsdal videregående skole. Da har man muligheten til å velge forskjellig ventilasjonsløsning etter vær og årstid. I og med at Romsdal videregående skole ikke er ferdigstilt enda har vi derfor ingen brukererfaringer fra denne løsningen.

13.3 Bygningsform

Felles for de tre representerte byggene, er at det de er tegnet med minst mulig utvendig overflate på en arealeffektiv måte. Det er brukt enkle former som kombinerer kompakt bygningsform og muligheten for naturlig lys inn i bygget. Skolebyggene har begge ulike løsninger på å få det naturlige lyset inn i midten av bygget på, hvor det ellers kan bli mangel på naturlig lys. Løsningen på Hatlane skole og flerbrukshall er lyskasser, mens på Romsdal vgs. er det en sammenhengende lysgang gjennom bygget. Omsorgssenteret har ikke samme behovet i midten av bygget, men det består av to fløyer med vinduer på hver siden som vil gi tilstrekkelig med naturlig lys inn i bygget, og til rommene pasientene oppholder seg på.

13.4 Tekniske løsninger

13.4.1 Solavskjerming

Det er valgt to forskjellige alternativer for solavskjerming ved de tre byggene vi har tatt for oss. Ved Romsdal vgs. og Hatlane omsorgssenter har det blitt valgt persienner, mens Hatlane skole og flerbrukshall har valgt duk som solavskjermingsalternativ.

For alternativet persienner kommenterer driftsansvarlig ved Hatlane omsorgssenter i kapittel 12.1.1.4 at han er godt fornøyd med denne typen solavskjerming. 37% av brukerne på omsorgssenteret svarer på spørreundersøkelsens spørsmål *Figur 21- Hvordan fungerer*

solavskjermingen? at de er noe misfornøyd med denne løsningen. Misnøyen fra enkelte av de ansatte kommer av muligheten for selvstyring av installasjonen, hvor det kun er teknisk personell som kan overstyre persiennene på beboerrom. Kvalitetsmessig er brukerne og driftsansvarlig fornøyd med løsningen. Det er likevel et flertall av positive tilbakemeldinger fra respondentene ifølge spørreundersøkelsen. 22% er ganske fornøyd og 22% er fornøyd med persiennene som solavskjerming. Romsdal vgs. er under bygging, det er derfor ingen drift- eller brukererfaringer fra dette bygget.

Det andre alternativet for solavskjerming som Hatlane skole og flerbrukshall har brukt, er duk. For denne løsningen kommenterer driftsansvarlig ved skolen i kapittel 12.2.1.5, at det med tid oppstår mange feil og at man aldri bør gå for en billig versjon. De ansatte ved skolen er enig i denne uttalelsen, som man ser i spørreundersøkelsens spørsmål *Figur 34- Hvordan fungerer solavskjermingen?*. Der svarte hele 77% av de spurte ikke var fornøyd med dette alternativet for solavskjerming. Under befaring på skolen fortalte driftsansvarlig at duken henger seg opp ved bruk, klistrer seg fast til vinduet i dårlig vær og ikke tålte bruken den var forespeilet.

13.4.2 SD-system

Et SD-system er nødvendig i alle store bygg med mange tekniske komponenter. Dette for å kunne drifte bygget på mest mulig effektiv måte, med tanke på økonomi, miljøet og brukertilfredshet.

SD-systemet er spesialtilpasset det enkelte bygget etter ønsket behov og formål. Hatlane skole og idrettshall har valgt å ha enkelte tekniske løsninger utenfor systemet, for en forenklet oversikt og bruksfase. Tekniske installasjoner som ofte er med i et SD-system som nevnt i kapittel 10.11.3, er valgt for å gi god oversikt og enkel feilretting over komponentene de inneholder. Det er enkelt å legge til eller fjerne funksjoner i systemet, som gjør at man kan prøve seg frem til den mest oversiktlige og beste løsningen for byggets bruk.

Med et slikt system over tekniske installasjoner og mengden de bruker, vil det legge grunnlag for energikostnadene til bygget. Ved riktig innstillinger vil man kunne redusere utgifter, men fortsatt ha fornøyd brukere. Det er denne balansegangen driftsansvarlig prøver å holde når bygget er i bruk.

Driftsansvarlig ved Hatlane omsorgssenter og Hatlane skole og flerbrukshall forteller at det må settes av tid til opplæring og innkjøring av SD-systemet, for å nå energinivået som var tiltenkt bygget. Ved omsorgssentret var det satt av tre måneder til innkjøring av systemet. Dette kan føre til at brukerne vil oppleve noe varierende luftkvaliteten og inneklime de første månedene etter bygget blir tatt i bruk.

Måling av inneklime i SD-systemet vil kunne fortelle om luftkvaliteten, og kan bli brukt som argumentasjon mot brukerundersøkelsens spørsmål «Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold?» hvor enkelte ikke var veldig fornøyd med luftkvaliteten. Byggene kan altså ifølge SD-systemet ha god luftkvalitet, mens brukerne ikke oppfatter det på samme måte. Slik som driftsansvarlig ga en mulig årsak på i kapittel 12.1.3 og 12.2.3 for Hatlane skole og flerbrukshall og Hatlane omsorgssenter.

13.4.3 Oppvarmingssystemer

Oppvarmingssystemet på to av byggene vi sammenligner, Romsdal vgs. og Hatlane skole, har gått for varmpumper som henter energi fra energibrønn. De har begge gått for en vann-til-vann-varmpumpe som kan leses om i kapittel 10.11.1.5.2/10.11.1.5.3. El-kjel dekker spisslasten for begge skolene.

Hatlane omsorgssenter varmes opp med vannbåren varme som primært forsynes med en luft-til-vann-varmpumpe som er beskrevet i kapittel 10.11.1.5.2. Også her blir spisslasten tatt med El-kjel.

Resultatet på spørsmålet om hvordan romtemperaturen oppleves om vinteren på Hatlane skole viser at en svært stor del syntes rommene på skolen var kjølige/kalde. Om sommeren mente rundt halvparten at temperaturen var akkurat passe.

Dette kan ha sammenheng med det driftsansvarlig Frank sier om at det vinterstid er for liten kapasitet på varmpumpen og varmebatterier i ventilasjonsaggregatene. Derfor kjøres det nå mer temperatur med El-kjel for å holde temperaturen som ønskes. For å kunne utnytte varmpumpen maksimalt savner han å ha muligheten til å se hvilke brønner som er aktive for eventuelt å stenge den enkelte brønn manuelt eller via SD-anlegget, om der ikke er mer varme å hente. For å kunne gjøre det er man avhengig av temperaturføler i hver brønn.

Også på omsorgssenteret er det flere som synes det er kaldt sammenlignet med varmt om vinteren. I underkant av halvparten mener at temperaturen er akkurat passe om vinteren. Om sommeren er det et fåtall som synes det er for kaldt, men i underkant av halvparten som synes det er for varmt. Dette resultatet stemmer godt med det vi skrev om luft-til-vann-varmepumpe i kapittel 10.11.1.5.2, der ytelsen på slike pumper er lav når det er kaldt ute. Ved Romsdal vgs. finnes det ingen erfaringer fra bruker eller driftsansvarlig, og blir da vanskelig å vite hvordan temperaturen blir om sommeren eller vinteren. Ved å ha måleutstyr som viser årsvarmefaktor til enhver tid og termofølerer vil man ha bedre oversikt og kontroll.

13.5 Inneklima

Målet med gjennomføringen av spørreundersøkelsen var å få et innblikk i brukernes opplevelse av inneklimaet i byggene. Det har vært lite forskning på inneklima i yrkesbygg med passivhusstandard, så ved å gjennomføre undersøkelsen fikk vi en pekepinn på hvordan forholdene er. Vi har i diskusjonsdelen plukket ut de mest sentrale spørsmålene fra spørreundersøkelsene ved Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter.

13.5.1 Hatlane skole

De to spørsmålene «I hvor stor grad er du fornøyd med inneklimaet?» og «Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimaet?» fortelles det mye om respondentenes meninger om inneklimaet, der det er interessant å se de i sammenheng. Av de 30 spurte svarte 21 (70 %) at de var enten noe misfornøyd, misfornøyd eller svært misfornøyd med inneklimaet. Når det kommer til hvordan helsen påvirkes av inneklimaet, var det 24 stk. (83 %) som mener at inneklimaet ikke påvirker helsen. 13 % mente inneklimaet er dårlig for helsen og 3 % svarte at det var meget bra for helsen. Ute ifra svarene kan man se at selv om de ikke er fornøyd med inneklimaet, så mener de stort sett at inneklimaet ikke skader helsen, selv om 13 % altså mener at det er dårlig for deres helse. Vi spurte teamleder Frank Sjøholt om hva han trodde var grunnen til svarene. Han svarte oss at inneklimaet skulle være veldig bra og luften var bedre og renere inne enn ute. Han trodde også at mange ønsket samme temperatur på skolen som i stuen sin hjemme, og at dette ikke var mulig å oppnå. Han sa videre at skolen hadde ca. 20 °C, som skulle være en bra undervisningstemperatur.

13.5.1.1 Temperatur

I spørsmålet om temperaturen ved skolen, var det hele 83 % som enten var noe misfornøyd, misfornøyd eller svært misfornøyd med forholdene. Vinterstid er det helt klart et flertall som synes det er for kaldt på skolen. 60 % synes det er for kaldt i klasserom, 63 % i idrettshallen og 80 % i felles oppholdsrom. Om sommeren fordeler resultatet seg mye jevnere med fordeling på de som synes det er for varmt og de som synes det er for kaldt, samtidig syntes rundt halvparten at temperaturen er akkurat passe. Det som er felles for både sommer og vinter er opplevelsen av varierende romtemperatur. Om vinteren er det noe 97% av de svarende til en viss grad er plaget av.

Ser vi på de generelle kommentarene ser vi at misnøyen går både på at det er for kaldt og for varmt, selv om det helt klart er flest som mener det er for kaldt.

«Veldig varierende temperaturer på huset. Romtemperaturen varierer veldig fra rom til rom.»

«Særlig klasserom over teknisk rom er plaget med høy temperatur.»

«Temp: Vi fryser konstant!»

«Generelt alt for kaldt, vi går med ull hele året.»

I kapittel 10.8 om inneklimate og innemiljø, har vi blant annet skrevet om temperatur. Den ideelle innetemperatur ligger mellom 20-22 °C. For høy temperatur kan blant annet føre til nedsatt konsentrasjon, trøtthet, hodepine og nedsatt produktivitet. Høy innetemperatur kan også tørke ut øynene. Videre i kapittelet står det at en vanlig utfordring ved passivhus er at det blir for varmt om sommeren. Dette er noe Hatlane skole har lyktes rimelig godt med å unngå. Spørreundersøkelsen viser at det er 30 % som mener at det er for varmt om sommeren, mot de 23 % som mener det er for kaldt.

Driftsansvarlig Frank Sjøholt har forklart at de på skolen legger seg på en temperatur midt i mellom de som fryser og de som synes det er varmt. Det blir også kaldere i noen soner av bygget ventilasjonsanlegget ikke dekker. For eksempel i de rommene som er mindre i bruk er VAV stengt når det ikke er personer tilstede i rommene, sier han.

Som årsak til problemer med å holde en stabil romtemperatur, svarer driftsansvarlig at det har med varmekapasiteten generelt i bygget og det at varme/kjøle-systemet kjøres så «gjerrig» som mulig.

Det at de ansatte synes det er kaldt på klasserom, idrettshall og felles oppholdsrom sier Frank var et problem de to første vintrene, og at det nå holdes en temperatur på 18°C til 20 °C på skolen. Det er for liten kapasitet på varmepumpen og varmebatterier i ventilasjonsaggregatene. Nå kjøres det på mer temperatur med EL-kjel og det kan holdes temperaturer som ønskes. Han sier videre at det er store variasjoner i ønsker fra brukerne. Idrettshallen har en konstant temperatur på 16 °C innblåsingsluft om sommeren og vinter som er ganske stabil. Da holder rommet ca 17 °C til 18 °C. Når hallen blir brukt til andre aktiviteter enn idrett så kan det være kaldt, men 90% av bruken er til idrett.

Det at de ansatte synes det er for kaldt i idrettshallen er kanskje ikke uventet hvis de går rett fra undervisningsrom til idrettshall. Det hadde vært mer rett hvis vi i spørreundersøkelsen hadde spurt de som brukte idrettshallen, siden det er de som er i aktivitet og at temperaturen er tilpasset deres aktivitetsnivå. Rom som var for kalde gjaldt bare de to første vintrene sier driftsansvarlig. Vår undersøkelse viser derimot at det fortsatt er et flertall av de spurte som synes det er for kaldt på ulike rom.

Sammenligner vi våre resultater med resultatene i masteroppgaven til Knut-Andre Bjørnstad ser vi at misnøyen med temperaturforholdene ved skolen er mye større enn misnøyen med temperaturforholdene i passivhusboliger. I masteroppgaven har 7,3 % av respondentene uttrykt misnøye med temperaturforholdene. Hos oss er tilsvarende tall 83 %. At misnøyen skulle være så mye større i en yrkesbygning enn i en bolig, som er bygde etter samme prinsipp synes vi er overraskende. En faktor kan være som Frank sier, at de ønsker samme temperatur på skolen som de har hjemme. Samtidig er det relativt få personer i en bolig sammenlignet med en skole, og hjemme kan de stort stille temperaturen selv og har mange færre faktorer å ta hensyn til.

13.5.1.2 Luftkvalitet

Angående luftkvaliteten, var det 33 % som enten var noe misfornøyde eller svært misfornøyde. Tilbakemeldingene fra den generelle delen går på:

«Dårlig luft, kaldt og ekkel lukt på grupperom.»

«Kan bli «tung» luft i enkelte grupperom.»

«Synes det er tørr luft: mye tørst, tørre lepper, tørr hud.»

På oppfølgingsspørsmålet «Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken?» var det 23 personer som hadde avgitt svar. Altså 13 flere enn som i utgangspunktet var misfornøyde med luftkvaliteten. Av de som er misfornøyde med luftkvaliteten var det 74 % som oppga årsaken «Små muligheter for å påvirke ventilasjonen» mens «Luften føles innestengt» var det 48% som svarte.

På spørsmål om det er mulig å gjøre noe med dette, svarer driftsansvarlig at det ikke lar seg gjøre at den enkelte får tilgang til å justere luftmengder. Slik bygget er ventilert i dag er det kun driftsarbeiderne som har tilgang til SD-systemet. Han sier også at luften oppleves innestengt når det blir for varmt.

Det at så mange er misfornøyde med at de ikke kan påvirke ventilasjonen og mener at luften føles innestengt, har nok en sammenheng med svarene på spørsmålet «Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok frisk luft?». Der har 60 % svart enten noe høyt eller svært høyt.

Når vi spør om hva grunnen til at de ønsker å lufte med åpne vinduer er, mener driftsansvarlig at det er en gammel vane, og brukerne ikke forstår bruken av passivhus. De har blitt flinkere til å la være å lufte så mye, sier han.

Luft har lav varmeoverføringskapasitet og temperaturen må derfor være høy for å ha stor nok effekt. Ved høye temperaturer tar luft til seg større mengder forurensing. Driftsansvarlig sier annet at grunnen til at det er misnøye med luftkvaliteten kan være at luften den er eneste oppvarmingskilden på skolen, og varm luft oppfattes som dårlig luft. Når det er kaldt ute blir det blåst inn luft fra 22 til 26°C. Videre forteller driftsansvarlig at ved høyere temperatur vil luften oppleves som tung selv om det er nok luft og PPM-verdier er ok.

13.5.1.3 Luftfuktighet

Om sommeren er det 59 % av de spurte som synes luftfuktigheten er akkurat passe. 37 % mener den enten er noe for lav eller altfor lav. Om vinteren er det 38 % som synes luftfuktigheten er akkurat passe, mens det da er 55 % som synes den er noe for lav eller alt for lav.

Driftsansvarlig har til dette sagt at varm luft oppfattes som tung og tørr luft, og det er grunnen til at de ansatte oppfatter luftfuktigheten som for lav. Dette samsvarer med det vi har skrevet

om i kapittel 10.8. Der står det blant annet at luftbåren varme kan forårsake trekk, tørr luft og irritasjon i luftveiene.

13.5.2 Hatlane omsorgssenter

Resultatene fra spørreundersøkelsen fra Hatlane omsorgssenter på mange områder ganske like med resultatene fra Hatlane skole. Det er derfor ikke alle funn som er diskutert like inngående her.

For inneklimaet på omsorgssenteret er det 38 % som enten er ganske fornøyd, fornøyd eller svært fornøyd. 62 % er i kategoriene misfornøyd og noe misfornøyd, men ingen er svært misfornøyd med inneklimaet. På spørsmål om helsen påvirkes av inneklimaet er det 62 % som svarer ingen påvirkning, 31 % som svarer dårlig for helsen og 7 % bra for helsen.

62 % er noe misfornøyd eller misfornøyd med inneklimaet, og 31 % mener at inneklimaet er dårlig for helsen.

Det at så mange mener inneklimaet er dårlig for helsen er mye. På Hatlane skole var det bare 13 % som mente at inneklimaet var dårlig eller svært dårlig for helsen. Som på skolen mener Frank Sjøholt at inneklimaet er veldig bra og luften er bedre og renere inne enn ute. I tillegg kan alle på omsorgssenteret stille temperatur på alle rom fra 20°C til 26°C der ingen er enige om hva som er best.

13.5.2.1 Temperatur

Som på skolen er det temperaturforhold og luftkvalitet som skiller seg ut med flest negative tilbakemeldinger. Med temperaturforholdene er det 61 % som er enten noe misfornøyd, misfornøyd eller svært misfornøyd.

Om vinteren er det 46 % som mener temperaturen på pauserommet er fra noe kjølig til kaldt. 43 % mener det er akkurat passe. Det er også 11 % som mener det er for varmt. På beboerrommene er det 26 % som mener temperaturen er akkurat passe, mens 48 % syntes det er enten noe kjølig eller kjølig. 26 % har svar at det kan være fra noe varmt til svært varmt. I felles oppholdsrom er 39% fornøyd, 39 % som mener det enten er noe kjølig eller kjølig og 21 % som mener det enten er noe varmt eller varmt.

Ubehag når det gjelder romtemperatur om vinteren er knyttet til varierende romtemperatur som samtlige spurte opplever, 92 % i blant og 8 % ofte. I tillegg opplever 52 % trekk fra vinduer i blant og 20 % opplever det ofte. Trekk fra ventilasjonsanlegget fører også til ubehag for 68 % av de spurte i blant og 25% opplever ofte ubehag/plager. Trekk fra vinduer om vinteren er noe som 52 % av de spurte opplever en gang i blant og 20 % opplever ofte. Om sommeren er tallene noe lavere.

For driftsansvarlig er dette helt ukjent og han har ingen svar på disse resultatene. Det han vet er at på spiserommene/kjøkken til beboere blir det mer trekk fra ventilasjonen når kjøkken er i full drift og mange personer tilstede. Trekk fra vinduer har han aldri opplevd på noen av byggene.

At en så stor andel av brukerne opplever trekk fra vinduer er noe vi også ser på som merkelig. Et bygg som er bygget etter passivhusstandard har veldig strenge krav til utførelse og tetthet.. Trekk fra ventilasjonsanlegg er derimot noe som forekommer, og som driftsansvarlig kjenner til.

Om sommeren er det jevnt over mer fornøyde brukere. Da mener 44 % at temperaturen er akkurat passe på pauserommet, 36 % mener det samme om temperaturen på beboerrommene og 41 % mener det er akkurat passe i felles oppholdsrom.

Kommentarer fra de ansatte:

«Beboerne gir uttrykk for at de fryser både sommer og vinter.»

«Personalet syns det er veldig tung luft/varmt både på beboerrommene og de felles oppholdsrommene, men pasientene syns det motsatte, at det er kaldt.»

«Er generelt tørr luft. Og spesielt om vinteren er det kjølig.»

Driftsansvarlig sier at resultatet fra omsorgssenteret var litt overraskende. Når det gjelder luften, så må det være at det senker den ganske mye på nattetid, forteller driftsansvarlig. Dette var et ønske fra personalet og beboere da mange ikke tåler trekk når de sover. Slik luften er satt i dag, har driftspersonale testet seg frem til. Driftsansvarlige Frank kommenterer til slutt at han trodde alle var fornøyde, og at det er mer kapasitet å hente. Denne tråden skulle han ta opp.

Problemene med å holde en stabil romtemperatur, som alle på omsorgssenteret opplever ubehag/plager av enten i blant eller ofte, er noe driftsansvarlig ikke helt forstår. Han sier det på omsorgssenteret er veldig stabil temperatur, fra et snitt på ca 24°C og opp til 26°C som vi har satt som maks temperatur på rommene. I korridorer og oppholdsrom har vi lagt oss på 22°C. Et stort problem her er når enkeltpersoner skrur opp temperaturen rundt på bygget fordi de synes det er for kaldt, mens resten svetter. Dette er problem som kommer og går.

13.5.2.2 Luftkvalitet

Det var 25 % (7 stk.) som enten var noe misfornøyd, misfornøyd eller svært misfornøyd med luftkvaliteten. Tilbakemeldingene de har kommet med er:

«Personalet synes det er veldig tung luft/varmt både på beboerrommene og felles oppholdsrommene»

«Er generelt tørr luft...»

«Tørr luft.»

På omsorgssenteret er det slik som på skolen at «luften føles innestengt» og «små muligheter til å påvirke ventilasjonen» er hovedårsakene til misnøye med luftkvaliteten. På dette spørsmålet er det 24 som har svart, noe som er 17 flere enn som oppga på første spørsmål at de generelt var misfornøyd med luftkvaliteten. Små muligheter for å påvirke ventilasjonen var det 71 % som oppga som grunn, og at luften føles innestengt var det 54 % som oppga.

På vårt spørsmål om det er mulig å gjøre noe med dette svarer driftsansvarlig det samme som han gjorde da vi spurte om hva som kunne gjøres på skolen. Det lar seg ikke gjøre at den enkelte får tilgang til å justere luftmengder, og at bygget i tilfelle måtte bygges annerledes.

Behovet for å lufte med åpne vinduer oppleves som enda større på omsorgssenteret enn på skolen. På omsorgssenteret er det 29 % som sier at behovet er svært høyt og 36 % sier at det er noe høyt. Det blir 65 % som mener at behovet er enten noe høyt eller svært høyt. Og som på skolen får vi samme svaret her når vi spør om hva driftsansvarlig tror er grunnen til at de ønsker å lufte med åpne vinduer: Gammel vane, og at de ikke forstår bruken av passivhus. Men de har blitt flinkere til å la være å lufte så mye.

13.5.2.3 Luftfuktighet

Om vinteren er det 62 % som mener at luftfuktigheten enten er noe for lav eller alt for lav. 38 % mener den er akkurat passe. Om sommeren har andelen som mener luftfuktigheten er for lav sunket til 43 % mens 50 % mener den er akkurat passe.

Til dette sier driftsansvarlig at varm luft oppfattes som tung og tørr luft, og det er grunnen til at de ansatte oppfatter luftfuktigheten som for lav.

På omsorgssenteret er det vannbåren varme som brukes til oppvarming. Ved spesielt lave utetemperaturer kobles en El- kjele på systemet. Ventilasjonen i bygget består av to store aggregater med roterende varmegjenvinnere.

Man skulle tro at det ved omsorgssenteret var mer fornøyde brukere med tanke på luftfuktigheten. Dette på grunn av at det der brukes vannbåren varme til oppvarming, mens det all oppvarming på skolen skjer gjennom ventilasjonsluften. Men det viser seg at om vinteren er 7 % flere ved omsorgssenteret som mener luftfuktigheten er for lav enn ved skolen. Om sommeren er det 6 % flere ved omsorgssenteret enn ved skolen som mener den er for lav.

13.6 Energibruk og økonomi

13.6.1 Energiberegninger

I prosjekteringsfasen av passivhusene, er det gjort estimerte energiberegninger for de ulike energipostene ved byggene. Dette for å gi en føring av hvilke tiltak som må gjøres for å holde energiforbruket innenfor kravene til passivhusstandarden. Beregningene blir også brukt i søknaden om økonomisk støtte for prosjektet.

Simuleringen av energibehovet har ulike faktorer som spiller inn på resultatet. En av de større endringene fra prosjekteringsfasen til ferdigstillelse av bygget, kan være at arealet endres i løpe av prosjekteringen. Tallene på oppvarmet bruttoareal vi har fått av ÅKE for flerbrukshallen på Hatlane skole, stemmer ikke overens med det tallet som SIMIEN har bruk i sin simulering. Dette vil endre energiforbruket og føre til at mulige andre tiltak må gjøres for at kravet om passivhusstandard skal tilfredsstilles.

Endringer i energiposter eller energivarer kan også forekomme ved at energikilden blir endret under prosjekteringen. Byggene i Ålesund var planlagt oppkoblet på et fjernvarmesystem, men skolen og flerbrukshallen endte med energibrønner og omsorgssenteret med luft-til-vann varmepumper, som vil gi utslag på energibudsjettet. På Romsdal vgs. har de simulert med to energiposter mer enn på byggene i Ålesund, som gir et totalt netto energibehov høyere og kravene annerledes, men fortsatt innenfor utregnet energibehov for bygget i hht. NS3700 og NS3701. Hvert byggeprosjekt vil ofte ha egne løsninger på problemstillinger som det tas stilling til ved utregningen av energibehovet. Det kan være rom som verksted, likrom eller avfallsrom som ofte har egne krav eller spesifikasjoner.

I løpet av bruksfasen vil energibehovet og levert energi variere. Etter overtakelse av bygget vil SD-systemet kjøres inn og det vil bli testet ulike innstillinger for optimalisering i forhold til miljøvennlighet og brukererfaringer. Klimatiske forhold vil også spille inn på variasjonen av mengde energi som brukes i løpe av året.

En annen faktor som vil påvirke det reelle energibudsjettet er bruken av bygget. Dette innebærer at åpningstider kan utvides/innskrenkes, mengde personer økes eller senkes og at lokalene blir leid ut utover åpningstider.

Den simulerte totale energibruken er ofte ulik den utregnede verdien for de samme energipostene når bygget er ferdig og i bruk. Dette forekommer av endringer underveis i prosjektet og annerledes drift enn estimert.

13.6.2 Økonomi

Utviklingen siden det første oppførte passivhuset i Norge ble bygget i 2008 er stor. Fra å ha å lite erfaringer med passivhus i det norske klima, til å bli en standard med passivhusnivå med energikravene i TEK17. I prosjektrapport 40 har SINTEF gjort kvalitative vurderinger som forventer at utviklingen av løsninger og komponenter vil redusere kostnaden ved bygging av passivhus. Reduserte kostnader vil komme når de som prosjekterer og utfører prosjektet får mer erfaring og høyere kompetanse. Blir dette satt i sammenheng med at salg av produkter øker og man får konkurranse på markedet, vil prisen på merkostnad på passivhus gå ned (Lassen, Fylling, et al., Passivbygg som forskriftkrav i 2020 2009).

Det som forskerne bak prosjektrapport 40 er kommet fram til underbygger våre funn. Siden 2008 er vi blitt kvitt barnesykdommer, teknologi er kjent og man har funnet løsninger som fungerer. Prosjektering og utførende arbeid går raskere slik som på Romsdal vgs, som lå to måneder foran skjema i april, og fikk råbygget opp på kun tre måneder.

Investering i passivhus har endret seg siden Hatlane skole og Hatlane omsorgssenteret ble oppført. Da var det ikke lønnsomt å bygge passivhus uten støtten fra Enova. Nå er kravene for å få støtte blitt strengere, men til gjengjeld er kostnadene kuttet grunnet mer erfaring ved prosjektering og raskere utførelse. Markedet for passivhus ved yrkesbygg er siden den gang økt, og det er flere prosjekter som blir gjennomført uten støtte fra Enova, (se kapittel 10.12.1.1) slik som Romsdal vgs. Lavt energibehov og lang levetid bidrar til at investering i passivhus er lønnsomt over tid, men utviklingen i energipriser kan påvirke lønnsomheten og etterspørselen i fremtiden.

13.7 Fordeler og ulemper ved passivhus

Fordelene man oppnår med et passivhus er mange. Blant annet må passivhus prosjekteres bedre og utførelsen må være på et høyt nivå. Høye overflatetemperaturer på vinduer, vegger, himling og gulv gjør at en oppnår en høyere strålingstemperatur og lufttemperaturen kan

settes lavere uten at det går utover komforten. Lavere lufttemperatur vil gjøre at luften blir opplevd som friskere. En annen følge av passivhusstandard er at man har lave utgifter til energi, og dermed vil driftsutgiftene også bli lave. Når energibehovet er lavt vil en være bedre rustet ved høyere energipriser og ved bortfall av elektrisitet vil det ta lengre tid før temperaturen i bygget faller til et uforsvarlig nivå (Dokka og Andresen 2012).

Løsningene som blir brukt i passivhus er ikke nye, men kjente løsninger som er brukt i lang tid og i flere land. I et hus bygd etter passivhusstandarden har man større frihet til å innrede. Dette på grunn av et svært lite behov for varmeovner og andre utenpåliggende installasjoner. Å bygge etter passivhusstandarden vil også være gunstig med tanke på fremtidig verdiøkning. Etterspørselen etter bygninger med lavt energibehov vil øke i framtiden ifølge rapporter og undersøkelser gjort i byggenæringen med bakgrunn i EUs og Norges utvikling i miljø og energipolitikk (Dokka og Andresen 2012).

Ulempene med passivhusstandarden er blant annet økte investeringer i en bedre bygningskropp, ventilasjonsanlegg og styringssystemer. Ekstrautgiftene med å bygge etter passivhusstandard kontra TEK kan komme opp mot 10%. I mange tilfeller vil man spare inn disse utgiftene med redusert energiforbruk (Dokka og Andresen 2012).

Passivhusstandarden fører også til strenge krav til de som fører opp bygningen, da dette må gjøres på korrekt måte for å nå kravene. Friheten til å utforme et passivhus vil også bli innskrenket som følge av passivhuskravene. Ved å samarbeide på tvers av fagfelt tidlig i prosessen, vil disse utfordringene være enklere å løse (Dokka og Andresen 2012).

14 Konklusjon

I rapporten har vi sett på fordeler og ulemper ved det å bygge passivhus fremfor vanlige TEK17-bygg, og som konklusjon valgt å besvare delspørsmålene.

Danne oversikt over kravene som er nødvendig for å oppnå passivhusstandard

Kravene for å nå passivhusstandard står skrevet i NS3700 for boligbygninger og NS3701 for yrkesbygg. Energiberegningene skal utregnes i henhold til NS3031, og deretter kontrollere beregninger med krav satt i standarden for passivhus. Kravet avhenger av bygningstype, plassering og bruk, det er derfor ikke mulig å sette kravet som en eksakt verdi kWt/m².

Finne ut om det er økonomisk lønnsomt å investere i passivhus

Ved prosjektering av passivhus vil spørsmålet om det er økonomisk lønnsomt dukke opp. Lavt energibehov og lang levetid bidrar til at investeringer er lønnsomme over tid, men dette er avhengige av stabile energipriser og godt håndverk. Det vil derfor være vanskelig å si med nøyaktighet om lønnsomheten rent økonomisk er der, men ved estimert utregning vil man få en anelse av hvor mange år det tar før merkostnadene er betalt ned. For Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter ville det ikke vært økonomisk lønnsomt om ikke byggene hadde fått økonomisk støtte fra Enova. For disse byggene var merkostnadene for store i forhold til energien som ble spart, ved oppgradering til passivhusstandard. Det vil med tiden bli enklere å estimere lønnsomheten, kompetansen til utførende blir bedre og tekniske løsninger vil bli billigere og mer driftssikre. Slik har det blitt de siste årene, støtten fra Enova er borte, men det bygges likevel flere passivhus enn noen gang.

Kartlegge tekniske installasjoner i passivhus. Se om løsningene innfrir forventningene eller er mangelfulle

Vi har sammenlignet ulike tekniske løsningene basert på erfaringer og tilbakemeldinger fra driftsansvarlig og ansatte ved de representerte byggene samt generell innhentet informasjon.

De forskjellige ventilasjonstypene gir alle ulike fordeler og ulemper. Meningene som går igjen er at naturlig ventilasjon er det beste for inneklimate og at balansert ventilasjon er det mest energieffektive. Å kombinere naturlig ventilasjon med passive næringsbygg er ikke forsøkt i Norge, grunnet energitapet ved å ikke gjenvinne varmen om vinteren. Ut ifra resultatene fra denne rapporten er det misnøye med inneklimate ved bruk av balansert

ventilasjon, spesielt kombinert med luftbåren varme. Selv om det er den billigste installasjonen, utenom naturlig ventilasjon, bør denne løsningen unngås. Hybrid ventilasjon, brukt på Romsdal vgs kan dermed se ut som det beste valget. Muligheten til å gjenvinne varme om vinteren, og kombinere balansert og naturlig ventilasjon om sommeren virker gunstig. Dessverre er dette en forholdsvis ny ventilasjonsmetode, med lite erfaring.

Vedrørende solavskjerming viser det seg at persiener er et alternativ som tilfredsstillende forventningene satt til solavskjerming. Dette blir bekreftet av driftsansvarliges erfaringer og svar på spørreundersøkelsen fra de ansatte. Denne løsningen har både god holdbarhet og ingen erfarte tekniske komplikasjoner ved byggene i Ålesund.

Ved valg av SD-systemer har begge bygg oppnådd behovet som forventes av et slikt program. Det bør gis god opplæring av systemet for en rask læringskurve, slik at styringen av installasjonene går raskt og ønsket effektmål blir nådd. En enkel oversikt over de mest nødvendige installasjonene vil effektivisere energisparetiltak og gjøre programmet oversiktlig for bruker.

Hvilke bygningsformer og arkitektur som benyttes for passivhus

De valg som blir gjort tidlig i prosjekteringsfasen for bygningsform og arkitektur, viser seg å ha stor innvirkning på el-forbruket, innemiljø og inneklima. Her vil det å følge en strategi som Kyoto-pyramiden være en løsning for å minimere energibruken på en energieffektiv måte. Plasseringen av bygget på tomten vil påvirke det arkitektoniske. En bygningsform med lite utvendig overflateareal, vil ha en positiv innvirkning lekkasjetallet. Løsninger som skal minimere byggetekniske konfliktområder bør vurderes nøye, for å kunne holde u-verdien i konstruksjonen nede. Fokus på utnyttelse av solenergi vil føre til mer naturlig lys inn i bygget, og muligheter for energibesparende tiltak.

Hvordan oppleves inneklimaet i yrkesbygg med passivhusstandard

I oppgaven har vi kommet fram til at det blant brukerne er relativt stor misnøye med inneklimaet i byggene vi har undersøkt. Bakgrunnen for misnøyen viser seg i grove trekk å gå på temperaturforhold og til en viss grad luftkvalitet. Det som kommer under temperaturforhold er lav romtemperatur om vinteren, varierende romtemperatur og trekk fra ventilasjonsanlegg. Det som gjelder luftkvalitet er lav luftfuktighet, innestengt luft og fraværet av mulighet til å påvirke ventilasjonen. Et dilemma er hva som faktisk er sunt og hva som

brukerne opplever som bra, det trenger ikke alltid å være det samme. En annen utfordring her er at det er så mange å ta hensyn til. Så å få alle fornøyde er i praksis umulig. Tilnærmingen som driftsansvarlig bruker er å finne en balansegang med å legge seg mellom ytterpunktene, og på den måten få flest mulig fornøyde. Det må sies å være den mest fornuftige måten å løse en slik utfordring på.

Hva er neste steg i utviklingen av passivhus

Siden bygningsmassen i Norge utgjør ca. 40% av all energibruk i landet, vil passivhusstandard som krav for eksisterende og nye bebyggelser være en viktig faktor for å nå klimamålene regjeringen har vedtatt. Fremtiden for passivhusstandarden ser lys ut, som skrevet i kapittel 10.13, og vil med utviklingen i dag føre til at passivhus blir enda mer utbredt. TEK17 har energikrav på passivhusnivå, som tyder på at kravene skjerpes for en mer klimavennlig bygningsindustri. Det er i tillegg høyt fokus på miljø i dagens politikk, som gjør befolkningen mer bevisst på valg av miljøvennlige valg. Samtidig dannes erfaringer fra tidligere passivhus og kompetansenivået øker. Dette vil gjøre det lettere å prosjektere og bygge etter passivhusstandarden.

Det finnes også energibygge som nullhus hvor byggets totale energiregnskap skal gå i null, og plusshus hvor bygget gjennom driftsfasen generer mer energi enn den det selv bruker. Disse byggene er videreutviklinger av passivhuskonseptet, og får mer fokus etter hvert som passivhus blir mer vanlig. Nullhus har allerede blitt sett på som det nye passivhuset, og utviklingen ser ut til å fortsette.

14.1 Forslag til videre arbeid

Byggene der vi innhentet erfaringer fra brukere og driftspersonell, begynner nå å bli noen år gamle. Siden Romsdal videregående skole ikke vil stå ferdig før i desember 2017, har vi ikke kunnet innhente erfaringer derfra. Bygget, som for øvrig oppføres i massivtre, vil ikke få støtte fra Enova. Likevel velger de å bygge med passivhusstandard. Bygget har også en hybridløsning når det kommer til ventilasjon.

Å gjennomføre tilsvarende undersøkelser på Romsdal videregående skole, ser vi på som svært interessant. Dette for å se om utviklingen går rett vei, spesielt med tanke på brukernes tilfredshet når det kommer til inneklima.

15 Referanseliste

- ADAPT Consulting AS. *Fremtidens kompetanse om energieffektivisering og energiomlegging*. ADAPT Consulting, 2015.
- Anda, Steinar, og Anne Sofie Handal Bjelland. *Fra passivhus til plusshus*. Bergen: Fagbokforlaget, 2012.
- Bjørnstad, Knut-Andre. *Brukertilfredshet i passivhusboliger og sammenligning med boliger bygget etter TEK10 og TEK07*. Masteroppgave, Trondheim: NTNU, 2016.
- Butters, Chris, og Bente Nuth Leland. *Fra passivhus til sunne hus*. GAIA agenda forlag, 2012.
- Direktoratet for byggkvalitet. *Byggeteknisk forskrift (TEK10)*. 15 Juli 2016. <https://dibk.no/byggeregler/tek/> (funnet April 04, 2017).
- Dokka, Tor Helge, og Inger Andresen. *Energieffektive boliger for fremtiden*. SINTEF Byggforsk, 2012.
- Eblogg. *Sentral Driftsovervåking- SD- anlegg*. 11 Mai 2012. <http://www.eblogg.org/sentral-driftsovervakning-sd-anlegg/> (funnet Mars 03, 2017).
- Edwardsen, Knut Ivar, og Trond Ramstad. *Trehus*. Oslo: SINTEF akademisk forlag, 2014.
- Energiverket. *Energiverket*. u.d. <http://www.energiverket.no/luft-vann-varmepumpe/> (funnet 05 11, 2017).
- Enerprodukt as. *Vannbåren varme*. u.d. <http://www.ener.no/vannbaren-varme-2/> (funnet Mars 15, 2017).
- Enova. *Eksisterende bygg*. u.d. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/eksisterende-bygg/> (funnet Mars 28, 2017).
- . *Energieffektive nybygg*. u.d. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/energieffektive-nybygg/> (funnet Mars 28, 2017).
- . *Om Enova*. u.d. <https://www.enova.no/om-enova/> (funnet Mars 27, 2017).
- . *Programkriterier for Energieffektive nybygg*. u.d. https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/763248A54FB64315B6D9FEEDB98BCBD0.pdf (funnet 05 10, 2017).
- Enova. *Årsrapport 2016*. Årsrapport, Trondheim: Enova, 2017.
- Enøk. *Vannbåren varme*. u.d. https://www.enok.no/enokguiden/04_2.html (funnet Mars 16, 2017).
- Fasade produkter. *Fasadeprodukter*. u.d. <https://www.fasadeprodukter.no/produkter-kategori/solskjerming/utvendig-solskjerming/utvendige-persienner/> (funnet 05 05, 2017).
- Fornybar. «Teknologi.» Mai 2016. <http://www.fornybar.no/solenergi/teknologi> (funnet Mars 10, 2017).

- Førland-Larsen, Arne. *Byggalliansen*. 21 10 2014. <http://www.byggalliansen.no/wp-content/uploads/2015/01/2014-10-21-Renew-Romsdal.pdf>.
- Gaia Lista, Asplan Viak, Treteknisk Institutt, Silvinova. *Absolutt passiv energidesign*. Delrapport, HelTRENkelt, 2014.
- Glava. «TEK10.» Mars 2011. <http://www.neumann.no/documents/nyhetsside/tek%2010.pdf> (funnet Mars 23, 2017).
- Hafslund. *Om fjernvarme*. u.d. <https://www.hafslund.no/fjernvarme/fjernvarmenettet/2071> (funnet April 06, 2017).
- Hellevik, Ottar. *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Oslo: Universitetsforlaget, 2002.
- Herskedal, Kjell. *Bygg.no - Hatlane omsorgssenter*. 27 11 2011. <http://www.bygg.no/article/95453?image=dp-image8603-1014407> (funnet 05 11, 2017).
- Hestnes, Anne Grete , og Lea Eik- Nes. *Zero emission buildnings*. Bergen: Fagbokforlaget, 2017.
- Holøs, Sverre Bjørn, Mette Maren Maltha, og Magnar Berge. *Helse og inneklime i passivhusboliger*. Oslo: SINTEF akademisk forlag, 2013.
- International passive house association. *iPHA*. u.d. https://www.passivehouse-international.org/index.php?page_id=65 (funnet Mars 02, 2017).
- Jacobsen, Dag Ingvar. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* CAPPELEN DAMM AS, 2015.
- Johannessen, Asbjørn, Per Arne Tufte, og Line Christoffersen. *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag, 2016.
- Komplett elektro. *Varmekabler*. u.d. <http://komplettelektro.no/varmekabler-elektriker/> (funnet 05 12, 2017).
- Kragerø kommune. «Kort om SD- anlegg.» u.d. [http://www.kragero.kommune.no/www/kragero/k2pub.nsf/viewAttachments/C1256B1900317730C125798800466F7E/\\$FILE/12001064.pdf](http://www.kragero.kommune.no/www/kragero/k2pub.nsf/viewAttachments/C1256B1900317730C125798800466F7E/$FILE/12001064.pdf) (funnet Mars 03, 2017).
- Lassen, Niels, Anders Fylling, Mads Mysen, Tor Helge Dokka, og Lilly Bordewich. *Passivbygg som forskriftkrav i 2020*. Multiconsult, 2009.
- Lassen, Niels, Anders Fylling, Mads Mysen, Tor Helge Dokka, og Lilly Boredewich. *Passivbygg som forskriftkrav i 2020*. Oslo: Multiconsult, 2009.
- Lavenergiprogrammet. *Build Up Skills, del 1- status analyse*. Lavenergiprogrammet, 2012.
- . *Dette er de nye energikravene i byggeteknisk forskrift*. 24 November 2016. <http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/nye-energi-krav-i-byggeteknisk-forskrift/> (funnet Februar 27, 2017).

- *Lufttetthet og luftlekkasjer*. 31 August 2016.
<http://lavenergiprogrammet.no/artikkel/lufttetthet-og-luftlekkasjer/> (funnet Mars 07, 2017).
- *Naturlig eller mekanisk ventilasjon?* 10 Mai 2016.
<http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/naturlig-eller-mekanisk-ventilasjon/> (funnet Mars 29, 2017).
- *Naturlig ventilasjo- mulig å få til?* 18 Mars 2016.
<http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/naturlig-ventilasjo-mulig-a-fa-til/> (funnet Mars 29, 2017).
- *Om lavenergiprogrammet*. u.d. <http://lavenergiprogrammet.no/om-lavenergiprogrammet/> (funnet Februar 28, 2017).
- *Passivhus som forskriftskrav i 2015*. 23 Juni 2015.
<http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/passivhus-som-forskriftskrav-i-2015/> (funnet Februar 21, 2017).
- *Prosjektering av passivhus, 2.opplag*. Oslo: Lavenergiprogrammet, 2013.
- *Prosjektering av passivhus, 3. opplag*. Oslo: Lavenergiprogrammet, 2013.
- *Slik unngår du fukt i vegger og tak*. 12 Mai 2016.
<http://lavenergiprogrammet.no/artikkel/slik-unngar-du-fukt-i-vegger-og-tak/> (funnet Mars 06, 2017).
- *TEK15: Slik er forslaget*. 08 Juli 2015. <http://lavenergiprogrammet.no/aktuelt/tek15-slik-er-forslaget/> (funnet Februar 02, 2017).
- Mutter. *Solavskjerming ute*. u.d. <http://mutter.no/solskjerming-ute/> (funnet 05 12, 2017).
- Norges Astma- og Allergiforbund. *Fakta om inneklime*. 18 Oktober 2016.
<http://www.naaf.no/fokusomrader/inneklime/fakta-om-inneklime2/> (funnet Februar 06, 2017).
- *Fukt og mugg*. 17 Februar 2017. <http://www.naaf.no/fokusomrader/inneklime/fukt-og-mugg/> (funnet Februar 21, 2017).
- *Luft og ventilasjon*. 17 Februar 2017. <http://www.naaf.no/fokusomrader/inneklime/luft-og-ventilasjon/> (funnet Februar 20, 2017).
- *Temperatur*. 17 Februar 2017. <http://www.naaf.no/fokusomrader/inneklime/temperatur/> (funnet Februar 20, 2017).
- Norsk Varmepumpeforening. *Ulike varmepumper*. u.d.
http://www.novap.no/ulike_varmepumper (funnet 05 12, 2017).
- Olsson, Nils. *Praktisk rapportskrivning*. Bergen: Fagbokforlaget, 2015.
- Regjeringen. *Energikrav til bygg*. 08 juni 2016.
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/energikrav-til-bygg--oppfolging-av-vedtak-i-stortinget/id2503489/> (funnet Februar 02, 2017).

- . *Miljøvennlige boliger og bygg*. 11 Desember 2014.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan--og-bygningsloven/bygg/innsikt/byggkvalitet/miljovennlige-boliger-og-bygg/id2345447/> (funnet Februar 23, 2017).
- Rolstadås, Olsson, Johansen, Langlo. *Praktisk prosjektledelse*. Trondheim: Fagbokforlaget, 2014.
- Rosvold, Knut. *Store norske leksikon*. 03 07 2013. <https://snl.no/fjernvarme> (funnet 05 11, 2017).
- SIMIEN. *Hatlane flerbrukshall og garderober*. Evaluering, Ålesund: Reinertsen, 2011.
- SIMIEN. *Hatlane omsorgssenter*. Evaluering, Ålesund: Riksheim Consulting AS, 2011.
- SIMIEN. *Nye Nørvasund skole*. Evaluering, Ålesund: Reinertsen, 2011.
- SINTEF Byggforsk. *Dokumentasjon av passivhus og lavenergibygninger i henhold til NS 3700 og NS 3701*. Desember 2013.
https://www.byggforsk.no/dokument/4109/dokumentasjon_av_passivhus_og_lavenergibygninger_i_henhold_til_ns_3700_og_ns_3701 (funnet Mars 24, 2017).
- . *Materialer til luft- og damptetting*. Mars 2003.
https://www.byggforsk.no/dokument/598/materialer_til_luft_og_damptetting (funnet Mars 22, 2017).
- Sjøberg, Jeanette. *Aftenposten*. 12 Oktober 2011. <http://www.aftenposten.no/norge/Varsler-om-helserisiko-med-passivhus-195357b.html> (funnet Februar 15, 2017).
- Solskjermingsvalg. *Solskjermingsvalg.no*. u.d.
<http://solskjermingsvalg.no/?gclid=Cj0KEQjwrYbIBRCgnY-OluOk89EBEiQAZER58u7vqNIfbN8iZhBaijDnAylpm-bBkFMKu59JXQK5hd0aAoxL8P8HAQ> (funnet 05 05, 2017).
- Standard Norge, NS 3454. *Livssyklus kostnader for byggverk*. Norsk Standard, Standard Norge, 2013.
- Standard Norge, NS 3700. *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, Boligbygninger*. Norsk Standard, Standard Norge, 2013.
- Standard Norge, NS 3701. *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, Yrkesbygninger*. Norsk Standard, Standard Norge, 2012.
- Statisk sentralbyrå. *Økt omsetning for bygg og anlegg i 2016*. 20 April 2017.
<https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/okt-omsetning-for-bygg-og-anlegg-i-2016> (funnet April 24, 2017).
- Statsbygg. «Automasjon og SD- anlegg.» 05 Mai 2012.
http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/prosjekteringsanvisninger/5_teleAutomatisering/PA_5601_Automasjon_og_SD-anleggV7-kompatibel.pdf (funnet Mars 03, 2017).

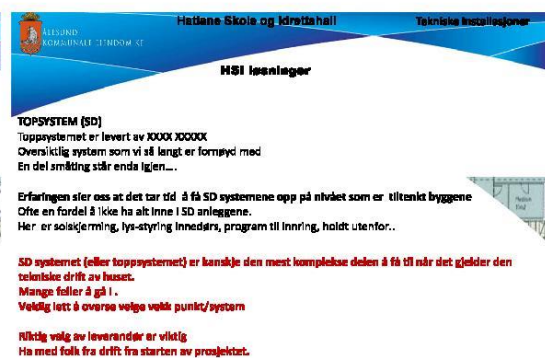
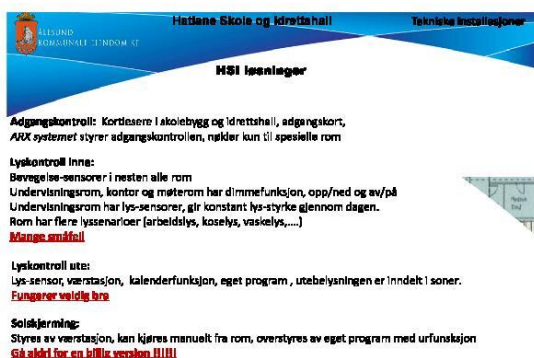
- Store norske leksikon. *Diffusjon*. 09 Mars 2016. <https://snl.no/diffusjon> (funnet Mars 07, 2017).
- Tegn_3. *Hatlane skole og idrettshall*. u.d. <http://www.tegn3.no/prosjekter/nrvasund-skole/> (funnet Mai 14, 2017).
- Thomsen, Judith, og Magnar Berge. *Inneklime i energieffektive boliger*. SINTEF Byggforsk, 2012.
- TNS Gallup. *TNS Gallups Klimabarometer 2016*. 2016. http://www.tns-gallup.no/contentassets/70cebbf9270741bbb0adfd1ec82e95a3/tns-gallups-klimabarometer-2016_presentasjon_for-publisering.pdf (funnet Mars 21, 2017).
- Toshiba. *Varmepumpeteori*. u.d. <http://slideplayer.no/slide/1909969/> (funnet Mai 15, 2017).
- Tønseth, Svein. *Usynlig fiende*. 14 11 2011. <https://gemini.no/2011/12/usynlig-fiende/> (funnet 05 2017, 12).
- Varmepumpeinfo. *Luft-til-luft-varmepumpe*. 09 Januar 2017. <http://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/luft-til-luft-varmepumpe> (funnet Mars 6, 2017).
- . *Luft-til-vann-varmepumpe*. 28 Mars 2017. <http://www.varmepumpeinfo.no/varmepumpetyper/luft-til-vann-varmepumpe> (funnet Mars 30, 2017).
- Wall, Jostein. *Energiforsyningsløsninger for lavenergi yrkesbygg i Norge*. Masteroppgave, NTNU, 2012.
- Wikipedia. *Wikipedia - Varmepumpe*. 21 04 2017. <https://no.wikipedia.org/wiki/Varmepumpe> (funnet 05 12, 2017).

16 Vedlegg

Vedlegg 1- Informasjon fra kommune.....	140
Vedlegg 1.1- PowerPoint fra Frank Roger Sjøholt.....	140
Vedlegg 1.2- Prosjektbeskrivelse Hatlane omsorgssenter	144
Vedlegg 1.3- Prosjektbeskrivelse Hatlane skole	147
Vedlegg 1.4- Budsjett oversikt Hatlane skole	149
Vedlegg 1.5- Budsjett oversikt Hatlane omsorgssenter.....	150
Vedlegg 1.6- Krav til energibehov	151
Vedlegg 1.7- PowerPoint Romsdal vidregående skole.....	152
Vedlegg 1.8- SIMIEN Hatlane omsorgssenter	160
Vedlegg 1.9- SIMIEN Hatlane skoledel.....	165
Vedlegg 1.10- SIMIEN Hatlane flerbrukshall.....	171
Vedlegg 2- Økonomi beregning	177
Vedlegg 2.1- 2.5% kalkulasjonsrente	177
Vedlegg 2.2- 5% kalkulasjonsrente	178
Vedlegg 2.3- 2.5% kalkulasjonsrente uten støtte fra Enova	179
Vedlegg 2.4- 5% kalkulasjonsrente uten støtte fra Enova	180
Vedlegg 3- Spørreundersøkelse	181
Vedlegg 3.1- Spørreundersøkelse Hatlane skole og flerbrukshall.....	181
Vedlegg 3.2- Følgeskriv Hatlane omsorgssenter	183
Vedlegg 3.3- Spørreundersøkelse Omsorgssenter	184
Vedlegg 4- Befaringer	186
Vedlegg 4.1 Befaring Hatlane skole og omsorgssenter.....	186
Vedlegg 4.2 Befaring nye Romsdal videregående skole	188
Vedlegg 5- Møtereferat.....	189
Vedlegg 5.1- Møtereferat 11.01.17	189
Vedlegg 5.2- Møtereferat 13.01.17	190
Vedlegg 5.3- Møtereferat 23.01.17	191
Vedlegg 5.4- Møtereferat 26.01.17	192
Vedlegg 5.5- Møtereferat 06.03.17	193
Vedlegg 5.6- Møtereferat 02.05.17	194
Vedlegg 6- Mail.....	195
Vedlegg 6.1- Enova.....	195
Vedlegg 6.2- Enova.....	196
Vedlegg 7- Fremdriftsrapport	197
Vedlegg 7.1- Fremdriftsrapport uke 5,6 og 7	197
Vedlegg 7.2- Fremdriftsrapport uke 8 og 9	198
Vedlegg 7.3- Fremdriftsrapport uke 10 og 11	199
Vedlegg 7.4- Fremdriftsrapport uke 12 og 13	200
Vedlegg 7.5- Fremdriftsrapport uke 14 og 15	201
Vedlegg 7.6- Fremdriftsrapport uke 16 og 17	202
Vedlegg 7.7- Fremdriftsrapport uke 18 og 19	203
Vedlegg 8- Avviksrapport	204
Vedlegg 9- Timeliste	205
Vedlegg 10- Forprosjektrapport.....	210

Vedlegg 1- Informasjon fra kommune

Vedlegg 1.1- PowerPoint fra Frank Roger Sjøholt



Hatløse Skole og Idrettshall Tekniske installasjoner

STRØMFORBRUK HØI

Energibudsjett NS 3701: totalt beregnet energi behov 90.0 kWh/m²

Bruttoareal 9857 m²
Bruksareal ca. 9000m²
Skolebygg har krav om ett max forbruk på 50 kWh/m² pr år
Idrettsbygg har krav om ett max forbruk på 104 kWh/m² pr år

Energiforbruket total for 2014 var: 639634 kWh ... 71 kWh/m²/år
Energiforbruket total for 2015 var: 547038 kWh ... 60.70 kWh/m²/år
Energiforbruket total for 2016 var: 696249 kWh ... 70.69 kWh/m²/år

Totalt forbruk 2016 driftsår pr. m² pr. år: 70.69 kWh



Hatløse Skole og Idrettshall Utfordringer

Drifts utfordringer

Don't FORGET!



VANNRENSING av lukkede varmekretser er meget viktig, økt effekt, økt levetid, ENØK o.s.v...!!
Bør være standard for alle vannbårne lukkede kretser

Hatløse Skole og Idrettsbygg

- Vi bygger nå forskjellige typer passivhus med forskjellige konstruksjoner og forskjellige varme/luft systemer
- Sykehjem er en type bygg med jevn bruksmønster – 24/7 – med høye komfortkrav – krav for oppvarming og kjøling begge til stede. Beboerne har mulighet til å kontrollere temperatur selv, +/- 3 grader
- Andre typer bygg har et annet bruksmønster og andre mulighet for å justere temperatur.
- Oppnår det vi håper????? På Omsorgsenteret har vi begynt å registrere «vanlig» strømforbruk og er fornøyd med resultatet

Hatløse Skole og Idrettsbygg

Tekniske installasjoner

- Vannbåren varme fra Luft/vann varmepumpe, spåslåst med ol-kjel. Varmevexler i inntak og avkastluften. Varmepumpe kjøres som kjølemaskin på sommerstid ved behov for kjøling. Isvannsmaskin for kjølte lager, medisinnrom osv.
- Ventilasjon – 2 store aggregater, rotierende vektalere og bedre virkningsgrad. Store kanaler – bruker mindre energi og reduserer motstand. Mange vertikale sjakter allik et høyden på vertikale fjæringveger kan reduseres.
- Belysning – maks 5w/KW/m². Blandet belysning med noe LED. Lite mulighet for påvirkning og krav til lysstyrke.
- Internillustar – maks. 4W/m². Utskytning/innledning – bruk AA klasse.
- Varmekabler ute - prosjektering bør helst legge til røse for å unngå dunn.
- SO-anlegg gir oss muligheten for å «strimme» bygget ettervert.



Hatløse Omsorgsenter Tekniske installasjoner

Vannrensing sikrer optimal drift av lukket kretser også i årene som kommer
Bør være standard i alle lukkede systemer.

Fleire typer på markedet
Her er valgt en enkel type.

Velg en eller annen form for vannrensing av varmekretser

Diskuter om det skal inn eller ikke
Diskuter hvilken type en skal velge.....



Hattene Omsorgsentor

Tekniske installasjoner

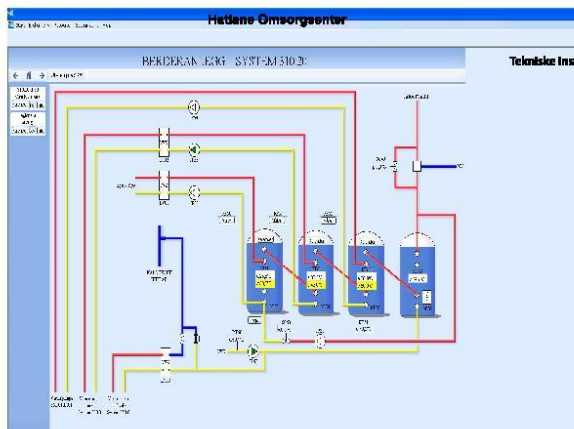
Hattene Omsorgsentor varmt tappevann
4 stk beredere.

Bereder 1: Første tank lades med overskuddsvarme fra kjøleanlegg settpunkt 38 °C
OVERSKUDDSVARME

Bereder 2: **OBS OBS** 49°C
God løsning angående energi forbruk
Utfordrende løsning angående Legionella

Bereder 3: 75°C

Bereder 4: Estervarmer varmtvannet med elektriske varmelementer (30kW) settpunkt 75 °C
Tradisjonelt vis
Vi varmer tappevannet kun fra 50 °C til ca 75 °C



Hattene Omsorgsentor

Tekniske installasjoner

Oppvarming

Vannbåren gulvvarme.
Beboere/personale kan justere temperaturen på boeomrom og stuer, kontorer osv.
Vi må bare leve med at beboere kan stille temperatur komfort foran oss....

Snøsmelting: vannbåren
Til parkering og inngang for funksjonshemmede
Sykebil inngang og varettransport
Hovedinnganger
Vanskelig å forenes med passivhusdrift

En radiator på huset... plassert på nødstrøms rom.

Varmepumpe

El-kjel

Hattene Omsorgsentor

Tekniske installasjoner

Ventilasjon

To identiske hovedanlegg, fordeling ca 50/50

Ett anlegg for 12 smitterom, egne rutiner for vedlikehold

Roterende varmegjenvinner, gjennbrugsgrad 80%
Så god varmegjenvinner kan skape problem for varmepumpen når det er kaldt

Varme og kjøle batterier

Frekvens styrt vifter til VAV og spjeld styring av ventilasjon

Hattene Omsorgsentor

Tekniske installasjoner

SD styrt ventilasjon

Hattene Omsorgsentor

Tekniske installasjoner

SD system / Toppystem
3 mnd innkjøring..

Meget fornøyd med SD systemet

Oversiktlig system

«Nestens» ubegrensede loggmøjligheter.
Dess flere punkter vi kan overvåke, dess bedre er det

Enkelt å få gjort forandringer og legge inn tilleggsfunksjoner.

Vi kan styre bygget med en nettleier..... tilgang til internett er lik tilgang til bygget

SD leverandøren er en viktig samarbeidspartner spesielt i innkjøringfasen...

Hatlane Omsorgsenter Tekniske installasjoner

Loggføring og oversikt/kontroll over alle energimålere på bygget

Dette muligheten gjør det enklere å styre forbruket



Hatlane Omsorgsenter Tekniske installasjoner

PASSIVHUS - NYE BYGG

Byggekategori	1. Krav til oppvarmingsenergi	2. Referanse total netto energibehov	3. Estimert totalt netto energibehov	4. Estimert besparelse	5. Estimert minimum fornybarandel	6. Samlet estimert energiresultat
	Passivhusnivå	TE-07	Passivhusnivå	Passivhusnivå	Passivhusnivå	Passivhusnivå
Småhus	15*	135	83	52	14	89
Boligblokker	15*	120	78	41	15	59
Barnetager	25	150	64	86	14	100
Karftorbygg	15	185	72	93	8	111
Slektbygg	15	135	65	80	10	90
Utenforstet- og hagebygg	15	180	74	106	8	114
Sveithus	20	325	169	156	20	176
Sykehjem	15	235	120	115	18	133
Hotell	20	247	110	130	20	90
Utdanningsbygg	25	165	124	61	30	111
Forretningsbygg	20	235	128	107	10	137
Kulturbygg	25	160	95	112	14	128
Lettildrevet, vekstede*	25	155	81	134	11	115

* Krav til oppvarmingsenergi i coljer er avhengig av areal og klima, se NS3700, kap 4.3.

Hatlane Omsorgsenter Tekniske installasjoner

Energiforbruk

Krav energiforbruk i iht TEK-10 = 180 kWh/m²
 Krav energiforbruk i iht passivhusnivå = 120 kWh/m²
 Anbløsningsnivå under projekteringen = 109 kWh/m²
 Hatlane Omsorgsenter - Oppvarmet bruksareal passivhus: 5770 m²

EL forbruk totalt 2016 659 359 kWh
 EL forbruk totalt 2015 619 429 kWh
 EL forbruk totalt 2014 626 362 kWh

Vorierer noe fra år til år
 2016 er det høyeste forbruket vi har så langt.
 Ventilasjonssystemet er giret opp
 20 rom omgjort fra enlekrom til dobbelrom
 I tillegg mye snøsmelting

Faktdisk forbruk ENOVA 2016 = 107 kWh/m²/år
 (uten snøsmelting og utelys)



Hatlane Omsorgsenter Passivhus utfordringer

Drift/erfaring av passivhus

Få hadde/har erfaring fra drift av denne type hus - vi har måttet løse utfordringene selv etter hvert som de kommer. Det gjør det bare mer interessant!!!

Vi klarer så langt å drifte passivhuset Hatlane Omsorgsenter godt innenfor de rammer vi er pålagt. Med mer erfaring klarer vi kanskje å redusere energiforbruk enda mer uten at det går utover komfort til brukerne.

Det ligger stort potensial i å få brukere med på å tenke passivhus.

Hatlane Omsorgsenter Passivhus fordeler

Fordeler med Passivhus

Meget godt og stabilt inneklima både sommer og vinter

Meget god luftkvalitet, renere enn luften ute...

Lavt energiforbruk: mindre penger på energi = (forhåpentligvis) mer penger på helse

Tekniske løsninger gjør det lettere å fjerne/kontrollere bygget (når vi/drift får de rette løsningene)

En blir ekstra inspirert til å tenke energisparing generelt når en ser forskjellene på normalhus og passivhus....

Hatlane Omsorgsenter Utfordringer

Takker for meg

Frank Sjøholt
 Teamleder
 Ålesund Kommune Eideomsdrift
 Teknisk Team

Vedlegg 1.2- Prosjektbeskrivelse Hatlane omsorgssenter

Støtte til passivhus

Prosjektbeskrivelse for Hatlane omsorgssenter, Ålesund

Innhold

- 1 Hoveddata
- 2 Sammendrag
- 3 Beskrivelse av prosjektet
 - 3.1 Lokalisering, bygningstype, areal
 - 3.2 Bygningskonstruksjon
 - 3.3 Tekniske system
 - 3.4 Energibruk
 - 3.5 Merknader
 - 3.6 Prosjektteam
- 4 Annen dokumentasjon
 - 4.1 Organisering
 - 4.2 Fremdrift

1 Hoveddata

Prosjektnavn: HATLANE OMSORGSSENTER, Ålesund
Byggets adresse: Hatlane, 6016 Ålesund
Byggkategori: Sykehjem
Antall boligenheter: 60 sykehjemsplasser
Bruksareal, BRA: 5 830 m²
Oppvarmet BRA passivhus: 5 770 m²

Prosjekteier: Ålesund kommunale Eiendom KF
Adresse: Rådhuset, 6025 Ålesund
Organisasjonsnummer: 986 074 988
Kontonummer: 65500591840
Prosjektansvarlig: Judith Musther
E-post prosjektansvarlig: judithm@alesund.kommune.no
Prosjektleder: Judith Musther
E-post prosjektleder: judithm@alesund.kommune.no

Kostnader eks mva

Søknadsbeløp:
Samlet prosjektkostnad: kr. 5.300.000,-
Samlet prosjektkostnad per m² oppvarmet BRA: kr. 919,-
Total byggekostnad for prosjektet: 99.214.000,-
Total byggekostnad per m² oppvarmet BRA: 17.195,-

Energieresultat

Passivhus - nybygg
Totalt energieresultat for spart energi ved passivhusløsning mot TEK07 er 518.000 kWh som gir 90 kWh/m²
Leverte energi er beregnet med lokalt klima

2 Sammendrag

Ålesund Kommunale Eiendom KF (ÅKE) står foran en storstilt utbygging med Hatlane omsorgssenter og nye Nørvasund skole i Hatlane ca 7 km fra Ålesund sentrum. ÅKE ønsker at prosjektene skal bli pilotprosjekt hvor Ålesund kommune kan vise til gode og fremtidsrettede energi- og klimaløsninger.

Det søkes støtte til oppføring av Hatlane omsorgssenter med standard som passivhus ihht. Prosjektrapport 42.

Bygget er planlagt med 60 sykehjemsplasser med tilhørende fellesareal og servicefunksjoner. Bebyggelsen består av to sykehjemsfløyer, hver på tre etasjer. Fløyen mot sør har også en synlig underetasje mot øst. Hovedinngang er plassert i en to etasjes fløy mot nord. Denne fløyen inneholder hovedadministrasjon og dagsenterfunksjoner som frisør, tannpleier, lege, aktivitør og stort forsamlingslokale. Vestibylen går delvis over to plan, med en storslått glassfasade mot øst.

Hver sykehjemsfløy består av 10 beboerrom, der hver fløy har eget kjøkken og stue med utgang til hage eller veranda. I hjørnet der de to fløyene møtes ligger vaktrom og en felles møteplass i nær tilknytning til heis og trapperom. Det er også her utgang til felles uteområde på 1.etg og til overbygget balkong på 2. og 3. etg.

Arkitekturen er enkel og bygget har en klar hovedform med noen mindre fremskutte og tilbaketrukne volumer som gir det særpreget. Fasadematerialer er malt betongelementer og trepanel/plater sammensatt til et variert fasade spill.

Totalt areal 6 000 m² BTA og en byggekostnad på 99 MNOK. Merkostnaden for økt energistandard i forhold til kravene i Teknisk forskrift er beregnet til kr. 5,3 MNOK

Søker er Ålesund kommunale Eiendom KF som eier og stiller bygget til disposisjon for virksomhetsområde sykehjem. Planlagt byggestart er april 2011.

3 Beskrivelse av prosjektet

3.1 Lokalisering, bygningstype, areal

Omsorgssenteret ligger i Hatlane ca. 7 km utenfor Ålesund sentrum.

Bebyggelsen består av to sykehjemsfløyer, hver på tre etasjer. Fløyen mot sør har også en synlig underetasje mot øst. Hovedinngang er plassert i en to etasjes fløy mot nord. Denne fløyen inneholder hovedadministrasjon og dagsenterfunksjoner som frisør, tannpleier, lege, aktivitør og stort forsamlingslokale. Vestibylen går delvis over to plan, med en storslått glassfasade mot øst.

Hver sykehjemsfløy består av 10 beboerrom, der hver fløy har eget kjøkken og stue med utgang til hage eller veranda. I hjørnet der de to fløyene møtes ligger vaktrom og en felles møteplass i nær tilknytning til heis og trapperom. Det er også her utgang til felles uteområde på 1.etg og til overbygget balkong på 2. og 3. etg.

Arkitekturen er enkel og bygget har en klar hovedform med noen mindre fremskutte og tilbaketrukne volumer som gir det særpreget. Fasadematerialer er malt betongelementer og trepanel/plater sammensatt til et variert fasade spill.

Tomten ligger sydvendt i eksisterende boligområde. Bygget er plassert mot vest på tomten med adkomst og parkering mot øst. Dette gir et stort uteområde mot sør vest hvor det opparbeides hage som skal dekke ulike behov og aktiviteter.

Bygget er planlagt med 60 sykehjemsplasser. Disse fordeles på 3 avdelinger på 20 plasser hver og avdelingene er delt i mindre grupper – 5 grupper à 10 beboere, 2 grupper à 4 beboere og 2 små hybler. Omsorgssenteret er i drift døgnet rundt, men med en vesentlig redusert bemanning om natten.

Bygget har en grunnflate på 1820 m² og et samlet bruttoareal på 6000 m² BTA.

Prosjektets målsetting

Prosjektet har som målsetting å tilrettelegge for boenheter med beboerne i fokus. Beboere skal kunne ha en aktiv og meningsfylt tilværelse i fellesskap med andre slik at kultur, aktivitet og trivsel for beboerne skal være sentrale elementer i botilbudet. Bygningen skal tilrettelegge for en mest mulig rasjonell og effektiv pleietjeneste som gir arbeidstakerne et trivelig arbeidsmiljø uten unødvendig fysisk belastninger. Bygningen skal være økonomisk å drifte og vedlikeholde.

Skanska Norge er totalentreprenør og kontakten er tildelt etter en totalentrepriskonkurranse med arkitektkonkurranse.

Byggestart er planlagt til april 2011 og bygget overleveres i september 2012.

3.2. Bygningskonstruksjon

Bygget er i hovedtrekk et betongelementbygg. Bygningen har en hovedkonstruksjon med prefabrikkerte dekker og delvis bæring i yttervegg. Innvendig bæresystem i stål.

Fasadene er i hovedsak sandwichelementer i betong. Elementene har et plant bærende innersjikt. Dermed føres hele isolasjonssjiktet forbi dekker og tak. Dette medfører at en reduserer antall kuldebroer betraktelig. Fasadeelementene gir også en tetter fasade med enklere kontroll og oppfølging av tetthetskrav. I avgrensede områder i stue, oppholdsrom, vaktrom og administrasjonsfløy mot nord, benyttes oppgradert klimavegg. Alle yttervegger skal oppfylle krav til U-verdi på $\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Valgene er gjort med tanke på konstruksjoner med god bestandighet, lite vedlikehold. I tillegg er hurtig og rasjonell byggetid, med raske etablering av tetthets viktige faktorer.

Yttervegger i underetasje ligger i hovedsak under terreng og har utvendig isolering. For areal hvor fasade i under etasjen er eksponert blir utvendig isolering bli pusset for å gi et enhetlig uttrykk. Ringmursisolering avdekkes med sementbaserte plater.

Tak av element overliggende isolasjon og folietekking - U-verdi $\leq 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Bygget er direktefundamenterert på sprengsteinfylling og stedlige morenemasser. Golv på grunn er isolert til beregnet U-verdi på verdi $\leq 0,09 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ og 90mm påstøp.

Vinduer av tre med utvendig aluminiumsavdekning har 3 lags glass U-verdi 0,7-0,8 $\text{W/(m}^2\text{K)}$
Det er benyttet glass og aluminium på de større glassfeltene. Her er U-verdi for rene glassfelt uten åpningsvindu og dører ned mot 0,67 $\text{W/(m}^2\text{K)}$

Utstrakt bruk av automatisk solavskjerming i form av utvendige persienner.

3.3 Tekniske system

Varmeanlegget: Bygget varmes opp vannbåren varme som primært forsynes fra en luft/vann varmepumpe og hvor spisslasten tas med EI-kjel. Med tanke på komfort for beboerne på senteret benyttes vannbåren golvvarme.

Luftbehandlingsanlegget: Bygget har tre ventilasjonssystem med til sammen 48 000 m^3/h i dimensjonerende luftmengde. Anlegget skal innreguleres for 80% av dimensjonerende luftmengde som ivaretar krav til høy virkningsgrad (80%) og lav SFP-faktor ($\leq 1,5 \text{ kW/(m}^3/\text{s)}$).

Fellersrom, stuer, kjøkken og administrasjonsfløy (nordfløy) har behovsprøvd kapasitetsregulering. Det to hovedanleggene har roterende varmeveksler. Avtrekk fra kjøkken UV-behandles for lukt fjerning før disse kjøres inn på hovedanlegget.

Smitterom tas i separat avtrekk over et mindre aggregat på 2 200 m^3/h . Her er det montert et gjenvinningsbatteri som er koblet opp mot varmepumpeanlegget.

Varmpumpe som gjenvinner restenergien i avkastluften. Varmepumpen kan kjøres som kjølemaskin på sommerstid ved behov for kjøling.

Vedlegg 1.3- Prosjektbeskrivelse Hatlane skole

Prosjektbeskrivelse søknad om støtte til passivhusstandard for ny Nørvasund Skole

1 Hoveddata

Prosjektnavn: *Ny Nørvasund skole - Ålesund*

Byggets adresse: Borgundveien
Byggkategori: *Barneskole og flerbrukshall*
Bruksareal, BRA: 6698 m²
Bruttoareal, BTA: 8904 m²

Prosjekteier: Ålesund kommunale Eiendom KF
Adresse:
Organisasjonsnummer: 986 074 988
Kontonummer: 6550.05.91840
Prosjektansvarlig: Morten Sloth Fjordside
Prosjektleder: Morten Sloth Fjordside
E-post prosjektansvarlig: Morten.Sloth.Fjordside@alesund.kommune.no
Navn på søker: Reinertsen AS v/ Kjetil Kronborg
E-post søker: kjetil.kronborg@reinertsen.com

Kostnader eks mva

Søknadsbeløp: 2.344.300
Samlet byggekostnad: 5.760.000
Samlet prosjektkostnad per m² oppvarmet BRA: 860 kr/m²
Total byggekostnad for prosjektet: 185.400.000
Total byggekostnad per m² oppvarmet BRA: 27.680 kr/m²
Alle kostnadstall er ekskl mva og reserve

Energieresultat

Det søkes om støtte til passivhusstandard for bygget.

2 Sammendrag

Det søkes om støtte for å oppnå passivhusstandard i en ny barneskole med tilknyttet flerbrukshall i Ålesund Kommune. Skole vil ha ca 570 elever. Skoledelen av bygget vil ha 2 etasjer og bygges som en kompakt og effektiv bygningskropp. Hallen vil ha effektiv fri takhøyde på 9 meter (total høyde ca 11 meter).

Søker er Ålesund kommunale Eiendom KF, som er eiendomsselskapet til Ålesund Kommune.

Skolen er planlagt ferdigstilt til skolestart høsten 2013. Byggestart er antatt til 3. kvartal 2011.

Det er gjennomført et skisseprosjekt og forprosjektet for bygget er så vidt startet opp i januar 2011. Det søkes om støtte på et tidlig tidspunkt da en tildeling av støtte vil være av avgjørende betydning for at man kan velge passivhusstandard i detaljprosjekteringsfasen som vil startes ca april 2011. Dette innebærer at alle løsninger ikke er avklart på tidspunkt for søknad. Det vil trolig også bli en del mindre endringer etc. av planløsninger. Det er gjennomført en egen passivhusutredning for prosjektet i skisseprosjektfasen, og vi mener at vi på nåværende tidspunkt har tilstrekkelig god oversikt over forventede merkostnader og har fått verifisert at passivhusoppnåelse er realistisk utifra det gjeldende konsept for bygget.

3 Beskrivelse av prosjektet

3.1 Lokalisering, bygningstype, areal

Det planlegges en ny barneskole med tilknyttet flerbrukshall. Flerbrukshallen vil fungere som kroppsøvingslokale for skolen i skoletiden og som hall for ulike typer organisert idrett utenom skoletiden. Bygget er planlagt med tanke på stor grad av fleksibilitet i forhold til uavhengig bruk av de ulike deler av bygget.

Det er planlagt en effektiv og kompakt bygningskropp som gir lite yttervegger i forhold til arealet. Det er vektlagt gode arkitektoniske løsninger i forhold til effektiv og fleksibel bruk av undervisningsarealene.

3.2. Bygningskonstruksjon

Bygningen er ikke ferdig prosjektert. Det er gjennomført en passivhusutredning i forbindelse med skisseprosjektet for bygget. Begge rapportene finnes vedlagt som underlag for søknaden.

Det er i skisseprosjektet lagt opp til yttervegger med 350 mm mineralullisolasjon. For å unngå kuldebroer er bæresystemet forutsatt plassert på innsiden av klimaveggen i form av et søyle-bjelkesystem. Yttertak forutsettes isolert med 500 mm mineralull. Det benyttes vinduer som tilfredstiller passivhuskravene (U-verdi 0,8 eller bedre).

Bygningskallet vil bli prosjektert for å møte kravene til tetthet og kuldebroer i henhold til passivhusstandarden.

3.3 Tekniske system

Det er forutsatt balansert ventilasjon med behovsstyring VAV for alle arealer. Det benyttes høyeffektiv roterende gjenvinner. Anlegget prosjekteres m.t.p. lav SFP.

Belysning blir behovsstyrt i forhold til både dagslys og tilstedeværelse.

Oppvarming vil i det alt vesentligste bli basert på ventilasjonsluft med tillegg av enkelte lokale varmekilder i spesielt utsatte rom / arealer.

3.4 Energibruk

Energiberegninger er gjort i verktøyet SIMEN. Det er gjort 3 simuleringer for ulike deler av bygget.

Energipost	Energibudsjett	
	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	53736 kWh	8,4 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	64237 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	91305 kWh	14,3 kWh/m ²
3b Pumper	990 kWh	0,2 kWh/m ²
4 Belysning	84510 kWh	13,3 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	58331 kWh	8,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	351108 kWh	55,1 kWh/m ²

Tabell 1 a skoledei energibudsjett

Vedlegg 1.4- Budsjett oversikt Hatlane skole

Hatlane skole og idrettshall Økonomi oversikt

Post	Tekst	Budsjett pr. 10.01.12 Inkl. mva	Kostnad Inkl. mva	Resultat Inkl. mva
	Generalentreprenør	210 777 908	225 494 604	-14 716 696
	Grunnentreprenør	10 375 000	9 132 476	1 242 524
	Idrettsgulv	2 500 000	1 333 157	1 166 844
	Diverse entreprenører		1 669 999	-1 669 999
1-7	Entrepriisekostnader	223 652 908	237 630 236	
8	Generelle kostnader	36 385 714	43 354 963	-6 969 249
1-8	Byggekostnad	260 038 621	280 985 198	
9	Spesielle kostnader	12 895 625	12 186 274	709 351
1-9	Grunnkalkyle	272 934 247	293 171 472	
0.1	Reserver	15 250 000		15 250 000
0.2	Tomtekjøp	21 694 177	22 034 793	-340 616
0.3	Nytt hovedavløpssystem	1 500 000	1 727 427	-227 427
0.4	Prisstigning	6 000 000	5 930 237	69 763
0.5	1 - 5 driftsår		1 381 661	-1 381 661
	Forventet prosjektkostnad	317 378 424	324 245 590	-6 867 166

Finanseringsplan

Vedtatt budsjett, låneopptak

308 500 000

Mottatt tilskud

Tilskud

Enova 1, tilskud til utredning

50 000

50 000

Enova 2, tilskud til bygging

2 344 300

1 110 000

Spillemidler til idrettshall

7 000 000

0

Tilskud i alt

9 394 300

1 160 000

317 894 300

Prosjektkostnad

324 245 590

Resultat i fht. finansering

-6 351 290

Vedlegg 1.5- Budsjett oversikt Hatlane omsorgssenter

HATLANE OMSORGSSENTER - BUDSJETT

Entreprensekostnad		96 213 910,00
Totalentreprenør	3461 Totalentreprenør (kontraksbeløp)	93 913 910,00
VVS-installasjoner	3474 Sanitær og varmeanlegg	Inkl. over
	3475 Luftbehandling	Inkl. over
Elkraft	3477 Elektriske anlegg	Inkl. over
Andre installasjoner	3479 Heis	Inkl. over
Utendørs	7000 Veger, tekn. anlegg, park og hage	Inkl. over
Passivhuskostnad	Tillegg til kontrakt, Enova-tilskudd fratrukket	2 300 000,00
Generelle kostnader		3 200 000,00
Administrasjon	3300 - 3302 Intern prosjektadministrasjon /programmering	1 500 000,00 ikke MVA
	3307 ekstern byggeledelse	1 200 000,00
Forsikringer, gebyrer	3308 Gebyr/avgifter	500 000,00 ikke MVA
Spesielle kostnader		41 603 477,50
Kunstnerisk utsmykking		400 000,00
Inventar og utstyr	3473 Inventar og utstyr	10 500 000,00
Tomt og regulering		2 900 000,00
MVA	25% x kr.111.213.910,-	27 803 477,50
Prosjektkostnad uten marginer og reserver		141 017 387,50
Marginer og reserver	0 Marginer og reserver	8 982 612,50
Prosjektkostnad inkl. marginer og reserver		150 000 000,00

Vedlegg 1.6- Krav til energibehov

PASSIVHUS - NYE BYGG

	1. Krav til oppvarmingsbehov	2. Referanse totalt netto energibehov	3. Estimert totalt netto energibehov	4. Estimert besparelse	5. Estimert minimum fornybarandel	6. Samlet estimert energieresultat
Byggkategori	Passivhusnivå	TEK07	Passivhusnivå	Passivhusnivå	Passivhusnivå	Passivhusnivå
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Småhus	15*	135	83	52	14	66
Boligblokker	15*	120	79	41	15	56
Barnehager	25	150	64	86	14	100
Kontorbygg	15	165	72	93	8	101
Skolebygg	15	135	55	80	10	90
Universitet - og høyskolebygg	15	180	74	106	8	114
Sykehus	20	325	169	156	20	176
Sykehjem	15	235	120	115	18	133
Hoteller	20	240	110	130	20	150
Idrettsbygg	25	185	104	81	30	111
Forretningsbygg	20	235	108	127	10	137
Kulturbygg	25	180	68	112	14	126
Lett industri, verksteder	25	185	81	104	11	115

* Krav til oppvarmingsbehov i boliger er avhengig av areal og klima, se NS3700, kap 4.3.

Vedlegg 1.7- PowerPoint Romsdal videregående skole

19.05.2017



K104 Romsdal videregående skole

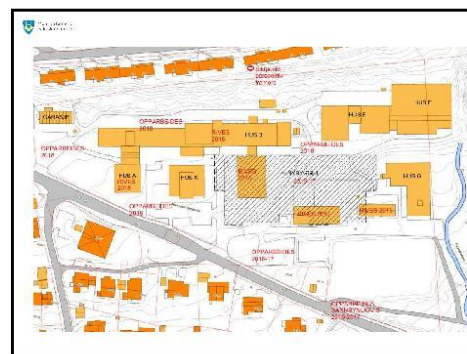
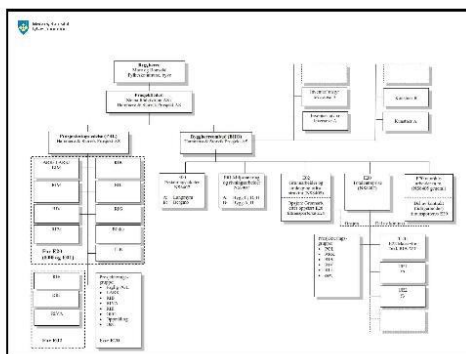
Status pr 08. april 2017



Generell info

Befaring

- Verneutstyr: Hjelm, vernesko og vest
- Full produksjon alle arealer.
- Gruppen må holdes samlet
- Ikke tillatt å gå på egen hånd
- Forbud mot å ta på treoverflatene.





Historikk og bakgrunn for materialvalg

- Klimanøytrale byggematerialer

Meld. St. 28 (2011-2012) Gode bygg for eit betre samfunn

- Kap 1
 - Vi skal byggje smartare og med betre kvalitet
 - Bygg skal styrke stadt, miljø og energi
 - Forankring av regelverk og byggesjanser
 - Eit fannakapittel for byggeskikken
- Kap 4
Berekraftige kvaliteter – det gode miljøet – 16 indikatorer i byggetilstand
- Kap 5
Berekraftige kvaliteter – det gode miljøet – energi
- Kap 7
Det aller beste som kan byggje med tre

Egenskaper

Tre som byggemateriale

- Miljøvennlig
- Klimanøytral – Binder Co2
- Visuell opplevelse
- Kortere byggetid → lavere kostnad

– Vitenskapelig studie

Mulighetsstudie

Vurdere aktuelle bygg i tre.

Mulighetsstudie gjennomføres høsten 2012:

- Trædrivaren i Møre og Romdal
- Bye
- Silvinova AS

Muligheter:

- bærekraftig
- LCC-kostnader
- miljøgevinster
- enkel drift

Vedtatt bygging.

- Fylkestingsvedtak

RVGS bygges med:

- massive
- passivhusnivå
- "low-tech" ventilasjonsløsninger.

Styringsmål

- Resultatmål
- Effektmål
- Samfunns mål

Hovedmålsettinger

- Industrialisert byggeri - effektiv montasje
- 50 % reduserende klimagassutslipp for bæresystem
- Massivtre som hovedmateriale
- Utnytte samspill mellom massivtre (termisk/hygroskopiske egenskaper) og energikonsept.
- Lowtech ventilasjon – 20 % redusert investeringer og driftskostnader
- Energi merke A. Maksimalt levert energiforbruk 70kWh/m²/år
- Spesiell krav vedr. renhold

Energibudsjett – samlet reelt

Post	Investering og driftskostnader	Prosjekt
1. Beredningsnett	5	0 eldette + 0 VPM + brenner
2. Utdragingsvarme	8	0 eldette + brenner
3. Varmtvann	4	0 eldette + 0 VPM + brenner
4. Varmepumper	8	0
5. Isberging	15	0
6. Tiltak utvann, ventilasjon, dalsvann, persisjonsvann	28	0
7. Solseneri	7	0
8. Damp termisk, persisjonsvann, absorberer vann	13	0
9. I tillegg	9	Brenner der det ikke er tilknyttet med utslipp på anlegget
Sum	90	

Varmeanlegg

- Varme fra energisentral. Vannbåren varme produsert fra energibrenner boret i fjell.
- 32 brenner – 250m dyp.
- Varmepumper i serie.
- El kjøle for spissing.

Prosjektering - utsparinger

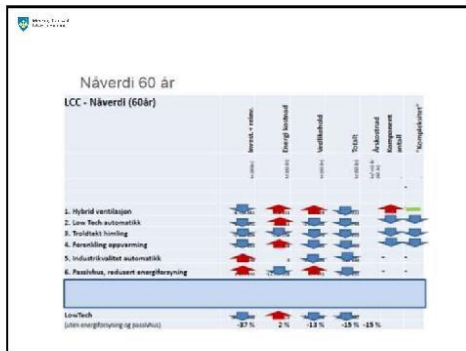
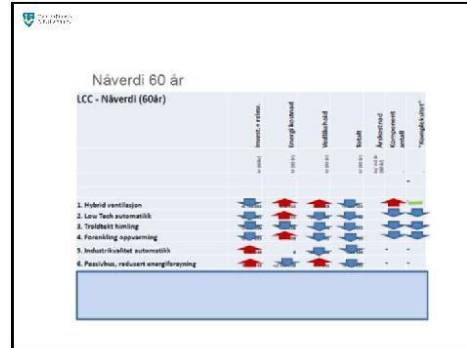
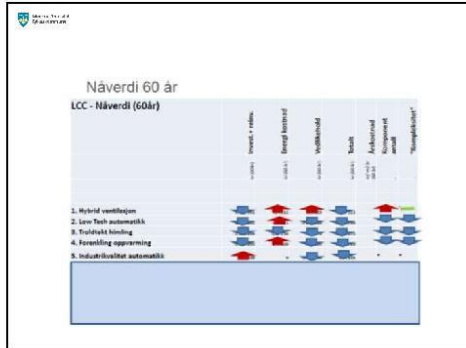
- Utsparinger over 935 mm gjenes på fabrikk
- Tekniske lag må være ferdig tidligere enn tradisjonelt med prosjekteringen



«LowTech» ventilasjon –teknisk

Strategien skal gi tilfredstillende inneluft og fornøydde brukere med lavest mulig bruk av energi, med lavest mulig investerings- og driftskostnad.

- Utnytter samspillet mellom bygningens konstruksjons hybrid ventilasjon
- Optimalisere kombinasjon av balansert mekanisk løseringer og naturlig ventilasjon
- Størst mulig grad av desentraliserte ventilasjonsaggregater, korte føringsveger
- Enkelt mulige styringssystemer og strategier
- 20% lavere drifts- og investeringskostnad sammenlignet med konvensjonelle ventilasjonsløsninger



Produksjonkapasitet .

- Interesse
- Miljøaspektet
- Håp - Storskala-produksjon

RVGS:

Østerrike
Woodcon AS.
Stora Enso

WOODCON AS
Bærekraftig Informasjon
Milde – CLT prosjekt Romsdal VGS

CLT (Cross Laminated Timber) blir produsert av Stora Enso i Østerrike

11 070	11 070 trosser ble brukt til å bygge CLT prosjektet Romsdal VGS • 60% av trossene ble brukt til byggestruktur • 40% av trossene ble brukt til fage, papp, emballasje og energi • Det er null-svinn av trossene
3,6	Det tar 3,6 timer for denne mengden tross å vokse i den aktuelle skogen på en sommerdag
9 170	9 170 tonn er mengden karbonkildet som ble fjernet fra atmosfæren da dette ble bygget i CLT
434	Når det kommer til å realisere disse CLT prosjektene, så kan materialene benyttes til å lage energi. Alle bygg kan varmes opp av de med denne mengden CLT
972 703	Totalt 972 703 kg med fossil fyngestoff spares når resten etter bygging og behov byggestruktur ble brukt som energi



Status

- Framfrift
- Ferdigstilling
 - 1. Massivtre som byggemateriale
 - 2. Totalentreprenør.
- Økonomi

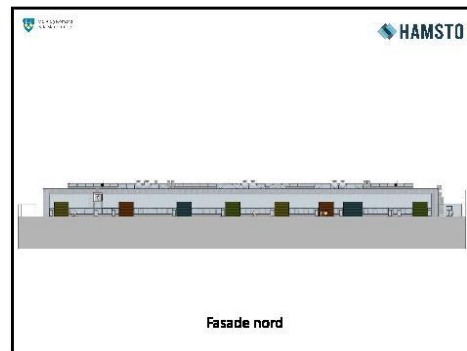
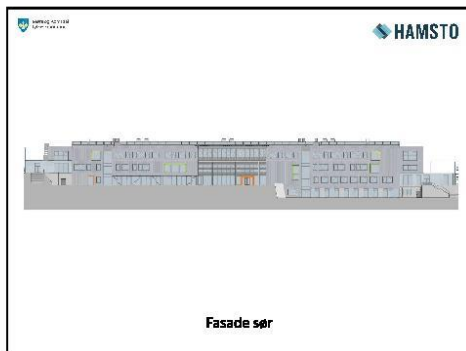
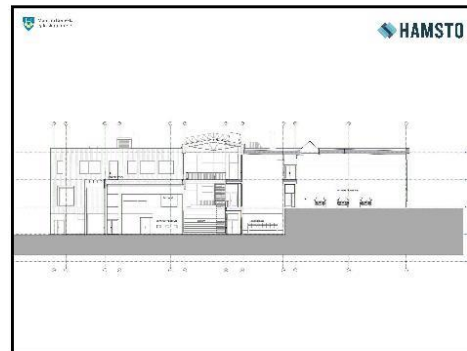
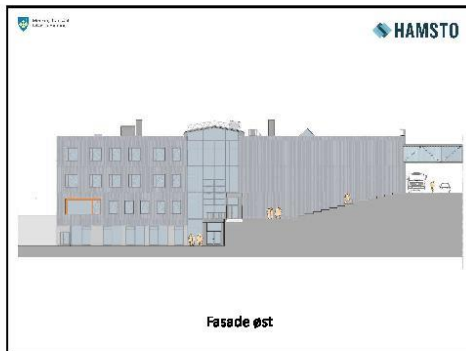
HMS

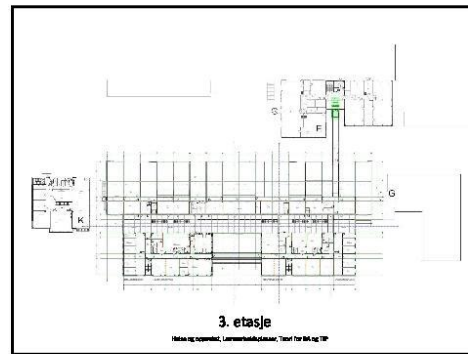
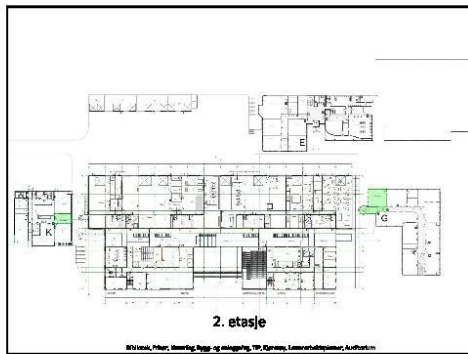
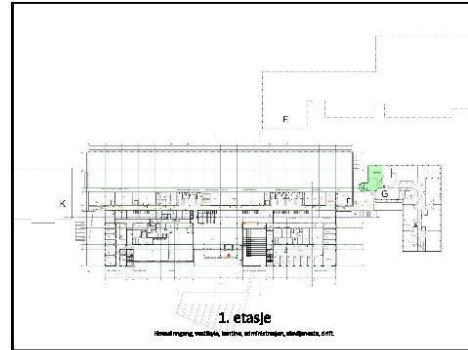
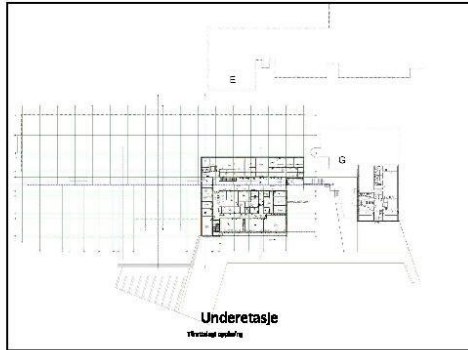
Timeverk pr. 01.02.17: 110.000

Antall skader med fravær: 1
Fall fra gardintrepp med brudd i arm

RUH antall. pr. 01.12.16: 111







Vedlegg 1.8- SIMIEN Hatlane omsorgssenter

GRUNNLAG FOR SØKNAD
OM STØTTE - ENOVA.



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 13:36 13/1-2011
Programversjon: 5.003
Brukernavn: Håvard Flisnes
Firma: Riksheim Consulting AS
Inndatafil: T:\...Hatlane omsorgssenter vurdering passivhus Ålesundsklima.smi
Prosjekt: Hatlane omsorgssenter passivhus
Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen		Beskrivelse
Evaluering mot passivhusstandarden		
Varmetapsramme		Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiramme		Bygningen tilfredstiller krav til energibruk
Minstekrav		Bygningen tilfredstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i prosjektrapport 42 (tabell B.4)	
Samlet evaluering		Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett		Verdi
Beskrivelse		
Varmetapstall yttervegger		0,07
Varmetapstall tak		0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri		0,03
Varmetapstall glass/vinduer/dører		0,12
Varmetapstall kuldebroer		0,03
Varmetapstall infiltrasjon		0,04
Varmetapstall ventilasjon		0,32
Totalt varmetapstall		0,65
Krav varmetapstall		0,65

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	4,7 kWh/m ²	15,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	1,9 kWh/m ²	10,0 kWh/m ²
CO ₂ -utslipp	38 kg/m ²	45 kg/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 13:36 13/1-2011
Programversjon: 5.003
Brukernavn: Håvard Flisnes
Firma: Riksheim Consulting AS
Inndatafil: T:\...\Hatlane omsorgssenter vurdering passivhus Ålesundsklima.smi
Prosjekt: Hatlane omsorgssenter passivhus
Sone: Alle soner

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,15	0,15
U-verdi tak [W/m ² K]	0,12	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,09	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	82	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ² /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

Energibudsjett			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	7359 kWh	1,3 kWh/m ²	
1b Ventilasjonvarme (varmebatterier)	19531 kWh	3,4 kWh/m ²	
2 Varmtvann (tappevann)	171909 kWh	29,8 kWh/m ²	
3a Vifter	109750 kWh	19,0 kWh/m ²	
3b Pumper	5643 kWh	1,0 kWh/m ²	
4 Belysning	168538 kWh	29,2 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	134785 kWh	23,4 kWh/m ²	
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
6b Ventilasjonkjøling (kjølebatterier)	11216 kWh	1,9 kWh/m ²	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	628730 kWh	108,9 kWh/m ²	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 13:36 13/1-2011
Programversjon: 5.003
Brukernavn: Håvard Flisnes
Firma: Riksheim Consulting AS
Inndatafil: T:\...\Hatlane omsorgssenter vurdering passivhus Ålesundsklima.smi
Prosjekt: Hatlane omsorgssenter passivhus
Sone: Alle soner

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	470534 kWh	81,5 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	77580 kWh	13,4 kWh/m ²
1c El. solenergi	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen ()	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	548115 kWh	95,0 kWh/m ²

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot passivhusstandard	Beskrivelse
Beregning	Utført etter Prosjektrapport 42 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/data simulering: 13:36 13/1-2011
Programversjon: 5.003
Brukernavn: Håvard Flisnes
Firma: Riksheim Consulting AS
Inndatafil: T:\...\Hatlane omsorgssenter vurdering passivhus Ålesundsklima.smi
Prosjekt: Hatlane omsorgssenter passivhus
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	2799	
Areal tak [m ²]:	1845	
Areal gulv [m ²]:	1845	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	841	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	5771	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	16427	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,15	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,12	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	14,6	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	71	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	82	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	81,8	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	7,3	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,6	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,59	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	28	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	26	
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)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 13:36 13/1-2011
Programversjon: 5.003
Brukernavn: Håvard Flisnes
Firma: Riksheim Consulting AS
Inndatafil: T:\...\Hatlane omsorgssenter vurdering passivhus Ålesundsklima.smi
Prosjekt: Hatlane omsorgssenter passivhus
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	16,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	5,0	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	5,0	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	4,0	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	4,0	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,4	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,0	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	3,0	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,36	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Sykehjem
Simuleringsansvarlig	Håvard Flisnes
Kommentar	

Vedlegg 1.9- SIMIEN Hatlane skoledei



Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoledel_Passivhusevaluering 0,7
Tid/dato simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoledei
Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot passivhusstandarden	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 prosjektrapport 42 (tabell 2)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,03
Varmetapstall tak	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,05
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,12
Varmetapstall kuldebroer	0,02
Varmetapstall infiltrasjon	0,04
Varmetapstall ventilasjon	0,17
Totalt varmetapstall	0,48
Krav varmetapstall	0,50

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	6,1 kWh/m ²	15,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
CO2-utslipp	17 kg/m ²	20 kg/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoledele_Passivhusevaluering 0,7
Tid/dato simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoledele
Sone: Alle soner

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegg [W/m ² K]	0,12	0,15
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,08	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,71	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,02	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	88	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetali (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	13064 kWh	1,9 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	27692 kWh	4,1 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	67677 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	84225 kWh	12,5 kWh/m ²
3b Pumper	1146 kWh	0,2 kWh/m ²
4 Belysning	89064 kWh	13,3 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	59384 kWh	8,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	342252 kWh	51,0 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoledel_Passivhusevaluering 0,7
Tid/dato simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatefil: P:\...110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoledel
Sone: Alle soner

Leverert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Leverert energi	Spesifikk leverert energi
1a Direkte el.	246141 kWh	36,6 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	43959 kWh	6,5 kWh/m ²
1c El. solenergi	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen ()	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt leverert energi, sum 1-6	290100 kWh	43,2 kWh/m²

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot passivhusstandarden	Beskrivelse
Beregning	Utført etter Prosjektrapport 42 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	Energibrønner skal brukes til k�ling, systemet frikobles fra varmpumpen slik at det kun er sirkulasjonspumper som driver kretsen.
Soneinndeling	
Arealvurdering	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoleled_Passivhusevaluering 0,7
Tid/data simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoleled
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	1940	ARK, Tegn3 AS
Areal tak [m ²]:	4267	ARK, Tegn3 AS
Areal gulv [m ²]:	4194	ARK, Tegn3 AS
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	1109	ARK, Tegn3 AS, IFC-modell 19.08.11 med endring av overlys etter dagslysberegning og økt brystningshøyde. Sjekk av vinduer mot fasadetegninger datert 07.09.11
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	6717	ARK, Tegn3 AS
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	20983	ARK, Tegn3 AS
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	RIB, Reinertsen AS, Bindingsverk 36", 350 mm isolasjon
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	RIB, Reinertsen AS, 200/265 Hulldekker m/500 mm isolasjon 0,037
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	RIB, Reinertsen AS, Betongdekke 120 mm, 250 mm isolasjon under
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,71	RIEnergi/ARK, Reinertsen AS, 3-lags glass, 2 energispareglass, argon, isolert trekarm m/varmekant
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	16,5	ARK
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02	Sintef 09.05.11 Kuldebroberegning Nørvasund skole
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	75	NS3031, tabell B.4
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	Passivhuskrav, må dokumenteres med trykkprøve ved ferdigstilt bygg.
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	88	RIV, Systemair 2011_08_24_norvasund.



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoledel_Passivhusevaluering 0,7
Tid/dato simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinhertsen
Inndatafil: P:\110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoledel
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	88,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	Passivhuskrav, RIV luftmengder.xlsx 05.09.2011
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	12,1	Luftmengdetabell datert 05.09.11 RIV m/ 80 % samtidighet.
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,0	NS3700/prosjektrapp. 42 Sintef minste tillatte verdi 1,0
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,93	Varmepumpe 90 %, topplast m/ elkjei 10 %, distribusjonsystem m/radiatorer
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	19	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,8	NS303 1, tabell A.3 for skolebygg
Systemeffektfaktor kjøling:	2,45	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]:	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	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)	10,0	NS3031



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_Norvasund_skoledel_Passivhusevaluering 0,7
Tid/dato simulering: 14:24 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Norvasund_Skolebygg U 0,7.smi
Prosjekt: Nørvasund - Skoledel
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	10,0	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Driftstid belysning (timer)	10,0	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Driftstid utstyr (timer)	10,0	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Oppholdstid personer (timer)	10,0	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	10,00	RIE 10 W/m2 (Sintef byggforsk, prosjektrapport 42, tab. 3 "skolebygg" 6,0 W/m2).
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	10,00	RIE 10 W/m2 (Sintef byggforsk, prosjektrapport 42, tab. 3 "skolebygg" 6,0 W/m2).
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	6,00	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	6,00	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	1,90	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	12,00	NS3031, tillegg A, bygn.kategori "skolebygg"
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,19	Glasstype+utv. screen 4 % soltransmisjon øst-, vest- og sørfasader, automatisk styrt. NS3031, tab. B.4 og tab. E.2.
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	0,83	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Skolebygg
Simuleringsansvarlig	HE/BG
Kommentar	Automatisk screen på sør-, øst- og vestfasader. Fast m/3 lags glass hvorav 2

Vedlegg 1.10- SIMIEN Hatlane flerbrukshall



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderober_Passivhusevaluering
 Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
 Programversjon: 5.007
 Brukernavn: Trond Pedersen
 Firma: Reinertsen
 Inndatafil: P:\...110928_BG_Flerbrukshall og garderober.smi
 Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshall del
 Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot passivhusstandarden	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 prosjektrapport 42 (tabell 2)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,09
Varmetapstall tak	0,08
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,07
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,03
Varmetapstall kuldebroer	0,02
Varmetapstall infiltrasjon	0,08
Varmetapstall ventilasjon	0,14
Totalt varmetapstall	0,50
Krav varmetapstall	0,70

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	7,1 kWh/m ²	25,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	1,0 kWh/m ²	10,0 kWh/m ²
CO2-utslipp	22 kg/m ²	30 kg/m ²

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderober_Passivhusevaluering
 Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
 Programversjon: 5.007
 Brukernavn: Trond Pedersen
 Firma: Reinertsen
 Inndatafil: P:\110928_BG_Flerbrukshall og garderober.smi
 Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshall del
 Sone: Alle soner

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,13	0,15
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,07	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,75	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,02	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	89	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	3676 kWh	2,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8867 kWh	5,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	88662 kWh	50,4 kWh/m ²
3a Vifter	11715 kWh	6,7 kWh/m ²
3b Pumper	1182 kWh	0,7 kWh/m ²
4 Belysning	28005 kWh	15,9 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	4668 kWh	2,7 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	1768 kWh	1,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	148544 kWh	84,4 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderober_Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Flerbrukshall og garderober.smi
Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshalldel
Sone: Alle soner

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	57523 kWh	32,7 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	41402 kWh	23,5 kWh/m ²
1c El. solenergi	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen ()	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	98925 kWh	56,2 kWh/m²

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot passivhusstandarden	Beskrivelse
Beregning	Utført etter Prosjektrapport 42 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderober_Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...110928_BG_Flerbrukshall og garderober.smi
Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshalldel
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	1235	ARK, Tegn3 AS
Areal tak [m ²]:	1760	ARK, Tegn3 AS
Areal gulv [m ²]:	1760	ARK, Tegn3 AS
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	61	ARK, Tegn3 AS
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	1760	ARK, Tegn3 AS
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	9547	ARK, Tegn3 AS
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,13	RIB, Reinertsen AS, Bindingsverk 36",350 mm isolasjon
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	RIB, Reinertsen AS, 200/265 hulldekker m/500 mm isolasjon 0,037
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,07	RIB, Reinertsen AS, Betongdekke 120 mm, 250 mm isolasjon under.
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,75	RIEnergi/ARK, Reinertsen AS/Tegn3 AS, 3-lags glass hvorav 2 energispareglass, argon, isolert trekarm m/varmekant
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	3,5	ARK, Tegn3 AS
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02	Sintef 09.05.11 Kuldebroberegning Nørvasund skole
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	170	Tall fra NS3031, tabell B.4.
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	Kriterier for passivhus, Yrkesbygg, Sintef Byggforsk Prosjektrapport 42. Må dokumenteres med trykkprøve ved ferdigstilt bygg.
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	RIV, Systemair-fil, 2011_08_24_Norvasund-.pdf



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderobes_Passivhusevaluering
 Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
 Programversjon: 5.007
 Brukernavn: Trond Pedersen
 Firma: Reinertsen
 Inndatafil: P:\110928_BG_Flerbrukshall og garderobes.smi
 Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshalldel
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ² /s]:	1,50	RIV, Systemair-fil, 2011_08_24_Norvasund-.pdf
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	20,0	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,0	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,92	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	25	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	18,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	20	
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)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	8,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	8,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	9,50	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,08	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: 110928_BG_Flerbrukshall og garderober_Passivhusevaluering
Tid/dato simulering: 14:26 28/9-2011
Programversjon: 5.007
Brukernavn: Trond Pedersen
Firma: Reinertsen
Inndatafil: P:\...\110928_BG_Flerbrukshall og garderober.smi
Prosjekt: Nørvasund - Flerbrukshalldel
Sone: Alle soner

Beskrivelse	Inndata bygning	Verdi
Bygningskategori		Idrettsbygg
Simuleringsansvarlig		HE/BG
Kommentar		u-verdi vinduer satt til 0,7 og dører u/glass til 1,2.

Vedlegg 2- Økonomi beregning

Vedlegg 2.1- 2.5% kalkulasjonsrente

	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9
Hørløns omslagrenter										
Investeringsmekostnad	-kr 3 300 000									
Energiløfter TEK07		kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00	kr 1 067 450,00
Kalkulasjonsrente	2,50%									
Nbverdi	kr 1 041 415	kr 1 016 014	kr 991 233	kr 967 057	kr 943 470	kr 920 459	kr 898 009	kr 876 106	kr 854 737	
Sum nbverdi	kr 8 508 500									
Investeringsmekostnad	A-0 -kr 3 300 000	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9
Energiløfter passivhus		kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00	kr 633 050,00
Kalkulasjonsrente	2,50%									
Nbverdi	kr 617 610	kr 602 546	kr 587 850	kr 573 512	kr 559 524	kr 545 877	kr 532 563	kr 519 574	kr 506 901	
Sum nbverdi	kr 5 045 956									
Beløp sport på energi		kr 3 462 544								

	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
Hørløns skole og idretshall											
Investeringsmekostnad	-kr 5 500 000										
Energiløfter TEK10		kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00	kr 1 236 820,00
Kalkulasjonsrente	2,50%										
Nbverdi	kr 1 206 654	kr 1 177 223	kr 1 148 510	kr 1 120 498	kr 1 093 169	kr 1 066 506	kr 1 040 494	kr 1 015 116	kr 990 357	kr 966 202	
Sum nbverdi	kr 10 824 728										
Investeringsmekostnad	A-0 -kr 5 500 000	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
Energiløfter passivhus		kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00	kr 607 640,00
Kalkulasjonsrente	2,50%										
Nbverdi	kr 592 820	kr 578 360	kr 564 254	kr 550 492	kr 537 065	kr 523 966	kr 511 186	kr 498 718	kr 486 555	kr 474 687	
Sum nbverdi	kr 5 318 104										
Beløp sport på energi		kr 5 506 628									

Vedlegg 2.2- 5% kalkulasjonsrente

	Ar 0	Ar 1	Ar 2	Ar 3	Ar 4	Ar 5	Ar 6	Ar 7	Ar 8	Ar 9	Ar 10
Høllane omsorgsenter											
Investeringskostnad	Kr 3 300 000										
Energiløfter TEK10	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00	Kr 1 067 450,00
Kalkulasjonsrente	5,00 %										
Nåverdi	Kr 1 016 619	Kr 968 209	Kr 922 103	Kr 878 194	Kr 836 375	Kr 796 548	Kr 758 617	Kr 722 492	Kr 688 088	Kr 655 322	
Sum nåverdi	Kr 8 242 566										
Investeringskostnad	Ar 0	Ar 1	Ar 2	Ar 3	Ar 4	Ar 5	Ar 6	Ar 7	Ar 8	Ar 9	Ar 10
	Kr 3 300 000										
Energiløfter passivhus	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00	Kr 633 050,00
Kalkulasjonsrente	5,00 %										
Nåverdi	Kr 602 905	Kr 574 195	Kr 546 852	Kr 520 812	Kr 496 011	Kr 472 392	Kr 449 897	Kr 428 473	Kr 408 070	Kr 388 638	
Sum nåverdi	Kr 4 888 244										
Beløp gjort på energi	Kr 3 384 332										

	Ar 0	Ar 1	Ar 2	Ar 3	Ar 4	Ar 5	Ar 6	Ar 7	Ar 8	Ar 9	Ar 10	Ar 11	Ar 12
Høllane skole og idretshall													
Investeringskostnad	Kr 5 500 000												
Energiløfter TEK10	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00	Kr 1 236 820,00
Kalkulasjonsrente	5,00 %												
Nåverdi	Kr 1 177 924	Kr 1 121 832	Kr 1 068 412	Kr 1 017 535	Kr 969 081	Kr 922 934	Kr 878 985	Kr 837 128	Kr 797 265	Kr 759 300	Kr 723 143	Kr 688 708	
Sum nåverdi	Kr 10 962 247												
Investeringskostnad	Ar 0	Ar 1	Ar 2	Ar 3	Ar 4	Ar 5	Ar 6	Ar 7	Ar 8	Ar 9	Ar 10	Ar 11	Ar 12
	Kr 5 500 000												
Energiløfter passivhus	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00	Kr 607 640,00
Kalkulasjonsrente	5,00 %												
Nåverdi	Kr 578 705	Kr 551 147	Kr 524 902	Kr 499 907	Kr 476 102	Kr 453 480	Kr 431 888	Kr 411 275	Kr 391 690	Kr 373 038	Kr 355 275	Kr 338 957	
Sum nåverdi	Kr 5 385 666												
Beløp gjort på energi	Kr 5 376 581												

Vedlegg 2.3- 2.5% kalkulasjonsrente uten støtte fra Enova

	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
Kalkulasjonsrente																
Investeringsteknisk	-5300000															
Energiløfter TEK10	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450	1067450
Kalkulasjonsrente	2,50%															
Nbverd	1041415	1018014	991233	967057	943470	920459	898009	876106	854727	833890	813651	793709	774360	75463	737037	
Sum nbverd	13216620															
Investeringsteknisk	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
Energiløfter passivhus	-5300000	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050	633050
Kalkulasjonsrente	2,50%															
Nbverd	Kr 617 610	Kr 602 546	Kr 587 930	Kr 573 512	Kr 559 524	Kr 546 877	Kr 534 569	Kr 522 581	Kr 510 914	Kr 500 501	Kr 490 338	Kr 480 476	Kr 470 708	Kr 461 227	Kr 448 027	Kr 437 099
Sum nbverd	7838031															
Balans sport på energi	Nr	5 378 470														

	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
Høytone skole og færbuholte h-0															
Investeringsteknisk	-7900000														
Energiløfter TEK10	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820	1236820
Kalkulasjonsrente	2,50%														
Nbverd	1206654	1172723	1148510	1124088	1099169	1065506	1040994	1015116	990357	965202	942836	919645	897214	875331	853882
Sum nbverd	16146688														
Investeringsteknisk	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10				
Energiløfter passivhus	-7900000	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640	607640
Kalkulasjonsrente	2,50%														
Nbverd	592320	578360	564254	550002	537066	523966	511186	498718	485555	474687	463110	451814	440794	430043	419554
Sum nbverd	7937742														
Balans sport på energi	Nr	8 213 947													

Vedlegg 3- Spørreundersøkelse

Vedlegg 3.1- Spørreundersøkelse Hatlane skole og flerbrukshall

Spørreundersøkelse om inneklima/innemiljø, Hatlane skole

1. Kjønn
 Mann Kvinne
2. Alder
 Under 20 år 20-40 år 41-65 år Over 65 år
3. Hvor lenge har du jobbet i dette bygget?
 Mindre enn 3 måneder 3-6 måneder 6-12 måneder
 1-2 år 2-3 år Mer enn 3 år

4. Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold? (Ett kryss per rad)

	Svært misfornøyd	Misfornøyd	Noe misfornøyd	Ganske fornøyd	Fornøyd	Svært fornøyd
Lydisolering mot uteområder						
Dagslys						
Utsyn via vinduer						
Luftkvalitet med tanke på lukt, støv, pollen etc						
Temperaturforhold						

5. I hvor stor grad er du fornøyd med inneklimaet? (temperatur, luftfuktighet, trekk, lukter, partikler i luften, belysning, lyd) (Ett kryss)
 Svært misfornøyd Fornøyd
 Misfornøyd Ganske fornøyd
 Noe misfornøyd Svært fornøyd
6. Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimaet? (Ett kryss)
 Meget bra for helsen Dårlig for helsen
 Bra for helsen Meget dårlig for helsen
 Ingen påvirkning
7. Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken? (Flere kryss mulig)
 Luften føles innestengt Luften føles støvholdig
 Irriterende lukter Tobakksrøyk eller annen lukt
 Små muligheter for å påvirke ventilasjonen Matos
8. Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs om: (Ett kryss per kolonne)
Vinteren:
 Alt for lav luftfuktighet
 Noe for lav luftfuktighet
 Akkurat passe
 Noe for høy luftfuktighet
 Alt for høy luftfuktighet
Sommeren:
 Alt for lav luftfuktighet
 Noe for lav luftfuktighet
 Akkurat passe
 Noe for høy luftfuktighet
 Alt for høy luftfuktighet

SNU



9. Hvordan opplever du romtemperaturerne om vinteren? (Ett kryss per rad)

	Svært varmt	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Klasserom							
Idrettshall							
Felles oppholdsrom							

10. Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?

	Nei, aldri	Ja, iblant	Ja, ofte
Varierende romtemperatur			
Kaldt gulv			
Trekk fra vinduer			
Trekk fra ventilasjonsanlegget			

11. Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?

	Svært varmt	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Klasserom							
Idrettshall							
Felles oppholdsrom							

12. Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?

	Nei, aldri	Ja, iblant	Ja, ofte
Varierende romtemperatur			
Kaldt gulv			
Trekk fra vinduer			
Trekk fra ventilasjonsanlegget			

13. Hvordan fungerer solavskjermingen? (Ett kryss)

- Svært misfornøyd Ganske fornøyd
 Misfornøyd Fornøyd
 Noe misfornøyd Svært fornøyd

14. Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok friskluft? (Ett kryss)

- Svært lavt Noe høyt
 Noe lavt Svært høyt
 Normalt

15. Generelle kommentarer om hva som er bra eller dårlig:

Vedlegg 3.2- Følgeskriv Hatlane omsorgssenter

Informasjon om spørreundersøkelse ved Hatlane omsorgssenter

Hei!

Vi er en gruppe studenter ved NTNU Ålesund som skriver bacheloroppgave med temaet passivhus. Oppgaven skrives for ÅKE (Ålesund kommunale eiendom).

Vi ønsker med denne spørreundersøkelsen å få informasjon om deres erfaringer og opplevelser av innemiljøet/inneklimate som brukere av bygget. Grunnen til at vi vil gjennomføre undersøkelsen er at vi ønsker å se om brukernes erfaringer/opplevelser stemmer overens med det som blir satt til krav til godt nok inneklimate etter passivhusstandard.

Selve spørreundersøkelsen vil ta omtrent fem minutter å gjennomføre. Spørreundersøkelsen er anonym og resultatet skal brukes i vår bacheloroppgave.

Mvh

Espen Abbedissen, Hallvard Bergmann, Håkon Fossli og Petter Fossum.
Byggingeniørstudenter ved NTNU Ålesund

Om det skulle være spørsmål: Ta kontakt på tlf 911 57 203 eller 994 01 626

Vedlegg 3.3- Spørreundersøkelse Omsorgssenter

Spørreundersøkelse om inneklima/innemiljø, Hatlane omsorgssenter

- Kjønn
 Mann Kvinne
- Alder
 Under 20 år 20-40 år 41-65 år Over 65 år
- Hvor lenge har du jobbet i dette bygget?
 Mindre enn 3 måneder 3-6 måneder 6-12 måneder
 1-2 år 2-3 år Mer enn 3 år

4. Hvor fornøyd eller misfornøyd er du med følgende forhold? (Ett kryss per rad)

	Svært misfornøyd	Misfornøyd	Noe misfornøyd	Ganske fornøyd	Fornøyd	Svært fornøyd
Lydisolering mot uteområder						
Dagslys						
Utsyn via vinduer						
Luftkvalitet med tanke på lukt, støv, pollen etc						
Temperaturforhold						

5. I hvor stor grad er du fornøyd med inneklimaet? (temperatur, luftfuktighet, trekk, lukter, partikler i luften, belysning, lyd) (Ett kryss)

- Svært misfornøyd Fornøyd
 Misfornøyd Ganske fornøyd
 Noe misfornøyd Svært fornøyd

6. Hvordan opplever du at din helse påvirkes av inneklimaet? (Ett kryss)

- Meget bra for helsen Dårlig for helsen
 Bra for helsen Meget dårlig for helsen
 Ingen påvirkning

7. Dersom misnøye med luftkvaliteten innendørs, hva er årsaken? (Flere kryss mulig)

- Luften føles innestengt Luften føles støvholdig
 Irriterende lukter Tobakksrøyk eller annen lukt
 Små muligheter for å påvirke ventilasjonen Matos

8. Hvordan opplever du luftfuktigheten innendørs om: (Ett kryss per kolonne)

- | | |
|--|--|
| Vinteren: | Sommeren: |
| <input type="checkbox"/> Alt for lav luftfuktighet | <input type="checkbox"/> Alt for lav luftfuktighet |
| <input type="checkbox"/> Noe for lav luftfuktighet | <input type="checkbox"/> Noe for lav luftfuktighet |
| <input type="checkbox"/> Akkurat passe | <input type="checkbox"/> Akkurat passe |
| <input type="checkbox"/> Noe for høy luftfuktighet | <input type="checkbox"/> Noe for høy luftfuktighet |
| <input type="checkbox"/> Alt for høy luftfuktighet | <input type="checkbox"/> Alt for høy luftfuktighet |

SNU



9. Hvordan opplever du romtemperaturerne om vinteren? (Ett kryss per rad)

	Svært varmt	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Pauserom							
Beboerrom							
Felles oppholdsrom							

10. Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om vinteren?

	Nei, aldri	Ja, iblant	Ja, ofte
Varierende romtemperatur			
Kaldt gulv			
Trekk fra vinduer			
Trekk fra ventilasjonsanlegget			

11. Hvordan opplever du romtemperaturen om sommeren?

	Svært varmt	Varmt	Noe varmt	Akkurat passe	Noe kjølig	Kjølig	Kaldt
Pauserom							
Beboerrom							
Felles oppholdsrom							

12. Har du opplevd følgende ubehag/plager når det gjelder romtemperatur om sommeren?

	Nei, aldri	Ja, iblant	Ja, ofte
Varierende romtemperatur			
Kaldt gulv			
Trekk fra vinduer			
Trekk fra ventilasjonsanlegget			

13. Hvordan fungerer solavskjermingen? (Ett kryss)

- Svært misfornøyd Ganske fornøyd
 Misfornøyd Fornøyd
 Noe misfornøyd Svært fornøyd

14. Hvordan opplever du behovet for å lufte med åpne vindu for å få nok friskluft? (Ett kryss)

- Svært lavt Noe høyt
 Noe lavt Svært høyt
 Normalt

15. Generelle kommentarer om hva som er bra eller dårlig:

Vedlegg 4- Befaringer

Vedlegg 4.1 Befaring Hatlane skole og omsorgssenter

Rapport fra befaring 15.02.17

Deltakere: Frank Sjøholt, Håkon, Petter, Espen, Hallvard.

Møtested: Hatlane omsorgssenter

Tidspunkt: 15.02.17 kl. 12.30-14.30

Hensikt: Gjennomgang av de to byggene vi skriver om i bacheloroppgaven. Få se hvordan byggene driftes og høre om erfaringer/utfordringer med driften av byggene.

Hatlane omsorgssenter

- Varmekabler i bakken der det er parkering for HV, varelevering og ambulanse.
- Lik arealplanlegging i etasjene for enkel signalisering og fremkommelighet.
- Vannbåren varme i gulv i hele huset.
- Hoyst/em-system leverer SD-systemet
- Varmesentral, ventilasjon plassert i kjeller
- Sikringsskap i hver etasje
- Ikke ledd belysning. Bygget ble prosjektert for tidlig til å få det inn
- Lysregulering ute og inne for å spare energi
- Eget avsug der de syke er, men henter luft fra det samme stede som rommene rundt
- Innsug/utblåsning rengjøres hver andre uke
- Nattsinking av lys i ganger
- Spesialrom (likrom) som krever temp utenom det vanlige
- To ventilasjonsanlegg hvor de tar halve bygget hver
- Skittentøy, husholdningsavfall har kjøling
- Kjølesystem i tekniske rom
- Teknisk arbeider tidlig inn i prosjekteringsfasen for å få gode løsninger på installasjoner og god oversikt.
- Eget system for vannet som går på varmekabler ute og inne.
- Roterende varmegjenvinner
- Varmegjenvinner ca 600 PPM, 1000 er grensen
- Værstasjon styrer solavskjerming og varme i bakken, samt utelys
- Resultat av energibruk blir sendt til Enova en gang i året.
- VAV-styrt, men i soner. Eksempelvis møterom er egen sone

Hatlane skole og idrettshall

- Hele bygget blir oppvarmet i hovedsak ved luft
- Dusj har varme i gulv
- Eget batteri til nøddlys og låssystemer
- 400w på bygget
- Sikringsskap plassert i soner
- Varme hentet fra brønner. De varmes opp når bygget kjøles ned
- Burde vært en sensor i hver brønn for bedre oversikt over bruk
- VAV-styrt

- Komplekst å drive bygg oppvarmet av luft. Eks nedkjøling av rom med stor folkemengde (forelesningssal). Kan ikke få inne så lav temperatur som ønsket fordi det hentes temperatur fra rommene rundt så det tar lenger tid å få temperaturen ned i slike rom
- Ikke ledd lys
- Spesialrom med spesielle behov. Keramikk, sanserom ect.
- Lysnedslipp for å tilfredsstille kravene om naturlig lys. Funker veldig bra. Lysene inne dimmes ned om lyset ute er lyst nok
- Gymsal har varme i tak, men er ikke i bruk. 16-17 grader i gymsal er normalt så er ikke behov for mer varme
- Rull som solavskjerming. Problemer med at de klister seg fast og henger seg opp
- Taket har myk isolasjon som fører til at festene går opp når noen trykker ned på taket. Gir vannlekkasjer.
- Ønskelig med fjernvarme for alle bygg (skolen, tennishall og omsorgssenter)
-



Vedlegg 4.2 Befaring nye Romsdal videregående skole

Rapport fra befaring 05.04.17

Deltakere: Jostein Wengstad, Max Ingar Mørk, Petter, Espen, Hallvard.

Møtested: Romsdal videregående skole

Tidspunkt: 05.04.17 kl. 09.15-11.00

Hensikt: Gjennomgang av nye Romsdal videregående skole. Se hvordan et bygg i massivtre med passivhusnivå monteres/bygges. Få høre om hvordan bygget skal driftes når det er ferdig.

Nye Romsdal videregående skole

- Største oppførte bygg av massivtre i Norge.
- Klimanøytralt byggemateriale
- «Low-tech» ventilasjonsløsning.
- Tilluft føres i hulrom over himling og videre gjennom himlingen som er Troidtekt-plater.
- Roterende varmegjenvinner
- Lysgang i midten av bygget for naturlig lys inn
- Luft og vannbåren varme fra energibrønner
- 32 energibrønner, 250 meter ned
- Hybridventilasjon, kombinasjon av balansert og naturlig
- Desentrale ventilasjonsaggregater
- LED-belysning
- Tilstedese sensor på belysning
- Persienner som solavskjerming
- SD-system fra GK Inneklima AS
- Skal ferdigstilles desember 2017



Vedlegg 5- Møtereferat

Vedlegg 5.1- Møtereferat 11.01.17

møtereferat

Møte med Ålesund Kommunale Eiendom KF		
1.11.2017	14.15-15.45	Ålesund rådhus
Møte innkalt av:	Terje Tvedt	
Møtetype	Oppstartsmøte	
Møteleder	Terje Tvedt/Gunnar Leira	
Protokollfører		
Tidaker		
Deltakere	Max Ingar Mørk, Terje Tvedt, Gunnar Leira, Espen, Petter, Håkon, Hallvard	
Informasjon om bacheloroppgaven		
Diskusjon		
<p>Gjennomgang av mulige problemstillinger Bli kjent med oppdragsgiver Informasjon om mulige kontaktpersoner Fikk vite om aktuelle bygg i Ålesund for oppgaven Kontaktperson Ole Sævik ikke tilstede på dette møtet, erstattet av Gunnar Leira Planla nytt møte med arkitekt Margarida Pais og Ole Sævik senere i uken.</p>		
Konklusjoner		
Gjøremål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Lese oss opp og innhente generell informasjon om passivhus.		

Vedlegg 5.2- Møtereferat 13.01.17

møtereferat

Møte med Ålesund Kommunale Eiendom KF		
1.13.2017	12.30-15.00	Ålesund rådhus
Møte innkalt av:	Gunnar Leira	
Møtetype	Infomøte om passivhus	
Møteleder	Gunnar Leira	
Protokollfører		
Tidtager		
Deltakere	Gunnar Leira, Margarida Pals, Tiago, Espen, Petter, Håkon, Hallvard	
Informasjon om passivhus		
Presentasjon	<p>Sivilarkitekt Margarida Pals presenterte hjelpemiddelsentralen i Langrabben. Bygget skal føres opp etter passivhusstandard. Etter presentasjonen var det mulig å stille spørsmål. Gunnar Leira vil hente inn Frank Sjøholt til neste møte, som er ansvarlig for drift for å få til et møte med han. Gunnar skal også prøve å få klarhet i mer konkret hva ÅKE ønsker at vi skal gjøre.</p>	
Konklusjoner		
Gjøremål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer
Sette oss inn i oppgaven, prøve å definere		

Vedlegg 5.3- Møtereferat 23.01.17

møtereferat

Møte med Ålesund Kommunale Eiendom KF		
1.23.2017	14.00-16.00	Ålesund rådhus
Møte innkalt av:	Gunnar Leira	
Møtetype	Avklaringsmøte vedr bacheloroppgave	
Møteleder	Gunnar Leira	
Protokollfører		
Deltakere	Max Ingar Mørk, Gunnar Leira, Frank Sjøholt, Espen, Petter, Håkon, Halvard	
Informasjon om bacheloroppgaven		
Diskusjon		
<p>Teamleder Frank Sjøholt var innkalt til møtet av Gunnar Leira for å ha en gjennomgang av Hatlane skole og idrettshall og Hatlane omsorgssenter. Disse byggene er to av tre/fire bygg vi vil se på i bacheloroppgaven. Fikk informasjon om de forskjellige byggene, og hvordan de driftes. Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter har begge varmepumpe og EL-kjel og roterende varmegjenvinner, noe som sikrer god effektivitet og at lite ressurser går tapt. Problem med brønnene på Hatlane skole, for få/for grønne og kan ikke styres enkeltvis. Begge byggene har SD-anlegg (sentral data) også kalt toppsystem for styring. Med internett får de som har ansvar tilgang til anleggene som kan styres fra en pc. Frank Sjøholt skal finne ledig tid for å gi oss omvisning på Hatlane skole, Hatlane omsorgssenter og Åse sykehjem som har blitt ombygt og tilbygt og nærmer seg slutføring.</p>		
Konklusjoner		
Gjøre mål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer

Vedlegg 5.4- Møtereferat 26.01.17

møtereferat

Møte med veileder Max Ingar Mørk		
1.26.2017	12.15-12.45	NINU i Ålesund
Møte innkalt av:		
Møtetype	Avklaringsmøte vedr. problemstilling og delmål i bacheloroppg.	
Møteleder		
Protokollfører		
Deltakere	Max Ingar Mørk, Espen, Petter, Hallvard	
Informasjon om bacheloroppgaven		
Diskusjon		
<p>Viste fram forprosjektrapporten til veileder Max Ingar Mørk. Gikk gjennom problemstillingen til bacheloroppgaven. Fikk tilbakemelding på problemstilling og delmål etc. Gikk også gjennom muligheten for å gjennomføre en spørreundersøkelse hos de ansatte som arbeider i passivhusene. Fikk tilbakemelding på at det burde gjennomføres, men at vi på forhånd måtte ta kontakt med skolen og omsorgssenteret for å få tillatelse til å gjennomføre undersøkelsen. Kom også fram til at vi burde sette av mer tid og ressurser for å få mer dybde innenfor temaet passivhus.</p>		
Konklusjoner		
Gjøremål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer

møtereferat

Møte med veileder Max Ingar Mørk		
3.6.2017	12.00-12.45	NINU i Ålesund
Møte innkalt av:		
Møtetype	Fremdrift, spørreundersøkelse	
Møteleder		
Protokollfører		
Deltakere	Max Ingar Mørk, Espen, Petter, Hallvard og Håkon	
Informasjon om bacheloroppgaven		
Diskusjon	<p>Vi hadde en gjennomgang av framdriften i bacheloroppgaven. Gikk gjennom spørreundersøkelsen, kom fram til at vi skal prøve å kutte ned omfanget slik at den går på akkurat to sider. Forholdsvis like spørsmål kan kuttes ut. På Hatlane skole skal vi gå via rektor for å komme i gang med spørreundersøkelsen. Skal ha ca 20 respondenter på hver plass. Helst 10 lærere og 10 assistenter f.eks. På Hatlane omsorgssenter tar vi kontakt for å finne rette vedkommende.</p>	
Konklusjoner		
Gjøre mål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer

Vedlegg 5.6- Møtereferat 02.05.17

møtereferat

Møte med veileder Max Ingar Mørk		
5.2.2017	12.00-12.45	NINU i Ålesund
Møte innkalt av:		
Møtetype	Veiledningsmøte	
Møteleder		
Protokollfører		
Deltakere	Max Ingar Mørk, Espen, Petter, Hallvard	
Informasjon om bacheloroppgaven		
Diskusjon		
<p>Diskuterte resultatdelen av oppgaven. Hvordan vi skal presentere resultatene vi har kommet fram til. Skrive om det vi har, ta forbehold om det vi ikke har. Hvordan er det med de teoretiske beregningene og praksis. Legge til et kapittel om prosessen. Hvordan vi har lagt opp arbeidet, hvordan vi har jobbet i gruppa, problemer vi har møtt på.</p>		
Konklusjoner		
Gjøremål	Ansvarlig person	Tidsfristdatoer

Vedlegg 6- Mail

Vedlegg 6.1- Enova

11.5.2017

Gmail - Re: (Ticket: #4294770)



espen abbedissen <abbedissen123@gmail.com>

Re: (Ticket: #4294770)

svarer@enova.no <svarer@enova.no>
Svar til: svarer@enova.no
Til: abbedissen123@gmail.com

10. mars 2017 kl. 12:43

Hei

Takk for henvendelsen.

Enova har ikke lenger støtteordning for Passivhus og lavenergihus, den ble avsluttet høsten 2013. Det har kommet en ny støtteordning for energieffektive nybygg som har erstattet den gamle ordningen; <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/energieffektive-nybygg/>. Når det gjelder eksisterende bygg kan man fortsatt få støtte til å oppgradering til lagenergieller passivhus. Da er det dette programmet som blir brukt: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/eksisterende-bygg/>. I menyen på venstresiden finner dere en oversikt over støtteprogrammene til Enova som er rettet mot bygg og eiendom på næringsiden.: <https://www.enova.no/bedrift>

Enova er et statsforetak, her finner dere mer informasjon: <https://www.enova.no/om-enova/>

Når det gjelder støtten/tiltakene til Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter kan dere høre om med Einar-Johan Hansen, enar.hansen@enova.no i Enova. Han har hatt oppfølging på passivhusprosjektene etter at programmet ble avsluttet. Informasjon om støttebeløp et offentlig, men jeg er usikker på om opplysninger rundt tiltak er det.

Ha en fin dag.

Mvh
Marta Hetland
Enova Svarer

Bolig 800 49 003, Næring 08049

E-post: Svarer@enova.no

Denne e-posten er beregnet på den person eller enhet den er adressert til. Dersom du ikke skulle være rette adressat, bes du om å slette e-posten med eventuelle vedlegg, samt varsle avsender. Enovas Svarer blir ikke avtalemessig eller økonomisk forpliktet på grunnlag av innholdet i denne e-posten.

From: <abbedissen123@gmail.com>
To: "svarer@enova.no" <svarer@enova.no>
Sent: onsdag 8 mars 2017 09:23

Hallo

Vi er en bachelorgruppe på NTNU i Ålesund og skriver en oppgave om passivhus. Lurer da litt på hvordan deres støtteordninger er? Da litt rettet mot passivhus? Gjerne litt generell info om hva Enova står for?

Vi bruker Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter som referansebygg og vil gjerne vite litt om hva dere kan si om disse byggene? Da ikke med tanke på sum men hvilke tiltak de har gjort som gjør at de kan få støtte? Håper dette er noe dere kan hjelpe med, og på forhånd takk.

mvh
Espen Abbedissen, student NTNU Ålesund

Sendt fra [E-post](#) for Windows 10

Vedlegg 6.2- Enova

21.5.2017

Gmail - Bacheloroppgave



espen abbedissen <abbedissen123@gmail.com>

Bacheloroppgave

2 e-poster

espen abbedissen <abbedissen123@gmail.com>
Til: einar.hansen@enova.no

23. mars 2017 kl. 10:03

Heisann

Vi er en bachelorgruppe fra NTNU i Ålesund som skriver en oppgave om passivhus, og bruker Hatlane skole og Hatlane omsorgsenter som referansebygg. Vi har snakket med Enova og de sa at du kunne hjelpe oss med dette. Vi lurer på hvilke tiltak disse byggene har gjort for å få støtte? Vi har fått vite at støttebeløpet ikke er offentlig, men håper tiltakene som er gjort er offentlig. Håper dette er noe du kan hjelpe oss med. På forhånd takk.

Mvh

Espen Abbedissen, student på NTNU Ålesund

Einar-Johan Hansen <einar.hansen@enova.no>
Til: espen abbedissen <abbedissen123@gmail.com>

28. mars 2017 kl. 17:23

Hei.

Vi har støttet at de har bygget med ambisjon på passivhusnivå, for å klare dette må de tilfredsstille alle kriteriene til passivhus. Støtten er koblet opp mot at de klarer alle kravene.

Med vennlig hilsen

Einar-Johan Hansen
Rådgiver
Enova SF

ENOVA

Mobil: +47 950 07 075
einar.hansen@enova.no

Post: Postboks 5700 Sluppen, N-7437 TRONDHEIM
Besøk: Prof. Brochs gt 2, N-7030 TRONDHEIM

Fra: espen abbedissen [mailto:abbedissen123@gmail.com]

Sendt: torsdag 23. mars 2017 10.04

Til: Einar-Johan Hansen <einar.hansen@enova.no>

Emne: Bacheloroppgave

[Slettet tekst skjult]

Vedlegg 7- Fremdriftsrapport

Vedlegg 7.1- Fremdriftsrapport uke 5,6 og 7

ID301702 Hovedprosjekt	Passivhus	Fremdriftsmøter: 1	NTNU Ålesund	Side 1 av 1
Rapport fra prosess Fremdriftsrapport	Uke 5,6 og 7	204.5 timer	Passivhus	Dato 17.02.2017

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente litteratur og orientering i stoffet - Starte rapportskrivningen 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Befaring på Åse sykehjem - Befaring på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Starte skrivingen om TEK10, passivhus, lover, regler og forskrifter - Innhente/bestille litteratur 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente/bestilling av litteratur - Befaring på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter med Frank Sjøholt. 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
<ul style="list-style-type: none"> - Omvisning på Åse sykehjem: Fikk ikke klarsignal fra Frank Sjøholt om befaring denne perioden. Mulig det kunne dukke opp en ny mulighet i uke 8. 	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som må ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller fremdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Litteratursøk er tidkrevende - Befaringer gir verdifull informasjon og visuell forståelse for litteraturen vi leser - Koordinering går ikke alltid som planlagt 	
Hovedhensikt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Ferdig med innhenting og skriving av generell litteratur om passivhus - God oversikt over lover og forskrifter for passivhus - Innhente tegninger, budsjett og nøkkeltall for Hatlane skole og omsorgssenter 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Befaring på Åse sykehjem - Informasjonsinnhenting for Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting eller:	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.2- Fremdriftsrapport uke 8 og 9

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 2	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt	Uke 8 og 9	212,5 timer	Passivhus	Date 06.03.2017
Rapport fra prosess				
Fremdriftsrapport				

<p>Hovedbudsikt / fokus for arbeidet i denne perioden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innhente litteratur - Ferdig med innhenting og skriving av generell litteratur om passivhus - God oversikt over lover og forskrifter for passivhus - Innhente tegninger, budsjett og nøkkeltall for Hatlane skole og omsorgssenter 	
<p>Planlagte aktiviteter i denne perioden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Befaring på Åse sykehjem - Informasjonsinnhenting for Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Hente informasjon fra Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - 	
<p>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sendt forespørsler om informasjon angående skole og omsorgssenter - Jobbet videre med litteratur 	
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter</p> <ul style="list-style-type: none"> - Befaring på Åse sykehjem utgår, har ikke hørt mer fra Frank Sjøholt. Han skulle ta kontakt om det åpnet seg en mulighet. - Sendt forespørsel om tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter til Gunnar Leira. Har også ringt to ganger, ikke svar hverken på telefon eller e-post. 	
<p>Beskrivelse av/begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen</p>	
<p>Hovederfaring fra denne perioden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informasjon som er lovd sendt til oss uteblir, må muligens til med personlig oppmøte for å få fortløp. - Om informasjon som skulle blitt sendt ikke dukker opp, ta kontakt snarest, ikke vent. 	
<p>Hovedbudsikt/fokus neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gjøre ferdig den generelle delen - Planlegge spørreundersøkelse - Innhente tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter 	
<p>Planlagte aktiviteter neste periode</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innhente informasjon fra brukere/ spørreundersøkelse - Bearbeide info og nøkkeltall 	
<p>Annnet</p>	
<p>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen - droffing ellars</p>	
<p>Godkjenning/signatur gruppeleder</p>	<p>Signatur øvrige gruppedeltakere</p>

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.3- Fremdriftsrapport uke 10 og 11

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 3	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt				Date
Rapport fra prosess	Uke 10 og 11	176 timer	Passivhus	17.03.2017
Fremdriftsrapport				

Hovedbudsikt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjøre ferdig den generelle delen - Planlegge spørreundersøkelse - Innhente tegninger, budsjett og nøkkeltall for Hatlane skole og omsorgssenter 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente informasjon fra brukere/spørreundersøkelse - Bearbeide info og nøkkeltall 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjorde ferdig spørreundersøkelser - Fikk gjennomført spørreundersøkelsen på Hatlane omsorgssenter - Jobbet videre med litteratur 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
<ul style="list-style-type: none"> - Spørreundersøkelsen på Hatlane skole ble lagt til mandag 20. mars fordi kollegiet er samlet på et pedagogmøte der vi kan få gjennomføre undersøkelsen. - Info om tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter har fortsatt ikke dukket opp. Gunnar Leira har fått informasjon om dette og skulle ta kontakt med Judith Muster som sitter på informasjonen vi trenger. 	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller fremdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Fikk god respons fra omsorgssenteret og skolen. De var positive til at vi skulle få gjennomføre spørreundersøkelsen og la godt til rette. 	
Hovedbudsikt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Økonomioppsett - Sammenligne bygg 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjennomføre spørreundersøkelse Hatlane skole - Bearbeide informasjon fra spørreundersøkelser på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter. - Bearbeide info og nøkkeltall (avhengig av at vi får info) 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting eller	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppeledere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.4- Fremdriftsrapport uke 12 og 13

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 4	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt				Date
Rapport fra prosess	Uke 12 og 13	173 timer	Passivhus	31.03.2017
Fremdriftsrapport				

Hovedbudsikt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Økonomioppsett - Sammenligne bygg 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjennomføre spørreundersøkelse Hatlane skole - Bearbeide informasjon fra spørreundersøkelser på Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter. - Bearbeide info og nøkkeltall (avhengig av at vi får info) 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjennomførte spørreundersøkelsen på Hatlane skole - Bearbeidet og fikk lagt inn informasjonen fra spørreundersøkelsene - Jobbet videre med litteraturdelen 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
<ul style="list-style-type: none"> - Info om tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter er noe vi fortsatt ikke har fått. På grunn av stor arbeidsmengde hos ÅKE har det vært vanskelig å få ut den informasjonen vi har bruk for. Gunnar Leira har nå satt oss i kontakt med avd.ing./prosjektleder Marthe Honningdalsnes. Regner med at dette vil føre til fortgang i informasjonsinnhenting. 	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller fremdriftsplanen	
<ul style="list-style-type: none"> - Vi framskynder det vi kan og utsetter det vi må, men håper fortsatt å slippe å gjøre endringer i innholdet av bacheloroppgaven. Vi føler nå at tiden begynner å bli knapp med tanke på å rekke alt. 	
Hovederfaring fra denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Når man som student etterspør informasjon fra personer som sitter med ansvar for prosjekter som er i slutfasen/overatakelsesfasen er det ikke lett å komme høyt opp på prioriteringslisten, forståelig nok. 	
Hovedbudsikt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Økonomioppsett - Sammenligne bygg 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Befaring Romsdal videregående skole - Bearbeide info og nøkkeltall (avhengig av at vi får info) 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting allers	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.5- Fremdriftsrapport uke 14 og 15

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 5	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt				Date
Rapport fra prosess	Uke 14 og 15	110 timer	Passivhus	18.04.2017
Fremdriftsrapport				

Hovedbudsikt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Innhente tegninger, info og nøkkeltall om Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter - Økonomioppsett - Sammenligne bygg 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Befaring Romsdal videregående skole - Bearbeide info og nøkkeltall (avhengig av at vi får info) 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Befaring på Romsdal videregående skole - Jobbet videre med litteraturdelen 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
<ul style="list-style-type: none"> - Økonomioppsett og sammenligning av bygg kunne ikke gjøres på grunn av at vi ikke fikk tilsendt informasjon tidsnok. Heldigvis fikk vi av vår nye kontaktperson i ÅKE, avd.ing./prosjektleder Marthe Honningdalnes, tilsendt rett før påske veldig mye informasjon. Dette er det vi har etterspurt siden februar. Vil rett over påske starte med å bearbeide dette. Planen var egentlig at dette var arbeid som skulle være godt i gang, men som vi nå tar fatt på med en gang påskeferien er over. 	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller fremdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Når man får kontakt med rett mann, i dette tilfellet rett kvinne, går alt så meget bedre. 	
Hovedbudsikt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Økonomioppsett - Sammenligne bygg 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Bearbeide info og nøkkeltall - Innhente informasjon om Romsdal vgs 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – droffing eller:	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.6- Fremdriftsrapport uke 16 og 17

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 5	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt	Uke 16 og 17	220 timer	Passivhus	Date 28.04.2017
Rapport fra prosess				
Fremdriftsrapport				

Hovedbudsikt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Bearbeide info og nøkkeltall - Innhente informasjon om Romsdal vgs - Få tak i manglende svar på økonomibiten og tekniske løsninger 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Bearbeide info og nøkkeltall - Få svar fra Frank Sjøholt og Marthe Honningdalnes på en del spørsmål som ikke kommer frem av tidligere mottatte e-poster. - Få på plass referanser og kontrollere kilder i oppgaven 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Sendte spørsmål til Frank og Marthe - Arbeidet videre med resultat etc - Fikk lagt inn referanser og kontrollert kilder i oppgaven 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
-	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller fremdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Ikke alltid man får svarene man forventer på de spørsmål som er stilt. Viktig å derfor formulere spørsmål tydelig og konkret. 	
Hovedbudsikt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Sammenstille og kontrollere det arbeidet som er utført til nå. - Få oversikt over hva som mangler 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Skrive om resultat, diskusjon, konklusjon - Gjøre økonomiberegninger 	
Annet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen - drøfting eller:	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppeledere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 7.7- Fremdriftsrapport uke 18 og 19

ID301702	Passivhus	Fremdriftsmøter: 6	NTNU Alesund	Side 1 av 1
Hovedprosjekt	Uke 18 og 19	322 timer	Passivhus	Date 12.05.2017
Rapport fra prosess				
Fremdriftsrapport				

Hovedbarnstekt / fokus for arbeidet i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Sammenstille og kontrollere det arbeidet som er utført til nå. - Få oversikt over hva som mangler 	
Planlagte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjøre økonomiberegninger - Skrive resultat, diskusjon, konklusjon 	
Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden	
<ul style="list-style-type: none"> - Gjort beregninger i økonomi - Skrevet resultat, godt i gang med diskusjon og konklusjon 	
Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter	
<ul style="list-style-type: none"> - Trengte litt mer tid på diskusjonsdelen av oppgaven, mer omfattende enn først antatt 	
Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen	
Hovederfaring fra denne perioden	
-	
Hovedbarnstekt/fokus neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Ferdigstille oppgaven. Skal leveres til veileder mandag 22. mai. Har som målsetning å være så å si ferdige innen fredag 19. mai. Bare finpuss igjen til helgen. 	
Planlagte aktiviteter neste periode	
<ul style="list-style-type: none"> - Lage presentasjon til framføring - Lese korrektur - Øve på framføring - Lage poster str A1 	
Annnet	
Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøffing allert	
Godkjenning/signatur gruppeleder	Signatur øvrige gruppedeltakere

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

Vedlegg 8- Avviksrapport

Avviksrapport 06.03.2017

Spesifisering:

Innen utgangen av uke 9 (03.03.17) skulle gruppen ha innhentet tegninger, budsjett og nøkkeltall for Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter. Dette er informasjon som vi per 03.03.17 ikke har fått tak i.

Identifisering:

Årsaken til at informasjonen uteblir er at vi ikke får kontakt med vår veileder i ÅKE. Vi har sendt e-post og ringt uten å få svar.

Tiltak:

Avviksbehandling:

- Strakstiltak: Sende puring, evt møte opp på kontoret.
- Vedvarende tiltak: Så lenge vi får informasjonen i løpet av uken, vil vi kunne omrokere litt på arbeidet og tilpasse arbeidsoppgavene og likevel komme i mål etter oppsett plan.

Vedlegg 9- Timeliste

Uke 2		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
09.01.17	Undervisning					
10.01.17	Undervisning					
11.01.17	Møte med ÅKE	2	2	2	2	8
12.01.17	Laget presentasjon om bacheloroppgave Leste oss opp på relevant litteratur	6	6	6	6	24
13.01.17	Møte med ÅKE Laget presentasjon om bacheloroppgave	3.5	3.5	3.5	3.5	14
14.01.17	Helg	-	-	-	-	-
15.01.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 3		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
16.01.17	Undervisning					
17.01.17	Undervisning Leste oss opp på relevant litteratur Avtalte nytt møte med ÅKE Begynt med forprosjekt	4.5	4.5	4.5	4.5	18
18.01.17	Jobbing med forprosjektet	6	6	6	6	24
19.01.17	Lest på relevant litteratur	4	4	4	4	16
20.01.17	Fri	-	-	-	-	-
21.01.17	Helg	-	-	-	-	-
22.01.17	Helg	-	-	-	-	-
Sum		26	26	26	26	104

Uke 4		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
23.01.17	Undervisning Møte med ÅKE	2	2	2	2	8
24.01.17	Undervisning Videre arbeid med forprosjekt	3.5	3.5	3.5	3.5	14
25.01.17	Jobbing med forprosjekt	4	4	4	4	16
26.01.17	Jobbing med forprosjekt	7	-	7	7	21
27.01.17	Ferdigstillelse av forprosjekt	3	-	3	3	9
28.01.17	Helg	-	-	-	-	-
29.01.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 5		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
30.01.17	Undervisning Fremdriftsmøte med arbeidsgruppen	1	1	1	1	4
31.01.17	Undervisning Arbeid med rapport	2	3.5	3	3	11.5
01.02.17	Arbeid med rapport	-	7	7	7	21
02.02.17	Arbeid med rapport	-	7	7	7	21
03.02.17	Fri	-	-	-	-	-
04.02.17	Helg	-	-	-	-	-
05.02.17	Helg	-	-	-	-	-
Sum		22,5	28	37,5	37,5	125,5

Uke 6		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
06.02.17	Undervisning	-	-	-	-	-
07.02.17	Undervisning Veiledningsmøte	1	1	1	1	4
08.02.17	Arbeid med rapport	7	7	7	7	28
09.02.17	Arbeid med rapport	4	4	4	4	16
10.02.17	Arbeid med rapport	7	7	7	7	28
11.02.17	Helg	-	-	-	-	-
12.02.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 7		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
13.02.17	Undervisning					
14.02.17	Undervisning					
15.02.17	Befaring på Hatlande omsorgssenter og hatlande skole	8	8	8	8	32
16.02.17	Arbeid med rapport	4	8	8	8	24
17.02.17	Arbeid med rapport	5	5	5	-	15
18.02.17	Helg	-	-	-	-	-
19.02.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	36	40	40	35	147

Uke 8		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
20.02.17	Arbeid med rapport	5	4	5	-	14
21.02.17	Fremdriftsmøte Arbeid med rapport	8	5	-	-	13
22.02.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8,5	32,5
23.02.17	Arbeid med rapport	8	-	8	8	24
24.02.17	Arbeid med rapport	-	-	4	5	9
25.02.17	Helg	-	-	-	-	-
26.02.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 9		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
27.02.17	Arbeid med rapport	-	8	5	5	18
28.02.17	Arbeid med rapport	-	8	8	8	24
01.03.17	Arbeid med rapport	6	8	8	8	30
02.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
03.03.17	Arbeid med rapport	4	4	4	4	16
04.03.17	Helg	-	-	-	-	-
05.03.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	47	53	58	54,5	212,5

Uke 10		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
06.03.17	Arbeid med rapport Fremdriftsmøte	8	8	8	8	32
07.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
08.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
09.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
10.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
11.03.17	Helg	-	-	-	-	-
12.03.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 11		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
13.03.17	Eksamenslesing	-	-	-	-	-
14.03.17	Eksamenslesing	-	-	-	-	-
15.03.17	Eksamenslesing	-	-	-	-	-
16.03.17	Eksamenslesing	-	-	-	-	-
17.03.17	Eksamenslesing	-	-	1	-	1
18.03.17	Helg	-	-	-	-	-
19.03.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	40	40	41	40	176

Uke 12		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
20.03.17	Eksamenslesing Spørreundersøkelse på skolen Fremdriftsmøte	3	3	3	3	12
21.03.17	Eksamenslesing	-	-	-	-	-
22.03.17	Eksamen	-	-	-	-	-
23.03.17	Arbeid med rapport	5	5	5	5	20
24.03.17	Arbeid med rapport	4	-	4	4	12
25.03.17	Helg	-	-	-	-	-
26.03.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 13		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
27.03.17	Arbeid med rapport		-	6	8	14
28.03.17	Arbeid med rapport	7	6	8	8	29
29.03.17	Arbeid med rapport	7	7	5	8	27
30.03.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
31.03.17	Arbeid med rapport	7	7	7	6	27
01.04.17	Helg	-	-	-	-	-
02.04.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	41	36	46	50	173

Uke 14		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
03.04.17	Arbeid med rapport Fremdriftsmøte	6	6	6	6	24
04.04.17	Arbeid med rapport	7	7	8	8	30
05.04.17	Befaring Romsdalen vidergående skole	6	4	6	6	22
06.04.17	Arbeid med rapport	8	-	8	8	24
07.04.17	Arbeid med rapport	4	-	6	-	10
08.04.17	Helg	-	-	-	-	-
09.04.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 15		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
10.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
11.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
12.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
13.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
14.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
15.04.17	Helg	-	-	-	-	-
16.04.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	31	17	34	28	110

Uke 16		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
17.04.17	Påskeferie	-	-	-	-	-
18.04.17	Arbeid med rapport	7	7	8	9	31
19.04.17	Arbeid med rapport	4	7	8	7	26
20.04.17	Arbeid med rapport	7	8	9	9	33.5
21.04.17	Arbeid med rapport	9	9	9	9	36
22.04.17	Helg	-	-	-	-	-
23.04.17	Helg	-	-	-	-	-
Uke 17		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
24.04.17	Arbeid med rapport	6	6	-	7	19
25.04.17	Arbeid med rapport	8	8	-	8	24
26.04.17	Arbeid med rapport	7	7	-	5	19
27.04.17	Arbeid med rapport	7	7	-	8	22
28.04.17	Arbeid med rapport	5	-	-	5	10
29.04.17	Helg	-	-	-	-	-
30.04.17	Helg	-	-	-	-	-
	Sum	60	59	34	67	220

Uke 18		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
01.05.17	Arbeid med rapport	-	4	-	-	4
02.05.17	Arbeid med rapport	7	5	8	8	28
03.05.17	Arbeid med rapport	7	7,5	8	8	30,5
04.05.17	Arbeid med rapport	7	8,5	9	9	33,5
05.05.17	Arbeid med rapport	7	7	8	8	30
06.05.17	Helg	5	5	5	5	20
07.05.17	Helg	5	5	-	4	14
Uke 19		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
08.05.17	Arbeid med rapport	8,5	9	9	7	33,5
09.05.17	Arbeid med rapport	8,5	8,5	9	8	34
10.05.17	Arbeid med rapport	9	9	8	8	34
11.05.17	Arbeid med rapport	6,5	9	8	8	31,5
12.05.17	Arbeid med rapport	6	4	8	8	26
13.05.17	Helg	3	-	-	-	3
14.05.17	Helg	-	-	-	-	-
Sum		79,5	81,5	80	81	322

Uke 20		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
15.05.17	Arbeid med rapport	8	8	8	8	32
16.05.17	Arbeid med rapport	8	9,5	8	8	33,5
17.05.17	Nasjonaldagen	-	-	-	-	0
18.05.17	Arbeid med rapport	5	7	7	3	22
19.05.17	Arbeid med rapport	12	13,5	14	13,5	53
20.05.17	Helg	12	12	12	12	48
21.05.17	Helg	11	12	11	11	45
Uke 21		Petter	Håkon	Hallvard	Espen	Tot
22.05.17	Innlevering					
23.05.17	Framføring					
24.05.17						
25.05.17						
26.05.17						
27.05.17	Helg					
28.05.17	Helg					
Sum		56	62	60	55,5	233,5

Vedlegg 10- Forprosjektrapport

FORPROSJEKT - RAPPORT FOR BACHELOROPPGAVE



TITTEL: Passivhus

KANDIDATNUMMER(E):			
DATO: 17.01.17	EMNEKODE: IB303312	EMNE: Bacheloroppgave Bygg 2017	DOKUMENT TILGANG: - Åpen
STUDIUM: BYGGINGENIØR		ANT SIDER/VEDLEGG: 13/1	BIBL. NR: - Ikke i bruk -

OPPDRAAGSGIVER(E)/VEILEDER(E): Ålesund kommunale eiendom KF (ÅKE)
--

OPPGAVE/SAMMENDRAG: Miljø- og energikravene for å føre opp nybygg blir strengere og strengere. Energieffektive bygg, som for eksempel lavenergibygget og passivhus, blir mer og mer aktuelt. Vi har derfor i denne oppgaven valgt å se på økonomi, tekniske løsninger og forventninger til passivhus sammenlignet med bygninger bygd etter dagens standard, TEK 10.
--

Postadresse
Høgskolen i Ålesund
N-6025 Ålesund
Norway

Besøksadresse
Larsgårdsvegen 2
Internett
www.hials.no

Telefon
70 16 12 00
Epostadresse
postmottak@hials.no

Telefax
70 16 13 00

Bankkonto
7694 05 00636
Foretaksregisteret
NO 971 572 140

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av student(er) ved NTNU i Ålesund.

INNHOOLD

INNHOOLD	3
1 INNLEDNING	4
2 PROSJEKTORGANISASJON	4
2.1 PROSJEKTGRUPPE	4
2.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen – organisering	4
2.2 STYRINGSGRUPPE (VEILEDER OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGIVER)	5
3 AVTALER	5
3.1 AVTALE MED OPPDRAGSGIVER	5
3.2 ARBEIDSTED OG RESSURSER	5
3.3 GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HOLDNINGER	6
4 PROSJEKTBESKRIVELSE	6
4.1 PROBLEMSTILLING - MÅLSETTING – HENSIKT	6
4.2 KRAV TIL LØSNING ELLER PROSJEKTRESULTAT – SPESIFIKASJON	7
4.3 PLANLAGT FRAMGANGSMÅTE(R) FOR UTVIKLINGSARBEIDET – METODE(R).	7
4.4 INFORMASJONSINNSAMLING – UTFØRT OG PLANLAGT	8
4.5 VURDERING – ANALYSE AV RISIKO.....	8
4.6 HOVEDAKTIVITETER I VIDERE ARBEID	8
4.7 FRAMDRIFTSPLAN – STYRING AV PROSJEKTET	9
4.7.1 Hovedplan	9
4.7.2 Styringshjelpemidler	9
4.7.3 Utviklingshjelpemidler	9
4.7.4 Intern kontroll – evaluering	9
4.8 BESLUTNINGER – BESLUTNINGSPROSESS	10
5 DOKUMENTASJON	10
5.1 RAPPORTER OG TEKNISKE DOKUMENTER.....	10
6 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	10
6.1 MØTER	10
6.1.1 Møter med styringsgruppen	10
6.1.2 Prosjektmøter.....	11
6.2 PERIODISKE RAPPORTER	11
6.2.1 Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)	11
7 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	11
8 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	11
9 REFERANSER	12
VEDLEGG	12
10 BIBLIOGRAFI	12

1 INNLEDNING

Arbeidsgruppen består av fire ingeniørstudenter ved konstruksjonslinjen, NTNU i Ålesund. Denne oppgaven vil handle generelt sett om passivhus, der vi ser nærmere på hva som skiller denne typen bygg fra et ordinært bygg oppført etter TEK 10-forskriften. Vi kommer også til å sammenligne og gå dypere inn i to, muligens tre bygg. Hovedelementene vi vil gå nærmere inn på er bygningsform, tekniske løsninger og økonomisk gevinst i det lange løp.

Formålet med oppgaven er å kartlegge om det er økonomisk lønnsomt å investere i passivhus, og se nærmere på hvilke tekniske løsninger som innfrir forventningene eller er mangelfulle.

Opgaven skrives i samarbeid med oppdragsgiver Ålesund kommunale eiendom (ÅKE) og veileder fra NTNU i Ålesund.

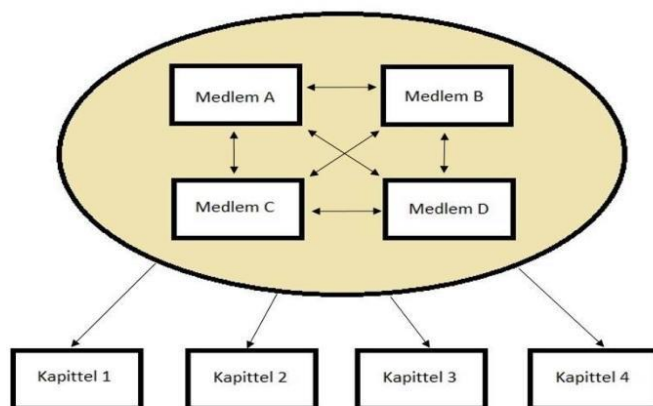
2 PROSJEKTORGANISASJON

2.1 *Prosjektgruppe*

Studentnummer(e)
275834 – Espen Abbedissen
131340 – Petter Jørgen Fossum
266745 – Håkon Lund Fossli
275865 – Hallvard Yksnøy Bergmann

2.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen – organisering

- Innhente relevant data for prosjektet
- Behandle innhentet data
- Fordeling av arbeidsoppgaver
- Rapportskrivning
- Presentasjon



Figur 1 Nettverks- gruppestruktur, (endret for å passe gruppe med fire medlemmer).

Gruppestrukturen vi har lagt opp til er at alle i gruppen tar et kollektivt ansvar for rapporten. Vi skal derfor ikke ha noen valgt leder. Valg av en slik organisering gjør at gruppen må gå godt i lag for å kunne arbeide effektivt. (Rolstadås, 2014)

2.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

- Styringsgruppen: Arbeidsgruppen og veileder
- Veiledere: Max Ingar Mørk (NTNU)
- Oppdragsgiver: Ålesund kommunale eiendom KF (ÅKE)

3 AVTALER

3.1 Avtale med oppdragsgiver

Oppdragsgiver skal hjelpe arbeidsgruppen med utforming og beskrivelse av oppgaven. De skal bidra med omvisninger på relevante bygg som er aktuelle for prosjektet.

Forpliktelser oppdragsgiver (bedrift):

- Støtte studenten i utvelgelse og utforming/beskrivelse av bacheloroppgaven.
- Navngitt person, fra oppdragsgiver/firma, som kontaktperson/veileder for studentgruppen.
- Dekke alle nødvendige utgifter (ikke lønn) som reise, evt. kontorhold, kopiering, spesielle programvare etc.
- Forsikre studentene som om de var tilsatt i firmaet. (Spesielt ulykkesforsikring når studentene er ute på anlegg).

3.2 Arbeidssted og ressurser

Tilgang til arbeidsplass

- Grupperom på skolen
- Bibliotek på skolen
- Bibliotek, Ålesund kommune
- ÅKE gir oss enkelte dager tilgang på arbeidslokale

Tilgang til personer

- Max Ingar Mørk (NTNU i Ålesund)
- Gunnar Leira (Ålesund kommunale Eiendom)
- Frank Sjøholt (Ålesund kommune)
- Judith Musther (Ålesund kommune)

Avtalt rapportering

- Logg
- Framdriftsrapport
- Møtereferat
- Rapporter

3.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Normer innad i arbeidsgruppen:

- Fast arbeidstid fra 08.15 til 16.00 med felles lunsj. Om ikke annet er avtalt
- Gi beskjed om man ikke har mulighet å møte opp, eller kommer for sent
- Alle forslag skal vurderes og tas i betraktning
- Gruppens medlemmer må forvente å jobbe i helger og enkelte dager på kveldstid
- Møte opp med positive holdninger og en god arbeidsmoral
- Verdsette hverandres arbeid
- Pålitelighet
- Stille forberedt til møter og befaringer
- Punktlighet
- Holde en god dialog med ÅKE og veileder under hele prosjektet

4 PROSJEKTBEKRIVELSE

4.1 Problemstilling - målsetting – hensikt

Problemstillinger:

Se nærmere på fordeler og ulemper ved å bygge passivhus fremfor vanlige TEK-10-bygg. Tar utgangspunkt i to, muligens tre bygg, Hatlane omsorgssenter, Hatlane skole og Romsdal videregående skole.

Delmål:

- Danne oversikt over kravene som er nødvendige for å oppnå passivhusstandard.
- Finne ut av om det er økonomisk lønnsomt å investere i passivhus.
- Kartlegge tekniske installasjoner i passivhus. Se om løsningene innfrir forventningene eller er mangelfulle.
- Hvilken bygningsform og arkitektur som benyttes for passivhus.
- Hvordan er inneklimate i passivhus sammenlignet med TEK 10-bygg.
- Hva er neste steg i utviklingen av bygninger.

Resultatmål:

- Sammenlikne Hatlane skole og Hatlane omsorgssenter
- Gi oversiktlig utregning av det økonomiske perspektivet med ferdig resultat
- Ha gode illustrasjoner for bygg av samme type for effektivisering av løsningsvalg i byggeprosessen

Prosessmål:

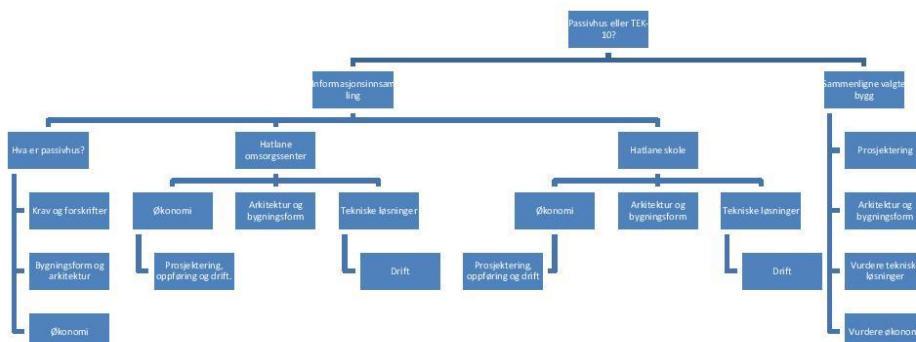
- Få mer kunnskap om passivhus
- Lære å jobbe i gruppe
- Lære å skaffe informasjon

4.2 *Krav til løsning eller prosjekresultat – spesifikasjon*

Rapporten vil vise de forskjellige byggene vi har tatt for oss, individuelt og opp mot hverandre ut fra krav i forhold til hva som kreves for et passivhus, økonomisk lønnsomhet, bygningsform og tekniske løsninger. Ut fra dette vil det komme frem resultater som vil fortelle om fordeler og ulemper ved ulike løsninger på problemstillingene ved planlegging, bygging og drift av et passivhus.

4.3 *Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r).*

Vår framgangsmåte for utviklingsarbeidet vil i hovedsak være etter WBS (Work breakdown structure) modellen, dette er en en-dimensjonal nedbrytning av arbeidet som skal gjøres. Det vil i hovedsak si å dele arbeidet som skal gjøres i logiske nivåer, ned på et mer detaljert nivå. Denne strukturen gjør det lett å identifisere de forskjellige arbeidsoppgavene som må utføres for å nå prosjektets mål. (Rolstadås, 2014)



4.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

Planlagt anskaffelse av informasjon:

- Litteratur
- Lovdata
- Sintef
- Veileder Max Ingar Mørk
- Internett
- Ålesund Kommunale Eiendom KF
- Tegninger av aktuelle bygg
- Befaring på aktuelle bygg

4.5 Vurdering – analyse av risiko

Prosjektet bør være mulig å gjennomføre på en god måte, innenfor de tidsfristene som er gitt. Hoveddelen av oppgaven vil være generelt om passivhus, før vi studerer og sammenligner to eller tre bygg.

For å lykkes med prosjektet vil det vil det være viktig å holde god fremdrift gjennom hele perioden, samtidig som vi går dypt nok inn i temaene. Å innhente nødvendig informasjon, angående økonomi og byggene som skal studeres nærmere vil også være en viktig faktor.

4.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Nr	Hovedaktivitet	Ansvar	Kostnad	Tid/omfang
A1	Generelt om passivhus	alle		1 uke
A11	Litteratur			

A12	Lover og forskrifter		
A2	Info om referansebygg	alle	6 uker
A21	Befaring		
A22	Litteratur		
A23	Innhente erfaringer fra bruker		
A24	Drift og vedlikehold		
A25	Tekniske løsninger		
A26	Bygningsform/ arkitektur		
A3	Sammenligne bygg	alle	4 uker
A31	Løsninger		
A32	Fordele og ulemper		
A33	Økonomi		
A4	Økonomioppsett	alle	4 uker
A41	Beregninger		
A42	Økonomisk visualisering		
A5	Rapportskriving	alle	16 uker
A51	Rapport		
A52	Utskrift		
A6	Ferdigstillelse	alle	1 uke
A61	Korrektur		
A62	PowerPoint		
A63	Øving		
A64	Framføring		

4.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet

4.7.1 Hovedplan

For å sikre framdriften av prosjektet har vi utarbeidet en plan etter WBS-modellen. Av denne har vi så laget et gantt-diagram i MS Project. Her er aktivitetene vi skal gjennomføre satt dato og tidsbruk på. Gantt-diagrammet er vedlagt i forprosjektrapporten.

Milepæler vi har valgt er når vi er ferdige med: Generelt om passivhus, Info om referansebygg, Økonomioppsett, Sammenligne bygg, Rapportskriving og Ferdigstillelse.

4.7.2 Styringshjelpemidler

Hjelpemidler:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft Project
- Microsoft PowerPoint

4.7.3 Utviklingshjelpemidler

- Tegninger fra arkitekt
- Tilgang på aktuelle bygg

4.7.4 Intern kontroll – evaluering

Hver mandag vil gruppen møtes og gå gjennom alt som har blitt gjort foregående uke, oppfølging av fremdriftsplan og planlegge påfølgende uke.

4.8 Beslutninger – beslutningsprosess

Beslutninger som gjøres i gruppen skal tas med bakgrunn i diskusjon innad i gruppen. For å komme videre må gruppen være enig i det som legges fram. Framdriftsplanen skal legges til grunn for beslutninger som tas.

5 DOKUMENTASJON

5.1 Rapporter og tekniske dokumenter

Hva slags dokumentasjon skal utarbeides

- Framdriftsplan
- Logg
- Timeliste
- Rapport
- Møtereferat
- Kildeliste

Rutiner

- Fremdriftsmøte hver mandag
- Oppsummering hver fredag
- Sikkerhetskopiering hver dag
- Kildekontrollering
- Møte med styringsgruppen hver 14. dag
- Jevnlig møte med oppdragsgiver
- Føringer av egen timeliste og logg hverdag
- Sammensetting av time og loggføring hver fredag

Godkjennelse

- Gjennomgang av ukens arbeid hver fredag. Skal gjennomgå og kontrolleres av alle gruppemedlemmer

Oppbevaring

- Filer oppbevares i Dropbox, OneDrive og på alle gruppemedlemmers pc-er. Skal også ha en sikkerhetskopi på ekstern harddisk

6 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

6.1 Møter

6.1.1 Møter med styringsgruppen

Møter med veileder Max Ingar Mørk skjer hver 14. dag der vi har en gjennomgang av fremdriften og status i oppgaven. Dette legger vi opp til at skal foregå på mandager.

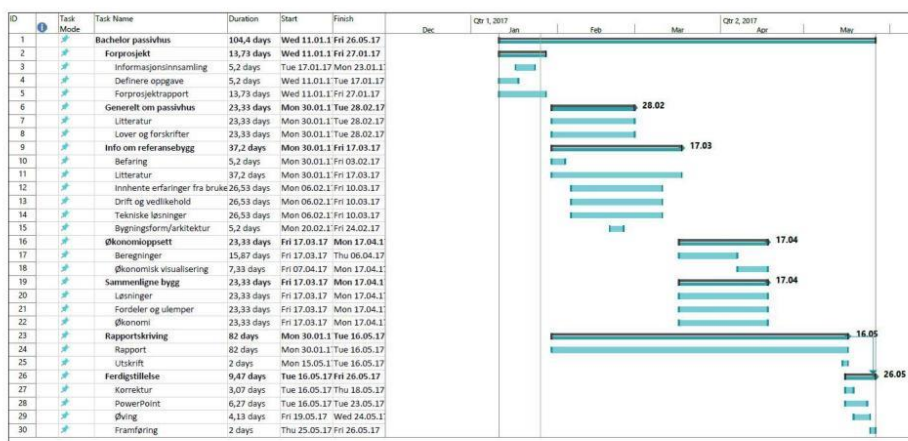
Møte med oppdragsgiver Ålesund Kommunale Eiendom skjer etter avtale.

6.1.2 Prosjektmøter

Møte med oppdragsgiver Ålesund Kommunale Eiendom skjer etter avtale. For å diskutere fremdrift og vise til hvordan prosjektet går. Legger også opp møter om vi trenger noe informasjon som er relevant i prosjektet.

6.2 Periodiske rapporter

6.2.1 Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)



7 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Dersom prosjektet ikke foregår optimalt, tas dette opp på det ukentlige møtet, hvor eventuelle ulike løsninger og endringer diskuteres, fortrinnsvis holdninger, arbeidsinnsats og arbeidsmengde. Dersom arbeidsgruppen ikke kommer til enighet, innkalles styringsgruppen til et møte for å se på hva som ikke har fungert og prøver å rette opp i dette.

8 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING

Utstyr/ resurser vi må få ha kommunen:

- Tegninger fra arkitekt
- Tilgang til aktuelle bygg

9 REFERANSER

VEDLEGG

Vedlegg 1 Gantt diagram/ fremdriftsplan (PDF)

10 BIBLIOGRAFI

Rolstadås, O. J. (2014). *Praktisk prosjektledelse*. Trondheim: Fagbokforlaget.