

Bacheloroppgave

IB303312 Bacheloroppgave

**Tittel på oppgaven: Prosjektering av tomannsbolig
med passivhusstandard**

Kandidatnumre: 3215, 3202, 3228

Totalt antall sider inkludert forsiden: 269 sider

Innlevert Ålesund, 29.05.2015

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.**

Du/ dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
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 §§30 og 31.	<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 §30	<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 HiÅ med forfatter(ne)s godkjenning.

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

Jeg/vi gir herved Høgskolen 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: 29.05.2015



PROSJEKTERING AV PASSIVHUS

- TOMANNSBOLIG

Bacheloroppgave innen Ingeniørfag Bygg
Vår 2015

Thea Sofie Hoff Vegsund
Liv Randi Lidarende
Elling Flister

Førord

Denne bacheloroppgaven har blitt gjennomført våren 2015. Prosjektgruppen består av Thea Sofie Hoff Vegsund, Liv Randi Lidarende og Elling Flister. Samtlige er 3. års studenter ved Høgskolen i Ålesund, og går linjen, Byggingeniør, konstruksjon. Bacheloroppgaven har et omfang på 20 studiepoeng, og er avslutningen på vår 3-årige ingeniør utdanning ved Høgskolen i Ålesund. Oppgaven er ikke utført i samarbeid med et foretak, men på oppdrag fra en tiltakshaver.

Vi valgte en retning innenfor byggingeniør faget, som ikke har vært et stort emne i pensum, men som vi syntes virket interessant. Vi ville ha en oppgave som kom til å by på variasjoner og utfordringer, samt være relevant og fremtidsrettet. En av begrunnelsene for valget var at vi ønsket å få et innblikk i dette fagfeltet, som vi ikke visste så mye om, og tilegne oss mer kunnskap om prosjektering og passivhus.

Passivhus temaet som vi har fordypet oss i er relevant og sentralt, både nå og i fremtiden. Verden er mer miljøbevisst, og strammer inn kravene. Dette er retningen som verden er på vei, og vi vil være med i utviklingen.

Denne oppgaven har vært interessant, kunnskapsrik og relevant, uansett hvilken gren innenfor byggingeniørfeltet vi ender opp i.

Vi vil takke veilederen vår ved Høgskolen i Ålesund, Max Ingar Mørk, som har vært tålmodig, tilgjengelig og gitt oss god veiledning gjennom hele prosessen.

Sammendrag

Denne oppgaven omhandler prosjekteringsprosessen av en tomannsbolig etter passivhusstandarden. Det er kun tatt hensyn til prosjektering på et forprosjektnivå. I rapporten har vi også fordypet oss i hvilke tiltak som må gjøres for å få en tilpasset og funksjonell passivbolig. Vi har og tatt for oss kostnader innenfor temaet.

Prosjekteringsgrunnlaget for tomannsboligen er teknisk forskrift og passivhus kriteriene fra NS 3700. Samtlige relevante krav har blitt gjennomgått og tatt hensyn til. For fordypningsdelen har vi lest forskningsrapporter, sett på erfaringer fra tidligere prosjekt og målinger som har blitt utført. Det har også blitt utført et intervju med boligprodusenter, for å få et innblikk i deres tanker og meninger om det aktuelle temaet. Hensikten med oppgaven har vært å tilegne oss mer kunnskap og kompetanse som kan brukes videre i arbeidslivet. Samt gå dypere inn på et tema som vi mener er fremtidsrettet og nyttig. Vi har lært hvordan en rapport skal utformes og hvordan finne frem til riktig og relevant kunnskap.

Målet for oppgaven var å produsere et skisseprosjekt av en tomannsbolig etter kundens ønsker, samtidig som lover, forskrifter og passivhusstandarden tilfredsstilles. Et sekundærmål var at rapporten skulle være aktuell for formidling av kunnskap og videre bruk, samt øke bevissthet rundt passivhus og energiltak.

Som resultat er det utarbeidet et sett med tegninger for et skisseprosjekt. Det har blitt brukt tegneprogrammet, ArchiCad 18 til prosjektering og 3D modellering av tomannsboligen. Til rendringer har vi brukt 3ds Max.

Innholdsfortegnelse

Figurliste	7
Tabelliste	9
Begreper	10
1 Innledning	12
1.1 Oppbygging av rapporten	13
2 Utgangspunkt	14
2.1 Sammendrag av befaringsrapport og kundemøte	14
2.1.1 Generelt	14
2.1.2 Byggeskikk i området	14
2.1.3 Grad av utnyttelse for tomten	14
2.1.4 Møne- og gesimshøyde	15
2.1.5 Kundemøte	15
3 Teoretisk grunnlag	16
3.1 Krav fra TEK10	16
3.2 Byggeskikk.....	16
3.3 Klimapåvirkning.....	17
3.3.1 Klimaendringer	17
3.3.2 Vind.....	17
3.3.3 Nedbør	17
3.3.4 Snø	18
3.3.5 Flom og skred	18
3.3.6 Radon.....	18
3.4 Plassering av byggverk	19
3.5 Uteareal	19
3.6 Grad av utnyttning	20
3.6.1 Generelt	20
3.6.2 Bebygd areal	20
3.6.3 Prosent bebygd areal.....	21
3.6.4 Bruksareal.....	21
3.6.5 Prosent bruksareal	22
3.6.6 Parkeringsareal	22
3.6.7 Høyde.....	22
3.6.8 Eldre planer	22
3.7 Brann	23
3.7.1 Generelt	23
3.7.2 Krav til sikkerhet mot brann	23
3.7.3 Brannteknisk prosjektering	24
3.8 Planløsning.....	26
3.8.1 Generelt	26
3.8.2 Romfordeling	26
3.8.3 Tilgjengelighet.....	26
3.9 Lys	28

3.10	<i>Lyd</i>	29
3.10.1	Krav i byggt teknisk forskrift	29
3.10.2	Luftlydisolasjon	29
3.10.3	Trinnlydnivå	30
3.10.4	Etterklangstid	30
3.10.5	Lydnivå	31
3.10.6	Flanketransmisjon	31
3.10.7	Lufttetthet	31
3.10.8	Utendørs støy	31
3.11	<i>Ventilasjon</i>	32
3.12	<i>Energikrav i TEK10</i>	32
3.12.1	Varmetapstall	33
3.12.2	Energiforsyning	34
3.13	<i>Forslag til ny teknisk forskrift</i>	34
3.13.1	Minstekravene skjerpes	35
3.14	<i>Passivhus</i>	35
3.14.1	Generelt	35
3.15	<i>Kriterier for passivhus</i>	36
3.15.1	Varmetapstall	36
3.15.2	Oppvarmingsbehov etter lokalt klima	37
3.15.3	Energiforsyning for passivhus	37
3.15.4	Minstekrav for passivhus	38
3.15.5	Typiske U-verdier	39
3.15.6	Varmetilskudd	39
3.16	<i>Konstruksjon</i>	40
3.16.1	Yttervegg mot terreng	40
3.16.2	Gulv mot grunn og markisolasjon	41
3.16.3	Yttervegg over terreng	42
3.16.4	Vinduer	46
3.16.5	Tilslutning mellom yttervegg og vindu	49
3.16.6	Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller	51
3.16.7	Tak	52
3.17	<i>Energidesign</i>	55
3.18	<i>Fornybar energi</i>	56
3.18.1	Elektrisk oppvarming	56
3.18.2	Biobrensel	56
3.18.3	Varmepumper	56
3.18.4	Luft-til-luft-varmepumper	57
3.18.5	Luft-til-vann-varmepumpe	57
3.18.6	Berg-, jord- og vann-til-vann-varmepumper	57
3.18.7	Gråvannsvarmepumpe	58
3.18.8	Kompaktaggregater	58
3.18.9	Vannbåren varme	58
3.18.10	Termisk energi fra solen	59
3.18.11	Solcellesystem	59
3.18.12	Solfanger	60
3.18.13	Økonomi	61
3.18.14	Passiv solvarme	61
3.19	<i>Utforming av bolig</i>	62
3.20	<i>Solskjerming</i>	63
3.20.1	Utvendig solskjerming	63
3.20.2	Innvendig solskjerming	64

3.20.3	Andre alternativer	64
3.21	Inneklima	65
3.21.1	Generelt	65
3.21.2	Termisk miljø	66
3.21.3	Atmosfærisk miljø.....	67
3.21.4	Simulering sommerkomfort	68
3.21.5	Erfaringer fra andre land.....	71
3.21.6	Erfaringer fra Norge.....	76
3.21.7	Oppsummering	81
3.22	Fukt	83
3.22.1	Høyisolerte vegger av tre	83
3.22.2	Fuktforhold i treverk.....	83
3.22.3	Tetthet.....	83
3.22.4	Oppfukting i byggeperioden	84
3.22.5	Naturlig konveksjon.....	84
3.22.6	ENTRÈ-prosjektet.....	86
3.23	Økonomi	91
3.23.1	Enovas tilskuddordning.....	91
3.23.2	Merkostnader	94
3.23.3	Byggetekniske kostnader	94
3.23.4	Kostnader til fornybar energi	95
3.23.5	Lønnsomhetsberegning	95
4	Metode og verktøy	96
4.1	Data (informasjon)	96
4.2	Metode	96
4.3	Verktøy	98
5	Intervju	99
5.1	Resultat Intervju	99
5.1.1	Introduksjon.....	99
5.1.2	Etterspørsel	100
5.1.3	Passivhus som krav	100
5.1.4	Kostnader	101
5.1.5	Erfaringer til kunder	102
5.1.6	Opplæring.....	102
6	Resultat tomannsbolig	103
6.1	Valgt løsning	103
7	Diskusjon tomannsbolig	105
7.1	Tomannsbolig.....	105
7.1.1	Orientering og plassering:	105
7.1.2	Bygningsform	106
7.2	Løsning 1.....	107
7.3	Løsning 2	109
7.4	Løsning 3	111
7.5	Løsning 4	113
7.6	Inneklima.....	119

7.7	<i>Energikilde</i>	120
7.7.1	Alternativer for fornybar energi	121
7.7.2	Solfangere	121
7.7.3	Passive solsystem	121
7.7.4	Bio-pellets-kamin	122
7.7.5	Vannbåren varme.....	122
7.8	<i>Konstruksjon</i>	123
7.8.1	Gulv mot grunn	123
7.8.2	Yttervegg.....	123
7.8.3	Vindu	124
7.8.4	Tilslutning mellom yttervegg og vindu	125
7.8.5	Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller	125
7.8.6	Tak	126
7.8.7	TEK-sjekk	127
7.9	<i>Fuktforhold</i>	128
7.9.1	Konveksjonssperre	128
7.9.2	Unngå fuktproblem.....	128
7.10	<i>Økonomi</i>	130
7.10.1	Grunnlaget for å estimere mer- og total kostnad	132
7.10.2	Huskostnaden vår	134
7.10.3	Sammenligning av merkostnader	134
7.10.4	Tilskuddsordningene til Enova	134
7.10.5	Besparelser og tilbakebetalingstid	135
7.10.6	Nåverdiberegning.....	135
7.10.7	Estimering av usikkerhet	138
7.10.8	Fremtidige krav	138
8	Konklusjon	140
8.1	<i>Anbefalinger</i>	142
8.2	<i>Videre arbeid</i>	142
9	Referanse	143

Vedleggliste

Vedlegg 1: Forprosjektrapport	18 sider
Vedlegg 2: Befaringsrapport	8 sider
Vedlegg 3: Tegninger	12 sider
Vedlegg 4: Sjekkliste for kontroll	3 sider
Vedlegg 5: TEK-sjekk	4 sider
Vedlegg 6: Intervju	7 sider
Vedlegg 7: Framdriftsrapport	14 sider
Vedlegg 8: Møtereferat	11 sider
Vedlegg 9: Timeliste	8 sider
Vedlegg 10: Logg	22 sider

Figurliste

Figur 1 Eksempel på bebygd areal på en tomt	21
Figur 2 Eksempel på bruksareal for bebyggelsen på en tomt	22
Figur 3 Forslag til nye energikrav	35
Figur 4 Utvendig isolert konstruksjon av betong.....	40
Figur 5 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg, ringmur og gulv på grunn.	41
Figur 6 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg, ringmur og gulv på grunn	41
Figur 7 Prinsipiell oppbygging av vegg med bindingsverk av I-profiler av tre	43
Figur 8 Oppbygging av vegg med gjennomgående stender i I-profil.....	43
Figur 9 Oppbygging av vegg med gjennomgående stender av sammenlimte lameller.	43
Figur 10 Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert laminert stender.....	44
Figur 11 Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert stender med spikerplate	44
Figur 12 Prinsipiell oppbygging av vegg av massivtre	45
Figur 13 Massivtreelement med utenpåliggende trykkfast isolasjon.....	45
Figur 14 Prinsipiell oppbygging av todelt vegg med stender i heltre.....	45
Figur 16 Viser prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og vindu.....	49
Figur 17 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og vindu	50
Figur 18 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller	51
Figur 19 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller	51
Figur 20 En alternativ løsning for tilslutning i takraft for pulttak	53
Figur 21 En alternativ løsning for tilslutning mellom tak og yttervegg ved raft.....	54
Figur 22 Kyoto-pyramiden.....	55
Figur 23 Prinsippskisse for solenergianlegg	61
Figur 24 Prinsippskisse for de viktigste passive solvarmekonseptene	62
Figur 25 Utvendige persienner	63
Figur 26 Utvendig rullegardin.....	64
Figur 27 Prinsipp energiglass.....	65
Figur 28 Termisk komfort avhengig av temperatur og relativ fuktighet	66
Figur 29 CO ₂ -konsentrasjon på et soverom på tre ulike dager	68
Figur 30 Sammenligning komponenter	69
Figur 31. Simulert operativ temperatur uten tiltak. Lett bygg.....	69
Figur 32. Simulert operativ temperatur med tiltak. Lett bygg.....	70
Figur 33 Simulert operativ temperatur med tiltak. Mellomtungt bygg.....	70
Figur 34. Maksimal innendørs temperatur i småhus med forskjellig energistandard.....	71
Figur 35. Passiv- og lavenergiboliger i Wiesbaden, Tyskland.....	71
Figur 36. Gjennomsnittlig romtemperatur om vinteren i CEPHEUS-prosjektene	74

Figur 37. Løvåshagen i Bergen	76
Figur 38. Løvåshagen i Bergen.....	77
Figur 39. Generell tilfredshet med å bo i lavenergi- eller passivhus	78
Figur 40. Myhrerenga borettslag før rehabilitering.....	79
Figur 41. Myhrerenga borettslag etter rehabilitering	79
Figur 42. Passivhus på skøyen i Oslo	80
Figur43 Varmetap gjennom yttervegger med og uten konveksjonssperre.....	85
Figur 44 Viser prinsippet ved bruk av konveksjonssperre	86
Figur 45 Veggsnittene viser plassering av loggerne i de ulike variantene av yttervegger.....	87
Figur 46 Plantegning viser plasseringen av måleutstyr i ytterveggene	88
Figur 47 Situasjonsplan som viser forholdene rundt tomten.	105
Figur 48 Situasjonsplan for forslag 1	107
Figur 49 Sitasjonsplan for forslag 2	109
Figur 50 Sitasjonsplan for forslag 3	111
Figur 51 Situasjonsplan for forslag 4.....	113
Figur 52 Eksempel på solforhold i forskjellige årstider	115
Figur 53 Skilleveggen mellom boenhetene som skal tilfredsstillere krav til brann og lyd.....	124
Figur 54 Snitt A-A av tomannsboligen.....	126

Tabelliste

Tabell 1 Risikoklasser	24
Tabell 2 Preaksepterte ytelser for avtrekksvolum.....	32
Tabell 3 Bygning skal ha følgende energikvaliteter	33
Tabell 4 Minstekrav til varmeisolasjon og tetthet.....	34
Tabell 5 Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap.....	37
Tabell 6 Krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming av passivbolig.....	37
Tabell 7 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall	38
Tabell 8 Typiske U-verdier for passivhus	39
Tabell 9 Effekt- og energibehov og varmetilskudd	39
Tabell 10 Minstekrav til støttebetingede prosjekter	92
Tabell 11 Beregningene i tabellen vise merkostnader av passivhus.....	130
Tabell 12 Kostnadsestimering av hus- og rammekostnad, samt kostnad.....	133
Tabell 13 Grunnlagstall for tilbakebetalingstid.....	135
Tabell 14 Sumfaktor for år 60	136

Begreper

Dampsperre:	Monteres på innsiden av ytterveggen, og hindrer vanndamp fra å trekke inn i konstruksjonen.
Emisjonstall:	Måler varmetapet gjennom vindusruter.
Hovedfunksjoner:	Med hovedfunksjoner menes stue, kjøkken, soverom, bad og toalett.
Klimaskjerm:	Beskytter et bygg mot solstråling, vind og nedbør, for eksempel trepanel eller glass.
Konveksjon:	Er når luftstrømmer transporterer energi, som for eksempel gasser eller varme i væsker.
Luftskifte:	Utskifting av all luft i et hus innen en gitt tid.
Lystransmisjon:	Er verdien på det synlige lyset gjennom ruten. Det blir angitt som prosent av det lyset som faller inn mot glasset.
Passivhus:	Er et bygg som krever lite energi til oppvarming sammenlignet med et vanlig hus. Dette oppnås med blant annet passive tiltak og fornybar energikilde.
Passive tiltak:	Brukes for å redusere energibehov. Eksempel er varmegjenvinning, ekstra varmeisolasjon, ekstra god tetthet, ekstra gode vindu og soltilskudd.
Plan:	Et gulvnivå. Gulvnivået kan være i ett rom eller i flere rom. Dersom det er mindre høydeforskjeller mellom ulike gulvnivåer, ansees de likevel å tilhøre samme plan, så lenge høydeforskjellen er mindre enn 1,20 m.
Relativ fuktighet:	Forhold mellom mengden vanndamp i luften og den maksimale vanndampen som mettet luft kan inneholde.
Rom for varig opphold:	Stue, kjøkken, soverom og arbeidsrom

- Skisseprosjekt/Forprosjekt: En fase tidlig i prosjektet. Utarbeiding av konseptuell design, hovedprinsipper for tekniske løsninger, utforming, plassering, tegnes forslag av boligen i 1:100, legger basisen for prosjektet.
- Solenergitransmisjon: Er summen av den direkte solenergien og den andelen av absorbert solenergi som etterstråler inn.
- Totrinns tetting: Prinsipp for utforming av konstruksjonsdeler som atskiller regntetting og vindtetting med et ventilert og drenert hulrom.
- Varmetap: Tap av varme fra et bygg til ytre omgivelser.
- Vindsperre: Monteres på utsiden av ytterveggen, og hindrer gjennomtrekk inn i konstruksjonen.

1 Innledning

En av de største utfordringene verden står overfor i dag er klimaendringene. Det store utslippet av klimagasser fører til at temperaturen på jorden stiger. Konsekvensene er at isen smelter, havnivået stiger og ekstremvær inntreffer oftere. Forskere og politikere fra hele verden er enige om at det er nødvendig med kraftige og vedvarende kutt i klimagassutslippene. Dette krever en omfattende omlegging av samfunnet.(1)

Bygninger utgjør 40 % av den totale energibruken i Norge. Drift og oppvarming utgjør 85 % av forbruket, mens fremstilling av materialer, riving og bygging utgjør de resterende 15 %.(2) Regjeringen la i stortingsmelding 21 (2011-2012) om norsk klimapolitikk frem en handlingsplan for energieffektivisering, der målet er å redusere samlet energibruk vesentlig i byggesektoren innen 2020. Ett av tiltakene er at de vil skjerpe energikravene i byggt teknisk forskrift til passivhusnivå i 2015 og nesten nullenerginivå i 2020.(3)

Et passivhus er et bygg, som gjennom passive tiltak oppnår et lavt energibehov til oppvarming. Dette innebærer blant annet ekstra isolasjon, minimalisering av kuldebroer, godt isolerte vinduer og dører, og utnyttelse av solenergien.(4) Prosjekteringen må skje innenfor akseptable økonomiske rammer, og må ikke gå på bekostning av et godt innemiljø.(5)

Formålet i denne oppgaven er å tilegne seg kunnskap om prosjektering og passivhus. Det skal prosjekteres et skisseprosjekt av en funksjonell tomannsbolig med passivhusstandard. Boligen skal oppfylle tekniske krav, og en kundes ønsker og behov.

- Hvordan oppfylle kravene ved prosjektering?
- Hvordan oppnå et godt inneklima i passivhus?
- Hvordan oppfylle energiforsyningskravene i forhold til klimaet?
- Er passivhus lønnsomt?

Det fins en generell skepsis til konseptet passivhus. Det stilles spørsmål til tettheten, og i hvilken grad det kan føre til fuktproblemer og dårlig inneklima. Passivhus er dyrere, og det er tvil om merkostnaden kan betales inn igjen på strømregningen. Energibruken i boliger kan ikke fortsette å være like høy som i dag. Passivhus, nullhus og plusshus er fremtiden. En økning av kunnskapen kan bidra til mindre skepsis og føre til bedre løsninger.

1.1 Oppbygging av rapporten

Rapporten er i hovedsak basert på gjennomgang av litteratur. Det er også utført et kort intervju med forskjellige boligprodusenter om passivhus.

Først blir rammene for prosjektet presentert, med et sammendrag fra tomtebefaring og kundemøte. Litteraturdelen av rapporten kan deles inn i tre deler. Den første delen tar for seg kravene som må tas hensyn til i TEK10. Krav og valg som er spesielt rettet mot passivhus blir presentert i del to. Den tredje delen tar for seg erfaringer med inneklime, fuktmålinger og merkostnader. I metodekapittelet forklares blant annet prosessen til prosjektet, og hvordan studien er utført. Resultatet viser boligen som er prosjektert, og svarene fra intervjuene. Noen av løsningene som ble vurdert, og begrunnelse for valg som ble tatt i forhold til boligen blir gjennomgått i diskusjonsdelen. Her blir også inneklime og økonomi diskutert, før det ender med en konklusjon.

2 Utgangspunkt

2.1 Sammendrag av befaringsrapport og kundemøte

2.1.1 Generelt

Tomten ligger i Langevågen i Sula kommune og er regulert til «byggeområde for konsentrert bustad» i henhold til stedfestet reguleringsplan: «Langevåg nord 1» 10.12.1982. (6) Vi vil anbefale en forhåndskonferanse med kommunen tidlig i planleggingsfasen for å få avklaring og unngå misforståelser i det gjeldende prosjektet.

2.1.2 Byggeskikk i området

De eksisterende eneboligene i området varierer fra tidlig på 1900-tallet og helt opp til 2000-tallet. De to nærmeste boligene er fra 1960- og 1930-åra, og fasadene viser tydelig det. Sør for tomten er det nylig bygget en stor Kiwi-butikk med et moderne preg og pulttak. Vegetasjonen rundt tomten er relativt liten. Mot nord er en bergvegg med bratt stigning, og mot nordvest er det et lite skogholt.

2.1.3 Grad av utnyttelse for tomten

Den oppgitte utnyttelsesgraden for konsentrert boligområde er $u=15-25\%$. Siden bestemmelsene fra dette område er fra 1982, gjelder byggeforeskrift 1969 og NS 3940. Byggeforeskriften definerer utnyttingsgraden som «*Forholdet mellom brutto gulvareal i bebyggelse og brutto grunnareal inklusive halvparten av tilstøtende veg, bane, plass, parkvann eller elv, maksimalt 10 m*». Dagens utnyttingskrav ifølge TEK10, fastsettes etter bebygd areal, prosent bebygd areal, bruksareal eller prosent bruksareal. Målet på den gitte tomten er 952,2 m² og den totale BYA, inklusiv parkering, blir 300,1 m². Dermed får vi en prosent bebygd areal på 31,5%. Denne overstiger den gitte utnyttingsgraden, og vi vil søke dispensasjon for det. Vi mener at vi har et godt grunnlag for å søke dispensasjonen. Tomannsboligen er prosjektert i henhold til passivhusstandard og tilgjengelig bolig, som begge krever mye areal. De to faktorene er fremtidsrettet og positive, ikke bare for beboerne av boligene, men også for samfunnet. Et annet godt argument på dispensasjon er at det i arealdelen til kommuneplanen står at det er et behov for fortetting rundt sentrumsområdet. (7)

2.1.4 Møne- og gesimshøyde

Bestemmelsene for området nevnte ingenting om hva som er maks gesims- eller mønehøyde. Vi sendte derfor en e-post til teknisk sjef i Sula kommune, Terje Havnegjerde, og spurte hvordan dette skulle tolkes. Til svar fikk vi at det er ingen spesifikke krav til møne/gesimshøyde i bestemmelsene, og at eldre reguleringsplaner hadde litt mer «uspesifiserte» reguleringsbestemmelser, enn nye planer. Når kommunen skal behandle byggesøknader innenfor det gitte området, så bruker de begrensningen, «inntil to målbare etasjeplan» fra bestemmelsene i teknisk forskrift.

Siden maks møne- og gesimshøyde ikke var oppgitt, har vi gått ut ifra bestemmelsene fra plan- og bygningsloven § 29-4; maks mønehøyde til 8,0 m og maks gesimshøyde til 9,0 m.

2.1.5 Kundemøte

Tiltakshaver ønsket en vertikaldelt tomannsbolig med moderne arkitektonisk uttrykk. Kunden ville helst ha pulttak, som passer best til det han ser for seg som moderne stil.

Han ville at boligene skulle plasseres best mulig på tomten, med fokus på stort uteområde med terrasse og best mulig utnyttning av solforholdene. Kunden vil også ha tilgjengelig bolig.

Opprinnelig sa ikke kunden noe om passivhus. Men gruppen ville ha en litt mer utfordrende oppgave, og valgte å fordype oss i hva det vil si å prosjektere etter passivhusstandard.

3 Teoretisk grunnlag

3.1 Krav fra TEK10

Ved prosjektering av en tomannsbolig, må kravene som gjelder i byggt teknisk forskrift oppfylles. Forskriften beskriver det som er minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge. For å få et bedre bygg kan det være lurt å prosjektere og bygge bedre enn minimumskravene.

Forskriften skal sikre at visse hensyn blir tatt under planlegging, prosjektering og utførelse. Dette gjelder blant annet uteareal, plassering av byggverk, tilgjengelighet og utnyttingsgrad. Det skal også oppfylles krav til brann, miljø og energi. Denne delen av rapporten tar for seg de forholdene og kravene som er aktuelle for en tomannsbolig.

3.2 Byggeskikk

Myndighetene ønsker å fremme en bærekraftig utvikling i fremtiden. Hovedfokuset vil være utvikling av sosiale og økonomiske egenskaper i samfunnet.

Store forandringer i klima, vekst og transformasjon har skapt nye utfordringer knyttet til utvikling av bygninger, byer og tettsted. Det er derfor på tide å sette større fokus på kommunens kvalitetsarbeid med fysisk miljø og bedre byggeskikk. Omgivelser påvirker mennesker både fysisk, mentalt og gir en følelse av tilhørighet i samfunnet. God arkitektur og byggeskikk er også med på å representere oss som et samfunn. Det bør derfor være i offentlighetens interesse å omgi oss med god kvalitet. (8)

Regjeringen ønsker en ny, helhetlig arkitekturpolitikk, og visjonen er:

God arkitektur skal bidra til høy livskvalitet, og gi attraktive, funksjonelle og universelt utformede byggverk og omgivelser. God arkitektur skal uttrykke felles kultur og identitet. Arkitekturen skal bidra til velferd, bærekraft og verdiskaping, og inspirere til å bevare og berike. Arkitekturpolitikken skal innrettes mot helhet og sammenheng i våre fysiske omgivelser. [(9), s.8]

Plan og bygningsloven benytter ikke begrepet byggeskikk, men stiller krav om at «bygninger skal prosjekteres og utføres slik at de etter kommunens skjønn innehar gode visuelle kvaliteter både i seg selv og i forhold til sin funksjon, sine bygde og naturlige omgivelser og sin plassering.» [(5), s.32]

Begrepet «god byggeskikk» innenfor boligmarkedet vil si, i tillegg til god arkitektur; tilpasning til natur, klima og bygningsmiljøet i regionen og at huset «ligger godt i terrenget». Huset skal tilpasses tomten, tomten skal ikke tilpasses huset. Boliger som prosjekteres for lavt energibruk, og som skal bruke ressurs- og miljøvennlige materialer, går under samme begrep. (5)

3.3 Klimapåvirkning

3.3.1 Klimaendringer

Klimapåvirkningene i Norge kan bli store og kan variere voldsomt fra sted til sted. Fjell, daler, kupert terreng og varierende vegetasjon er faktorer som påvirke klimaet. Mangelfull tilpasning til lokale forhold kan ha negative virkninger på materialer og konstruksjonene. For å oppnå riktig tilpasning, må det tas hensyn til konstruksjonsoppbygging, geografisk plassering, utforming av bygningen, materialegenskaper og de forventede klimapåvirkningene. (5)

I framtiden vil global oppvarming føre til klimaendringer som vil få betydning for det bygde miljø, både for plassering av bygninger og for hvilke påvirkninger de må tåle. (10) Dette må tas med i beregningene for planlegging av framtidige boliger. (5) De samme kravene gjelder for sekundærvirkninger av ras, som for eksempel store fjellskred som kan føre til flodbølger og flom. (10)

3.3.2 Vind

Styrken og hyppigheten til vinden varierer mye gjennom landet. Topografi, høyder på bygninger eller tettheten mellom bygg, kan gi store lokale variasjoner i vindhastigheten. For en bygning har vindpåvirkninger stor betydning for beregning av dynamiske laster, og for dimensjonering av stabilitet og forankring. En tett klimaskjerm som holder vinden ute er vesentlig for muligheten til å spare energi i boliger. På den siden av bygget som ligger i le oppstår det utvendig undertrykk som suger varm inneluft ut gjennom utettheter i bygningskroppen. Som et resultat av dette kan det oppstå energitap, og det blir en økt risiko for kondens. På vindsiden blir det et utvendig overtrykk som gir økt varmetap på grunn av nedkjølte fasader og utilsiktet infiltrasjon.(5)

3.3.3 Nedbør

Områder langs kysten opplever mye slagregn, og det må tas spesielle hensyn ved valg av hustype, form og tekniske løsninger. (5) Fasadekledning, vindu, dør og installasjon som går

igjennom vegg, skal utformes slik at nedbør som trenger inn blir drenert bort, eller tørkes fort opp så det ikke oppstår skader. Fasaden kan utformes med to-trinns-tetting eller andre like sikre metoder. Snøsmelting på takkonstruksjoner kan føre til skadelig ising, derfor skal taket prosjekteres og utføres med tilstrekkelig fall og avløp slik at regn og smeltevann renner av. Nedbør og smeltevann må dreneres bort fra bygningskonstruksjonen ved bruk av en form for nedløpssystem, slik at verken byggverket eller terrenget får skadelig fuktpåkjenning. (10)

3.3.4 Snø

Snø har stor betydning for utforming, konstruktiv oppbygging og plassering av bygningen i terrenget. Derimot er det store geografiske forskjeller på snømengden. I innlandet er det kaldere klima enn på vestkysten, som har varmere klima og mer regn. Ved dimensjonering må det tas hensyn til faktoren karakteristisk snølast, som er avhengig av beliggenheten. (5)

3.3.5 Flom og skred

I henhold til plan- og bygningsloven skal det kun bygges på tomten dersom det er bevist tilstrekkelig sikkerhet mot fare fra natur- eller miljøforhold. Dersom grunnen ikke er tilstrekkelig sikker mot fare, skal kommunen gjøre nødvendige tiltak. (10)

I områder der skred eller flom kan være en trussel, stiller TEK10 krav om det skal fastsettes sikkerhetsklasse før plassering av bygg. Sikkerhetsklassene er delt inn i tre nivå. Desto større konsekvenser skader av skred eller flom hadde påført, desto lavere nominell sannsynlighet for skred eller flom kan aksepteres. (5)

3.3.6 Radon

Radon er en usynlig og luktfri radioaktiv gass, som øker risikoen for å utvikle lungekreft hos de som blir eksponert for den. Radon er en edelgass som tilføres innemiljøet fra berggrunn og jordsmonn under huset. (2)

Norge, Sverige og Finland er de landene med høyest konsentrasjon av radon i inneluft. Beregninger fra Statens strålevern antyder at ca. 300 lungekreftsdødsfall kan relateres til radon hvert år. Verdens helseorganisasjon har konkludert med at dette er den nest største årsaken til lungekreft etter røyking. (11) Konsentrasjoner av radon måles i becquerel per m³ (Bq/m³). (2) Ifølge kravet i TEK 10 skal ikke konsentrasjonen av radon overstige 200 Bq/m³ i årsgjennomsnitt. Målinger av radonkonsentrasjon skal utføres i samsvar med Statens

Stråleverns måleprosedyrer. Det finnes flere forebyggende tiltak for å begrense innstrømmingen av radonholdig luft til bygninger. Eksempelvis radonmembran, ventilering av byggegrunnen og ventilasjonstekniske tiltak. Ifølge § 13-5 i TEK 10 skal alle nye bygg utføres med radonsperre mot grunnen. I de fleste tilfeller vil det også være nødvendig med radonmembran under bygget. Dette er fordi membranen skal sikre at radonsperren fungerer over tid. For alle bygninger som er beregnet for varig opphold skal det legges til rette for tiltak som kan aktiveres dersom innelufta overstiger radonkonsentrasjon på 100 Bq/ m³. (12) Det anbefales målinger på konsentrasjonen av radon i nye bygg etter at de er tatt i bruk. (2)

3.4 Plassering av byggverk

For å få mest mulig utnyttelse av tomten er plassering og orientering av byggverket meget viktig. Plasseringen av bygget skal være best mulig i forhold til lys- og solforhold, samt lyd- og vibrasjonsforhold. Formen på huset har stor betydning for å oppnå gode og lune oppholdssoner utenfor huset. (5) Noen deler av oppholdssonen bør ha overbygg på grunn av strålingsforholdene. (13) Trær og vegetasjon rundt huset bidrar til å redusere vindhastighet og støy. Det kan begrense slitasje på bygningen, samt gi et godt estetisk uttrykk. SINTEF Byggforsk, Byggeblad 311.110 viser forskjellige tiltak som kan gjøres i landskapet for å oppnå god vindskjerming. (14) Vindskjerming har en direkte sammenheng med energibesparing. Vindutsatte boliger kan ha opptil 10% høyere energiforbruk enn skjermede boliger. (5)

3.5 Uteareal

Alle byggverk skal etter sin funksjon ha et godt uteoppholdsareal. Utearealet skal kunne brukes av alle, uansett alder og funksjonsevne. Det skal være utformet på en måte som gir mulighet for opphold, sosialt samvær, rekreasjon, lek og spill i alle de ulike årstidene. Kunstig lys og gode solforhold er avgjørende for sikkerhet og trivsel. (15) Om arealet ligger nært byggverk skal utformingen av plassen være sikker og trygg, spesielt med hensyn til avskjerming mot trafikk og sikring av nivåforskjeller. (16)

Gangvei vil si mellom kjørbare vei og parkering til inngangsparti og uteoppholdsareal.

Gangatkomst til bygning med boenhet skal være trinnfri og ikke ha større stigning enn 1:15. For kortere strekning inntil 3,0 m kan stigning være maksimum 1:12. For hver 0,6 m høydeforskjell skal det være hvileplan med lengde minimum 1,5 m. [(15), §8-6]

Kravene for trinnfri atkomst angår samtlige bygg med boenheter. Unntaket gjelder for småhus som ligger i så bratt terreng at kravene for stigningsforhold ikke kan oppnåes. (15)

Driftsfunksjonene, som parkering, lagring, klestørk og plass for søppeldunk, er som oftest på de delene av tomten som er minst attraktive for rekreasjon og lek. De delene ligger som oftest i nordre og/eller østre del av tomten. Hagen skal helst plasseres på den mest solrike delen av tomten, som er mot sør og vest. Den delen av tomten bør helst ikke brukes til trafikkformål. (16)

TEK10 krever at terrenget omkring byggverket må være planert med et fall på minimum 1:50 vekk fra bygget, avstanden må være på minimum 3 m. (12)

3.6 Grad av utnytting

3.6.1 Generelt

Tillatt grad av utnytting angir hvor stor del av tomtas areal som kan bebygges. Grad av utnytting fastsettes i bestemmelsene til kommuneplanens arealdel, eller reguleringsplan for et avgrenset område.

Ved å sette grenser for utnyttelse av eiendommer, kan kommunen styre arealbruken og kontrollere utviklingen av et område. Grad av utnytting er et viktig styringsmiddel for å forme ny bebyggelse. Det er med på å ta hensyn til uteoppholdsareal, belastning på infrastruktur, forholdet til omgivelsene og bokvalitet. Hvilken utnytting som er akseptabel vil ha sammenheng med hvordan området som helhet disponeres.(17)

Grad av utnytting skal ifølge TEK fastsettes etter en eller flere av følgende metoder:

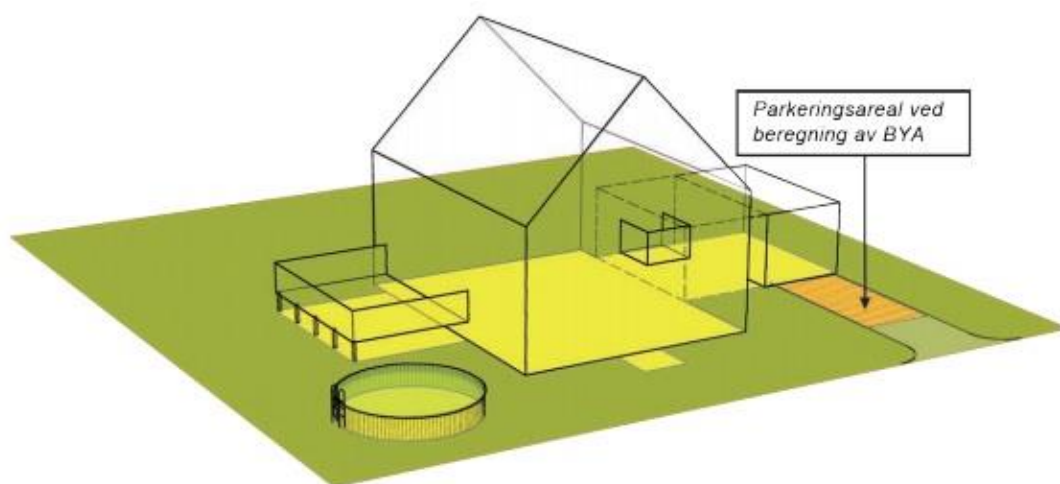
1. Bebygd areal (BYA)
2. Prosent bebygd areal (%-BYA)
3. Bruksareal (BRA)
4. Prosent bruksareal (%-BRA) (18)

3.6.2 Bebygd areal

Bebygd areal (BYA) er summen av det arealet som bygninger, overbygde åpne areal og konstruksjoner over bakken opptar av terrenget, i tillegg til nødvendig areal for biloppstillingsplasser på tomta. Arealet måles på utsiden av veggen, og man kan kalle det bygningens «fotavtrykk». Bebygd areal på en tomt skrives $m^2 - BYA$ og angis i hele tall. Det

beregnes med utgangspunkt i NS 3940(19) i tillegg til nødvendig parkeringsareal etter TEK10 § 5-7.(17) Bebygd areal omfatter:

- Det arealet som bygningen(e) opptar av terrenget.
- Åpent, overbygd areal.
- Utkragede bygningsdeler med fri høyde over terreng mindre enn 5 meter.
- Konstruksjoner og bygningsdeler som stikker mer enn 0.5 meter over gjennomsnittsnivået for planert terreng rundt konstruksjonen eller bygningsdelen.(19)



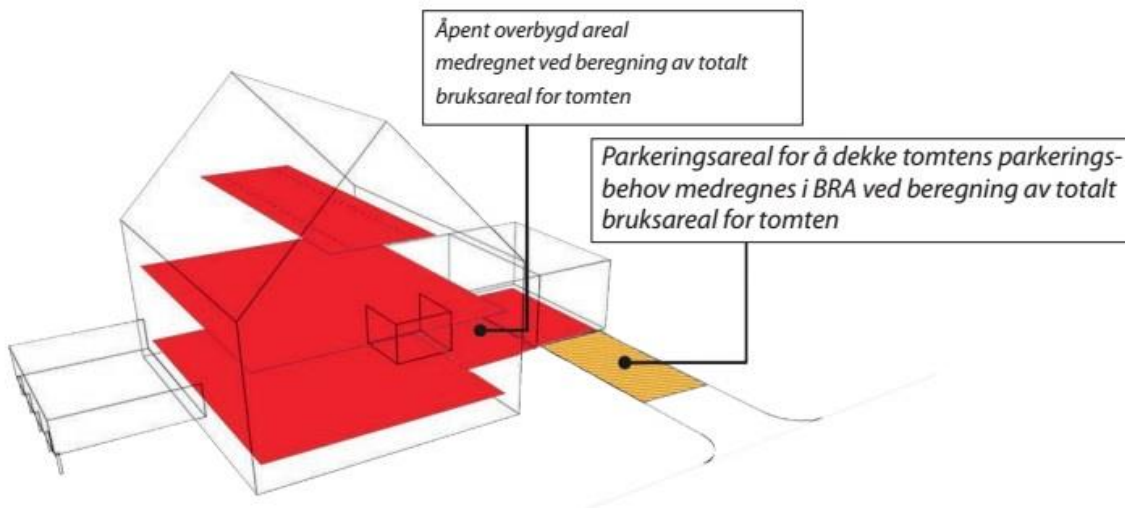
Figur 1 Eksempel på bebygd areal på en tomt. Kilde: H-2300 B Grad av utnyttning – Beregnings- og måleregler

3.6.3 Prosent bebygd areal

Prosent bebygd areal (%-BYA) angir forholdet mellom bebygd areal og tomtearealet. For eksempel når det blir angitt 20 % - BYA i en arealplanbestemmelse, er dette en øvre grense for tillatt bebygd areal.(17)

3.6.4 Bruksareal

Bruksareal er summen av det arealet som ligger innenfor omsluttende vegger. For bebyggelse på en tomt (BRA) gjelder dette summen av bruksarealer for bygninger/konstruksjoner, overbygde arealer og parkeringsarealer. For en bygning gjelder alle måleverdige plan, uavhengig av om planet er innredet eller tilgjengelig. Bruksareal for bebyggelse på en tomt skrives m²- BRA og angis i hele tall. Det beregnes med utgangspunkt i NS 3940(19) i tillegg til nødvendig parkeringsareal etter TEK10 § 5-7. (17)



Figur 2 Eksempel på bruksareal for bebyggelsen på en tomt. Kilde: H-2300 B Grad av utnytting – Beregnings- og måleregler

3.6.5 Prosent bruksareal

Prosent bruksareal (%-BRA) angir forholdet mellom bruksareal og tomtearealet. Angis i hele tall.(17)

3.6.6 Parkeringsareal

Nødvendig parkeringsareal skal medregnes både i bebygd areal og i bruksareal. Dette gjelder uavhengig av om parkering skjer innomhus, i garasje, carport eller på terreng uten overbygning.(17) Det skal ved søknad om tiltak vises hvordan parkeringen løses.(18)

3.6.7 Høyde

Plan- og bygningsloven §§ 11-9 og 12-7 gir kommunen hjemmel til å gi planbestemmelser om bygningers høyde. Om bygningers høyde ikke er fastsatt i plan, gjelder bestemmelsene i plan- og bygningsloven § 29-4 første ledd, som angir maksimal gesimshøyde til 8 meter og maksimal mønehøyde til 9 meter.(17)

3.6.8 Eldre planer

For byggesaker som behandles etter eldre planer bør begrepene og målereglene som gjaldt på det tidspunktet planen ble vedtatt/stadfestet legges til grunn.(17)

3.7 Brann

3.7.1 Generelt

Årlig omkommer 60-65 personer ved branner, de fleste i forbindelse med brann i boliger. Av disse omkommer 70-75 % av røyk- og gassforgiftning, de resterende 20-25 % av forbrenningsskader. Grunnen til at røyk- og gassforgiftning er hovedårsaken til tapte liv, er at brannene som regel oppstår ved at bar ild fra fyrstikker, stearinlys eller liknende antenner møbler, senger og inventar som avgir mye røyk og giftige gasser når de antennes.(2)

I det tidlige brannforløpet har det liten betydning om bygningen er utført av brennbare eller ubrennbare materialer og konstruksjoner. Men på et gitt tidspunkt, når brannen har økt i omfang, har type kledningsmaterialer og deretter konstruksjonsmaterialer betydning for det videre brannforløpet.(2) Her vil også tiltak som er gjort mot brannspredning mellom byggverk, tiltak for å øke rømnings- og redningstider og tilrettelegging for rednings- og slökkemannskap, spille en stor rolle for hvor omfattende skadene til slutt blir.

3.7.2 Krav til sikkerhet mot brann

Myndighetene stiller krav til bygninger for å ivareta sikkerheten for personers liv og helse ved brannpåkjenning. I TEK 10 står det:

1. *Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.*
2. *Det skal være tilfredsstillende mulighet for å redde personer og husdyr og for effektiv slokkeinnsats.*
3. *Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for brannspredning til andre byggverk blir liten. [(20), §11-1]*

Kravene til brannteknisk sikkerhet avhenger av bygningstype og spesielt til personrisiko ved en brann. § 11-2 plasserer byggverk i risikoklasser ut fra den trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse. Risikoklassene skal legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre rømning og redning ved brann. Bygningens risikoklasse bestemmes ut fra tabellen nedenfor.

Risikoklasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	ja	ja	nei	ja
2	ja/nei	ja	nei	nei
3	nei	ja	nei	ja
4	nei	ja	ja	ja
5	nei	nei	nei	ja
6	nei	nei	ja	ja

Tabell 1 Risikoklasser. Kilde: TEK10 § 11-2

En tomannsbolig er beregnet for personopphold, overnatting, at beboerne har kjennskap til rømningsveier og kan bringe seg selv i sikkerhet ved brann og at bruk av boligen medfører liten brannfare. En tomannsbolig ligger da i risikoklasse 4.

§ 11-3 plasserer bygninger i brannklasser ut fra de konsekvensene en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Konsekvensene er avhengig av bruken av byggverket, størrelse, planløsning, brannenergi mv. Byggverk plasseres i brannklasse 1, 2 eller 3 avhengig av aktuell risikoklasse og antall etasjer. En tomannsbolig i risikoklasse 4 med to etasjer havner i brannklasse 1.

3.7.3 Brannteknisk prosjektering

Forenklet brannteknisk prosjektering betyr at de preaksepterte ytelsene for brannsikkerhet følges uten fravik.(20) For småhus og de fleste bygninger i brannklasse 1 kan hus prosjekteres bare ved bruk av de preaksepterte ytelsene.(5)

§ 11-4 stiller krav til bæreevne og stabilitet. Hovedformålet er at byggverket bevarer sin stabilitet og bæreevne i den tiden som er nødvendig for rømning og redning. I følge veiledningen kan bygninger i brannklasse 1 og risikoklasse 4 ha hoved- og sekundærbæresystem med brannmotstand R 15.

§ 11-6 omhandler tiltak mot brannspredning mellom byggverk. Lengden fra ett byggverk til et annet skal være 8,0 meter, for å unngå spredning av brann. Avstanden kan være mindre enn dette dersom det settes inn andre tiltak som brannvegg eller større brannmotstand i yttervegger og tak.

I følge § 11-8 skal hver boenhet være en egen branncelle. Oppdeling i brannceller skal bidra til sikker rømning og redning, men skal også bidra til å forsinke og begrense brann- og

røykspredningen slik at det ikke oppstår unødig store materielle skader. Det vil også bidra til å lette sløkkearbeidet. Branncellebegrensende vegg må ha brannmotstand EI 30.

Hvilke materialer og produkter som er valgt har mye å si for hvor raskt antennelse kan skje, og for varmeavgivelsen og røykutviklingen under brann. En meget rask brannutvikling kan utgjøre en fare for personsikkerheten. § 11-9 sier at materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Veiledningen gir preaksepterte ytelser for innvendige overflater og kledninger.

Videre sier veiledningen at bruk av ubrennbar isolasjon som fyller konstruksjonen helt, vil gi den brannteknisk sikreste og mest robuste utførelsen. Brennbar isolasjon kan bidra til uakseptabel brannspredning og kan utvikle store mengder røyk.

§ 11-10 sier at det også er viktig at tekniske installasjoner prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår, eller at brann og røyk sprer seg.

Det viktigste ved en brann er at alle personer kommer seg ut i sikkerhet. I følge § 11-11 skal brannceller ha en slik form og innredning at varsling, rømning og redning kan skje på en rask og effektiv måte. § 11-12 sier at i en tomannsbolig kan det brukes røykvarsler for tidlig oppdagelse av brann. Det må være minst én røykvarsler pr. etasje, og de må være seriekoblet.

For rask og sikker rømning fins det i § 11-13 krav om utgang fra branncelle. En branncelle som består av flere etasjer skal ha minst én utgang fra hver etasje. I byggverk i risikoklasse 4 kan utgangen fra disse planene, utenom inngangsplanet, være vindu som er tilrettelagt for sikker rømning. I tillegg må følgende ytelser minst være oppfylt:

- ✓ *I byggverk i risikoklasse 4 kan utgangen være rømningsvindu som har underkant til og med 5,0 m over planert terreng, eller til og med 7,5 m over planert terreng dersom det er atkomst til fastmontert stige med ryggbøyer.*
 - ✓ *I risikoklasse 4 må minst annethvert rom for varig opphold ha rømningsvindu.*
 - ✓ *Rømningsvindu må ha høyde minimum 0,6 m og bredde minimum 0,5 m. Summen av høyde og bredde må være minimum 1,5 m. Svingvinduer med dreieakse må ha tilsvarende effektiv åpning.*
 - ✓ *Rømningsvindu må være lett å åpne uten bruk av spesialverktøy og må være hengslet slik at det er lett å komme ut av vinduet.*
 - ✓ *Rømningsvindu må være tilgjengelig for brannvesenets høyderedskap. I boenheter er det tilstrekkelig at ett rømningsvindu er tilgjengelig for brannvesenets høyderedskap.*
- [(20), §11-13]

§ 11-16 bestemmer at byggverk i risikoklasse 4 må ha enten håndsløkkeapparat eller egnet brannslange som rekker inn i alle rom.

Når en brann har oppstått er det viktig at forholdene i og rundt byggverket er lagt til rette for at brannvesenet skal kunne utføre effektiv rednings- og slukkeinnsats, uten unødvendig risiko for skader på personell og utstyr. Derfor må det ifølge § 11-17 være tilrettelagt for kjørbare atkomst helt frem til hovedinngang og brannvesenets angrepsvei i byggverk. For mindre byggverk i risikoklasse 4 og brannklasse 1 kan det aksepteres avstand på inntil 50 meter.

3.8 Planløsning

3.8.1 Generelt

God utforming av planløsning har stor betydning for byggets framtid. Den avgjør dets brukbarhet, innemiljø, mulighet for vedlikehold og renhold. De arkitektoniske kvalitetene i planløsningen bør være gjennomtenkte og funksjonelle.(21)

3.8.2 Romfordeling

For boliger som skal bygges som passivhus bør man hele tiden tenke energi og varmetap. To rom som ligger vegg i vegg bør ha samme temperatur, for å unngå varmetap. Det kan være hensiktsmessig å ha kalde boder og garasje som skjerm mot yttervegger, særlig mot nord. På den måten oppnår man ekstra vindtetting mot bruksrommene, noe som reduserer varmetap. Det kan være en fordel å ha et vindfang som en sluse mellom ytterdøren og de oppvarmede sonene i huset. Det forhindrer at kald luft trekker inn i boligen når ytterdøren blir åpnet. Rom som har tekniske installasjoner og annet utstyr som bruker energi, som for eksempel oppvarmingsenhet, varmtvannsbereder, ventilasjonsanlegg, kjøleaggregat, osv, må ligge innenfor isolasjonssjiktet. På den måten kan varmen som produseres der bli brukt videre i boligen.(5)

3.8.3 Tilgjengelighet

Regjeringspartiene i Norge har en visjon om fremtiden. Visjonen er at alle, uavhengig av kjønn, alder, etnisitet, religion eller nedsatt funksjonsevne skal ha sin plass og funksjon i samfunnet. (22) I regjeringen sin handlingsplan står det:

Regjeringen ønsker å komme bort fra en tankegang der individet blir definert som problemet, og der spesielle tiltak for personer med nedsatt funksjonsevne blir

hovedløsningen. Universell utforming av det fysiske miljø innebærer en likeverdig form for tilgjengelighet slik at hovedløsningen kan brukes av flest mulig. [(22), s. 4]

For å sikre at funksjonshemmede har en mulighet for deltakelse i samfunnet, må bygg ha brukbarhet og tilgjengelighet. Dette har en avgjørende betydning for likestilling innen utdanning, arbeid og sosialt liv. Denne løsningen vil ha mye å si for den enkeltes livskvalitet og livsglede.

Norge er i utvikling, og i fremtiden vil tallet på eldre øke betraktelig. Bedre tilgjengelighet og tilrettelegging i boliger vil være avgjørende for at de med nedsatt funksjon i kroppen kan fortsatt ha et normalt liv. Det vil òg ha en positiv påvirkning på det fremtidige helsebudsjettet. (23)

Lovverket stiller ikke krav til universell utforming av boliger. Når det er snakk om krav til boliger blir begrepet *tilgjengelig boenhet* brukt. Teknisk forskrift deler inn kravene til funksjonalitet i *brukbarhet* og *tilgjengelighet*. (21) Brukbarhet er generelle krav om for eksempel dagslys, høyder, oppbevaring, riktig funksjon, osv. Dette er minimumskrav som må oppfylles i alle boliger. (5)

Kravene til tilgjengelig bolig trer i kraft ved forskjellige tilfeller. Dersom det er krav til heis i bygget er det automatisk tilgjengelig boenhet. Dette gjelder også dersom boenheten har alle hovedfunksjonene på inngangsplanet. Atkomstvei skal ha en oversiktlig og trinnfri forbindelse mellom hovedinngang, parkering og kjørbær vei. Kravet til tilgjengelig bolig gjelder ikke dersom terrenget er for bratt til at kravet om stigningsforhold kan oppnås. (23)

Entrè og dører skal ha tilstrekkelig bredde for at en rullestolbruker skal kunne bemanne døren og ha fri klaring. Inngangsdør skal ha fri bredde på minimum 0,9 m og skal kunne åpnes med en kraft på maksimum 30 N. Innerdører skal ha fri bredde på minimum 0,8 m. Alle rommene med hovedfunksjoner skal være dimensjonert for rullestol, det vil si ha en snusirkel på 1,5 m. Det gjelder også om der er flere soverom eller stuer på samme plan. En rullestolbruker skal kunne betjene alle funksjonene i rommene på en tilfredsstillende måte. Med det menes at man for eksempel skal komme seg ut og inn av sengen eller ta klær inn/ut av skapet. For å oppnå det må rommene ha snusirkel i riktige soner, trinnfri adkomst til rommene og fri passasje til dør og vindu. Snusirkelen skal ikke overlappes fast innredning eller slagarealet til dører i rommet på plantegningen.

For boder i boligen er det ikke krav om snusirkel, men det må være tilstrekkelig betjeningsareal slik at rullestolbrukeren kan kjøre inn, utføre oppgaven og rygge ut igjen. Balkong, terrasse og uteplasser skal ha snuarealet på 1,5 m, og trinnfri tilgang. Denne funksjonelle planløsningen

sikrer at mange flere kan bli boende i hjemmet sitt mye lenger hvis de blir syke, gamle eller på annen måte har behov for ekstra plass. (5,23)

Krav til tilgjengelig bad og toalett i en boenhet gjelder alltid uansett. Planløsningen skal være utført på den måten at det skal være lett å montere nødvendig utstyr ved en senere anledning.

Det skal minimum være ett bad og toalett i hver boenhet, der følgene skal oppfylles;

Størrelse og planløsning skal være slik at det er fri gulvplass til en snusirkel med diameter på minimum 1,5 m foran toalett, minimum 0,9 m fri gulvplass på den ene siden av toalettet og minimum 0,2 m på den andre siden. Det skal være fri passasjebredde på 0,9 m fram til fri plass ved siden av toalett. [(23), §12-9]

Byggforskserien viser preaksepterte løsninger som gjelder for tilgjengelighet i bolig og tilgjengelig baderom, med SINTEF Byggforsk sin tolkning og anbefaling. (24–28)

3.9 Lys

Mennesker trenger lys og belysning for helsen og trivsel. Belysningen påvirker i stor grad det inntrykket vi får av rom, romvirkninger, farger og teksturer. (29)

Naturlig lys stimulerer mennesker på en positiv måte. Dagslyset preges av årsvariasjoner, geografisk sted og værforhold som gjør at det varierer i styrke, farge og retning. Lysets variasjon gjennom en dag har en livsviktig rytmeregulerende egenskap. Rytmen skaper en naturlig våken- og hviletid som kroppen er avhengig av for å stimulere immunforsvaret. Sommeren i Norge har mye naturlig lys som varer lenge, og det kan bli nødvendig med beskyttelse mot blinding og varmestråling. Om vinteren i Norge blir det naturlige lyset så svakt at kunstig belysning er svært viktig for innemiljøet. (30)

Rom for varig opphold skal tilfredsstillte TEK10 sitt krav på tilgang på naturlig lys. Kravet er enten gjennomsnittlig dagslysfaktor i et rom på minimum 2%, eller ved at rommets dagslysfaktor utgjør minimum 10% av bruksarealet. Kravet kan verifiseres ved beregning. (12)

Om passivhus-anbefalingene blir fulgt kan dagslysinnsippet bli redusert. Kompakt bygningsform, beskjedent vindusareal, bedre U-verdi på ruter og tykker vegger, er alle faktorer som hindrer naturlig lys. For passivhus er det derfor viktig å plassere vinduene optimalt i de områdene det skal være varig opphold. Det mest gunstige for dagslysinnsipp er vinduer plassert høyt på veggen, men ikke så høyt at man hindrer utsyn.

3.10 Lyd

3.10.1 Krav i byggeteknisk forskrift

Brukere av byggverk skal oppleve tilfredsstillende lyd- og vibrasjonsforhold. Bygg må derfor planlegges, prosjekteres og utføres slik at beboerne sikres mot støy og vibrasjoner. Gode lydforhold sikrer mulighet for blant annet arbeid, rekreasjon, søvn og konsentrasjon. En boenhet defineres i lydteknisk sammenheng som et brukerområde. Dette er en del av en bygning som må beskyttes mot støy fra andre deler av bygningen og fra utendørs kilder. Det settes krav til at skillekonstruksjonen mellom brukerområder skal ha lydisolerende egenskaper. Dette er for å sikre tilfredsstillende lydforhold med hensyn på luftlyd i brukerområder og på omliggende arealer. Det er ikke krav til lydisolasjon mellom rommene innenfor et brukerområde. Likevel anbefales det for å sikre mot støy fra egenprodusert støy, som husholdningsapparater, radio, tale og lignende.

Beboere skal ikke oppleve støy fra bygningstekniske installasjoner, som for eksempel varmeinstallasjon, ventilasjonsanlegg, vann- og avløpsinstallasjoner og sentralstøvsuger. Dette må derfor tas hensyn til når de plasseres, prosjekteres og utføres.

Gode lydforhold i boenhetene sikres med tilfredsstillende luftlydisolasjon, trinnlydisolasjon, romakustiske størrelser og lydnivå. NS 8175:2012 fastsetter grenseverdier for lydforhold for ulike bygningstyper. Lydkravene i klasse A er de strengeste og klasse D er de svakeste. Når grenseverdiene til klasse C for et bygg er oppfylt, vil minimumskravene til byggeforskriften være nådd. Skal en bygning eller deler av en bygning klassifiseres i en lydklasse, må alle kriteriene som er angitt være oppfylt.

Kravene til lydforhold vil være med å bestemme valg av konstruksjoner og byggematerialer. Ved ferdigstillelse av bygg kan lydforholdene testes ved måling. Dersom lydforholdene i et byggverk skal bedres i ettertid kan det bli svært vanskelig, og kan få store økonomiske konsekvenser. (12)

3.10.2 Luftlydisolasjon

Luftlydisolasjon er en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydsoverføringer i bygninger. Det brukes målestørrelsen feltmålt veid lydreduksjonstall R'_w , med enhet dB.(31) Lydreduksjonstallet er differansen mellom innfallende og transmittert lydenergi. (2) Mellom boenheter er kravet til lydklasse C $R'_w = 55$ dB.(31)

For at en konstruksjon skal gi god luftlydisolering må den yte stor motstand for ikke å komme i svingninger. Til høyere flatemassen er, til mindre svingninger vil det bli i konstruksjonen. Trekonstruksjon som enkeltkonstruksjon har for liten flatemasse for å kunne tilfredsstillende kravet til veid feltemålt lydreduksjonstill. For å kunne oppnå kravet kan det brukes dobbeltkonstruksjoner av tre, samt mur eller betong. Dobbeltkonstruksjoner av tre vil være to separate veggkonstruksjoner, der det helst ikke skal være noe mekanisk kontakt mellom sidene i konstruksjonen. Da vil veggene kunne svinge fritt og uavhengig av hverandre. Lette etasjeskillere av trebjelkelag eller massivtreelementer kan oppnå god lydisolering ved bruk av elastisk opphengt himling og/eller flytende golvkonstruksjon oppå. Platelag som kan svinge mest mulig uavhengig av konstruksjonen vil redusere lydoverføringen. Tyngden på disse platene vil også være avgjørende for lydisoleringen, siden tyngre plater krever mer energi for å komme i bevegelse. (2)

3.10.3 Trinnlydnivå

Trinnlydnivå beskriver en konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn, dunking o.l. i bygninger. Først og fremst er trinnlydisoleringen bestemt av gulvets overflate/belegg. Myke overflater som gir fjæring, som f.eks. tepper, vinylfilt og kork kan redusere trinnlydnivået. Dette gjelder for det laveste frekvensområdet. For å oppnå best mulig trinnlydisolasjon brukes flytende gulv. Flytende gulv vil være et tilskudd i luftlydisolasjon, samtidig som det fungerer godt i det laveste frekvensområdet. Elastisk opphengt himling er også et prinsipp for trinnlydisolering av etasjeskillere. Da får himlingen svinge uavhengig i forhold til bjelkelaget. Den kan henges opp i separate himlingsbjelker eller via myke skinner eller bøylere som er festet i bjelkelaget. Er materialet tungt og mykt i tillegg vil lydstrålingen fra bjelkelaget være liten. (2)

3.10.4 Etterklangstid

Etterklangstiden bestemmes av den tiden lydtryknivået bruker på å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Kort etterklangstid tyder på høy akustisk absorpsjon i et rom. I harde glatte overflater blir svært lite av lyden absorberert, og etterklangstiden blir lang. I porøse flater derimot blir det høy absorpsjon av lydenergi, som i f.eks. steinull. (2)

3.10.5 Lydnivå

Lydnivå måles ved styrken av lyd i, eller utenfor en bygning. Høyeste grenseverdi for innendørs A-veid maksimalt lydtryknivå $L_{A,max}$ er 25/27 dB. I enkelte rom, som kjøkken, toalett, bad, entré og tilsvarende aksepteres 5 dB høyre nivå; 30/32 dB. $RC = 30 \text{ dB} - 7 \text{ dB}$. (32)

3.10.6 Flanketransmisjon

Lydoverføring via tilstøtende bygningsdeler utenom hovedskillekonstruksjon kalles flanketransmisjon. Begrepet blir ofte brukt om all lydoverføring som ikke går direkte gjennom skillekonstruksjonene. Eksempel på dette er gjennom kanaler og over himling. I trehus kan flanketransmisjon ha stor betydning. De lette konstruksjonsdelene i trehus, som ofte består av sjikt og hulrom, kan lett komme i svingninger som lyden kan forplante seg i. Ved å følge enkle prinsipper for utforming av knutepunkt mellom skillevegg og yttervegger, kan flanketransmisjonene reduseres. (2)

3.10.7 Lufttetthet

For å oppnå god lydisolering kreves lufttette overganger. Sprekklekkasjer som oppstår i utette overganger eller dårlige tettelister, vil redusere lydisolasjonen kraftig. En lufttett bygning vil sikre lavt ventilasjonsvarmetap, god luftkvalitet og god varmekomfort i alle rom. Spesielt vil balansert ventilasjon med varmegjenvinner være avhengig av at huset er så lufttett som mulig. (2)

3.10.8 Utendørs støy

Grunnlaget for gode lydforhold i bygninger blir lagt allerede ved regulerings- og bebyggelsesplan. Her blir planene for bebyggelse bestemt i forhold til veier, trafikkanlegg og annen støyproduserende virksomhet. Avstand mellom støykilden og bebyggelsen, eller støyskjerming, kan redusere støyproblemet. Et par måter å redusere den negative virkningen av støy på kan være å plassere sekundære rom eller vinterhage i den delen av bygget som er mest utsatt for støy. Lydisoleringen mot utendørs støy vil først og fremst være avhengig av vinduer og eventuelle ventilåpninger. Med de beste lydisolerende vinduskonstruksjonene vil det være mulig å oppnå samme grad av støydemping som en vanlig yttervegg av tre. Ventilasjonsåpninger vil redusere lydisolasjonen vesentlig, men om kravet til lydisolasjon ikke er så høyt kan spesielle lyddempende ytterveggventiler brukes. (2)

3.11 Ventilasjon

En boenhet skal ha ventilasjon som sikrer frisklufttilførsel med et gjennomsnitt på minimum 1,2 m³ pr. time pr. m² gulvareal, når rommene eller boenheten er i bruk. Rom eller boenhet som ikke er i bruk skal også ventileres for et gjennomsnitt på 0,7 m³ pr. time pr. m² gulvareal. Dette minimumskravet gjelder også for rom som ikke er beregnet for varig opphold. For soverom er kravet at det minimum skal tilføres 26 m³ pr. time pr. sengeplass når rommet eller boenheten er i bruk. (12)

Det settes også krav til avtrekk med tilfredsstillende effektivitet fra kjøkken, vaskerom, bad og toalett. Avtrekket fra kjøkken føres i egen kanal på grunn av fettavsetning fra matos. Det forutsettes at forsert avtrekk fra kjøkken skal løses med avtrekkshette som utformes og plasseres slik at forurensing fra komfyr og lignende fanges opp på en effektiv måte, og forhindrer matlukt i å spre seg i bygningen. Hvis utforming og plassering er ugunstig vil det kreve økning i avtrekksvolum. (12)

Rom	Grunnventilasjon	Forsert ventilasjon
Kjøkken	36 m ³ /h	108 m ³ /h
Bad	54 m ³ /h	108 m ³ /h
Toalett	36 m ³ /h	Som grunnventilasjon
Vaskerom	36 m ³ /h	72 m ³ /h

Tabell 2 Preaksepterte ytelser for avtrekksvolum. Kilde: TEK10 § 13-2

I *balansert mekanisk ventilasjon* vil både til- og avtrekksluft skje gjennom vifter. Tilstrekkelig med frisk luft vil tilføres oppholdsrommene gjennom egne kanaler. Fra oppholdsrom suges luften videre til kjøkken, baderom, toalett og våtrom, der den trekkes ut. Noen av fordelene med balansert ventilasjon er gjenvinning av varme, filtrering av friskluft, trekkfri lufttilførsel og kontrollerbare luftmengder.(2)

3.12 Energikrav i TEK10

I henhold til § 14-2 i TEK 10 kan bygningers krav til energieffektivitet bli oppnådd på to ulike måter. En metode er å følge § 14-4 for å dokumentere at netto energibehov ikke overskrider en fast energiramme for den aktuelle bygningskategorien og samtidig oppfylle minstekrav i § 14-5. Den andre metoden er å tilfredsstillere nivåene i § 14-3.

TEK 10 § 14-4 viser at energirammen for småhus, som blant annet omfatter tomannsbolig, er uttrykt i formelen:

- 120 + 1600/ m² oppvarmet BRA (kWh/m²)

a) Transmisjonsvarmetap	
1) Andel vindus- og dørareal	≤ 20 % av oppvarmet BRA
2) U-verdi yttervegg	≤ 0,18 W / (m ² K)
3) U-verdi tak	≤ 0,13 W / (m ² K)
4) U-verdi gulv	≤ 0,15 W / (m ² K)
5) U-verdi glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	≤ 1,2 W / (m ² K)
6) Normalisert kuldebroverdi for småhus, der m ² angis i oppvarmet BRA	≤ 0,03 W / (m ² K)
b) Infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap	
1) Lekkasetall ved 50 Pa trykkforskjell i småhus	≤ 2,5 luftvekslinger pr. time
2) Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg.	Boligbygning, samt arealer der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning/smitte ≥ 70 %
c) Øvrige tiltak	
1) Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) for boligbygg:	≤ 2,5 kW/(m ³ /s)
2) Mulighet for natt- og helgesenking av innetemperatur	
3) Tiltak som eliminerer bygningens behov for lokal kjøling	

Tabell 3 Bygning skal ha følgende energikvaliteter. Kilde: TEK10 § 14-4

3.12.1 Varmetapstall

Varmetapstall kan beregnes etter NS 3031. I § 14-4 står det at energitiltak for a) og b) i tabellen over, kan fravikes i boligbygninger så lenge det kan dokumenteres at varmetapstallet ikke øker. Dermed er det tillatt å omfordele tiltak knyttet til transmisjons-, infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap.

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi for gulv mot grunn [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert ramme/karm [W/(m ² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftutveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,6	≤ 3,0

Tabell 4 Minstekrav til varmeisolasjon og tetthet. Kilde: TEK10 § 14-5

3.12.2 Energiforsyning

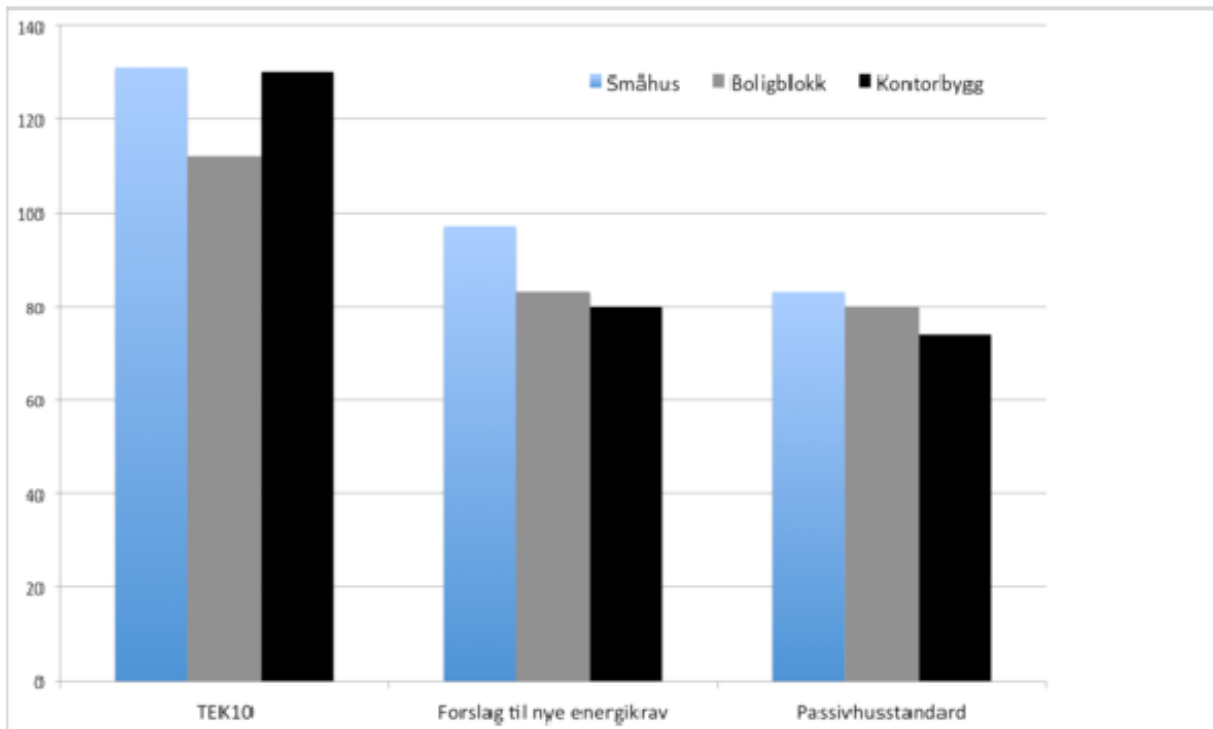
Ifølge § 14-7 skal bygning med inntil 500 m² (oppvarmet BRA) prosjekteres og utføres slik at 40 % av varmebehovet kan dekkes av annen energiforsyning enn direkte elektrisitet eller fossile brensler. For bygninger over 500 m² (oppvarmet BRA) er tallet 60 %.

Etter PBL § 27-5 kan det etter plan være fastsatt tilknytningsplikt til fjernvarmeanlegg. Da skal nye bygninger utstyres med varmeanlegg slik at fjernvarme kan nyttes til romvarming, ventilasjonsvarme og varmtvann.(33)

3.13 Forslag til ny teknisk forskrift

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har kommet med forslag til nye energiregler i teknisk forskrift. Sammenlignet med kravene i TEK10 skal det i dette forslaget innspares rundt 26 % for småhus og rundt 38 % for kontorbygg i energibruk. Netto energibehov viser et overordnet forslag til beregningspunkt for energikravene. (34)

En av planene for neste TEK er å fjerne energiltaksmetoden. Dette er en metode som går ut på å oppfylle krav til energieffektivitet gjennom å velge en serie enkelttiltak som oppfyller gitte krav. Planen er istedet å formulere energikravene gjennom rammekrav til energieffektivitet. Da må prosjekterende beregne byggets energibehov i henhold til standarden NS 3031: Beregninger av bygningers energiytelse. (34)



Figur 3 Forslag til nye energikrav [kWh/m²år], sammenlignet med TEK10 og passivhusstandardene. Kilde: lavenergiprogrammet.no

3.13.1 Minstekravene skjerpes

Kravene til energirammer gjør det mulig å omfordele mellom ulike tiltak, men visse minstekrav må være oppfylt. U-verdiene for yttervegger, tak og gulv vil være uendret, mens minstekravet til U-verdi for vinduer og dører skjerpes til 1,2 (W/m²K). I forslaget er det nytt minstekrav for luftlekkasjer til 1,5 luftveksling per time. Å isolere rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningers varmesystem, er også en del av minstekravet. (34)

3.14 Passivhus

3.14.1 Generelt

Passivhus er opprinnelig et tysk konsept, som ble utviklet ved det uavhengige forskningsinstituttet *Passivhaus Institut* i Darmstad i Tyskland. Det første passivhuset ble bygget der i 1990. Gjennom passive tiltak oppnår bygget et lavt energibehov til oppvarming. Hovedgrepene er passive tiltak med lang levetid. Dette innebærer

- ekstra isolasjon
- god tetthet, med minimale luftlekkasjer og kuldebroer
- godt isolerte vinduer og dører

- god utnyttelse av solenergien

Balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning vil bidra til god luftkvalitet, samtidig som energibruken holdes lav. Et annet viktig tiltak er behovsstyrt styringssystem, og bruk av energieffektivt utstyr og belysning.(4)

Passivhus er i utgangspunktet ikke en energistandard, men et konsept, som på en kostnadseffektiv måte skal sikre et komfortabelt inn klima og samtidig et lavt energibehov. Energibehovet skal i størst mulig grad dekkes av fornybar energi.(35)

Kostnadene ved å bygge et passivhus er noe høyere enn ved å bygge etter dagens byggtekniske forskrift. Grunnen til dette er mellom annet kravet til ekstra isolasjon, god tetthet og tekniske installasjoner. I tillegg kreves det høy grad av nøyaktighet både hos arkitekter, rådgivende ingeniører og håndverkere, og det kan ta noe lengre tid å bygge.(4)

Mindre behov for oppvarming og bruk av fornybar energi, fører til at et passivhus vil bli mindre påvirket av den usikre energisituasjonen i fremtiden, enn et vanlig hus.(36)

I 2010 kom den første passivhusstandarden i Norge. Her ble begrepet passivhus definert for norske forhold. Det var behov for et avklart begrepsbruk blant annet i kommunikasjonen, da myndighetene ønsket å påvirke etterspørselen av bygninger med lavt energibehov. I dag er det NS 3700:2013 som gjelder. Kravene for passivhus varierer over landegrensene. Standarden tar hensyn til klima, konstruksjonsløsninger og byggeskikk for norske forhold.(37)

Et passivhus må oppfylle fire krav:

1. Krav til varmetapstall
2. Krav til oppvarmingsbehov
3. Krav til energiforsyning
4. Krav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall(37)

3.15 Kriterier for passivhus

3.15.1 Varmetapstall

Varmetap fra infiltrasjon og transmisjon skal regnes etter NS 3031. For transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap skal varmekoeffisienten beregnes som: (37)

$$H_{tr,inf} = H_D + H_U + H_g + H_{inf} \text{ [W/K]} \quad \text{der}$$

H_D er direkte transmisjonsvarmetap til det fri, i W/K;

H_U er transmisjonsvarmetap til uoppvarmede soner, i W/K;

H_g er varmetap mot grunnen, i W/K;

H_{inf} er infiltrasjonsvarmetap, i W/K.

Varmetapstallet for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap er gitt ved:

$$H''_{tr,inf} = H_{tr,inf} / A_{fl} \quad \text{der}$$

A_{fl} er oppvarmet del av BRA, i m².

	Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap, $H''_{tr,inf}$ W/(m ² *K)		
	Boligbygning der $A_{fl} < 100 \text{ m}^2$	Boligbygning der $100 \text{ m}^2 \leq A_{fl} < 250 \text{ m}^2$	Boligbygning der $A_{fl} \geq 250$
Passivhus	0,53	0,48	0,43

Tabell 5 Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap. Kilde: NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger

3.15.2 Oppvarmingsbehov etter lokalt klima

Oppvarming omfatter både romoppvarming og ventilasjonsvarme. (37)

Årsmiddel- temperatur, θ_{ym}	Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming kWh/(m ² *år)	
	Boligbygning der $A_{fl} < 250 \text{ m}^2$	Boligbygning der $A_{fl} \geq 250 \text{ m}^2$
$\geq 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4 * [(250 - A_{fl})/100]$	15

Tabell 6 Krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming av passivbolig. Kilde: NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger

3.15.3 Energiforsyning for passivhus

For passivhus settes det krav til at varmesystemet skal benytte fornybare energikilder som ikke er direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler. Det er da et minimumskrav at over 50 % av netto energibehov til varmtvann skal dekkes av fornybare energikilder. (37)

$$E_{\text{del,el}} + E_{\text{del,oil}} + E_{\text{del,gas}} < E_t - 0,5 * Q_{\text{W,nd}} \quad \text{der}$$

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

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

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

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

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

$Q_{\text{W,nd}}$ settes lik standardverdien fra NS 3031. (37)

3.15.4 Minstekrav for passivhus

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

Tabell 7 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall. Kilde: NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger

Det skal dokumenteres U -verdier, normalisert kuldebroverdi, temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner og spesifikk vifteeffekt etter NS 3031. Lekkasjetall skal måles og dokumenteres etter NS-EN 13829 ved ferdigstillelse av et bygg. Da anbefales det å måle luftlekkasje mens det lufttette laget fortsatt er lett tilgjengelig for eventuelle utbedringer. (37)

3.15.5 Typiske U-verdier

Egenskap	Passivhus W/(m ² *K)
U-verdi yttervegg ^a	0,10 – 0,12
U-verdi tak ^a	0,08 – 0,09
U-verdi gulv ^{a, b}	0,08
^a U-verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene. ^b U-verdi for gulv er en ekvivalent varmegjennomgangskoeffisient som inkluderer varmemotstanden i grunnen og redusert varmetransport gjennom gulv mot uoppvarmede rom/soner.	

Tabell 8 Typiske U-verdier for passivhus. Kilde: NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger

3.15.6 Varmetilskudd

	Driftstid	Netto energibehov (i driftstiden)	Årlig netto energibehov	Varmetilskudd (i driftstiden)
	Timer/døgn/uker	W/m ²	kWh/(m ² *år)	W/m ²
Belysning	16/7/52	1,95	11,4	1,95
Utstyr	16/7/52	3,00	17,5	1,80
Varmtvann	16/7/52	5,10	29,8	0,00
Personer	24/7/52	-	-	1,50
Sum	-	-	58,7	-

MERKNAD Det er forutsatt at 100 % av effekt- og næringsbruken til belysning og 60 % av effekt og energibruken til utstyr går over til varme i bygningen, og resten av varmen går tapt i sluk og avluft ved bruk av utstyr som vaskemaskin, oppvaskmaskin og tørketrommel.

Tabell 9 Effekt- og energibehov og varmetilskudd fra belysning, utstyr, varmtvann og personer. Kilde: NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger

3.16 Konstruksjon

3.16.1 Yttervegg mot terreng

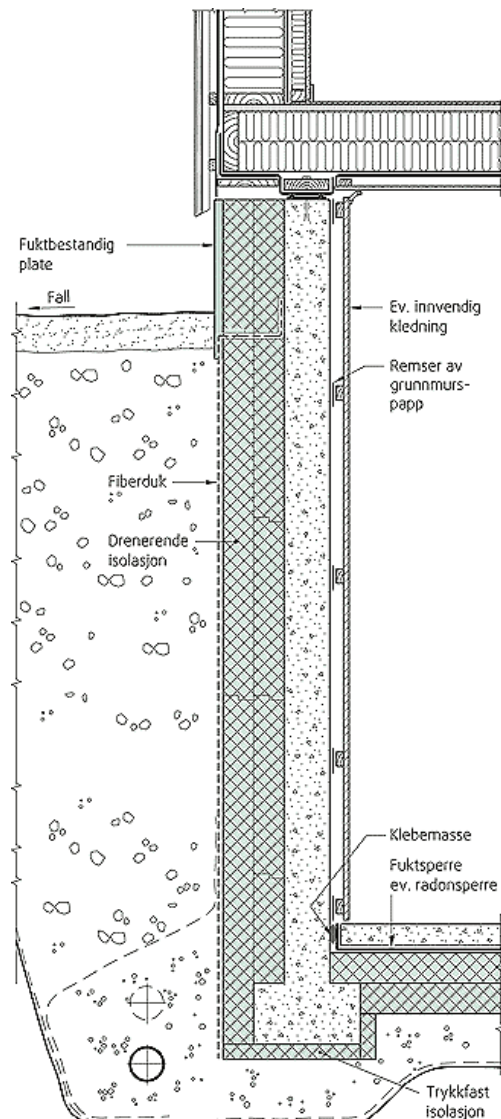
Yttervegg mot terreng må ha tilstrekkelig støtte mot gulv, mellombjelkelag og avstivende innervegger for å ta opp jordtrykk. Ved dimensjonering av fundamentsålen må det tas hensyn til grunnforholdene.

Overflatevann og vann fra taknedløp må dreneres vekk fra konstruksjonen. Det må ikke få danne seg vanntrykk mot veggen fra overflatevann eller grunnvann. På utsiden av veggen må det være et drenerende og trykkbrytende sjikt. (38)

Dersom utførelsen av betongveggen er helt kurant, skal den ha god nok lufttetthet til å fungere som radonsperre. Samme konsept gjelder for murvegger med puss på begge sider, og med tett mørtelavretting på toppen av veggen. Om veggen mot terreng ikke er lufttett, må den ha lufttett radonmembran med tette overganger helt ned til radonsperren i gulvet. Siden radonmembranen er damp tett er det ikke nødvendig med dampsperre.

Det anbefales av SINTEF Byggforsk å ha mest mulig av isolasjonen, minimum 50%, montert på utvendig side og langs hele vegghøyden. Om det blir brukt dampåpen isolasjon på utsiden vil betongen kunne tørke både utover og innover, og vil bli stadig tørrere. Bruk av plastplate mellom betong og utvendig isolasjon bør unngås. Platen vil hindre uttørking og gi økende fuktinnhold i betongen.

Det er viktig med jevn og god ventilasjon i alle rom som er under terrenget. Det er avgjørende både for å redusere faren for høy radonkonsentrasjon, og for å sikre lav luftfuktighet. (39)



Figur 4 Utvendig isolert konstruksjon av betong. Kilde: SINTEF Byggforsk, 523.111.

3.16.2 Gulv mot grunn og markisolasjon

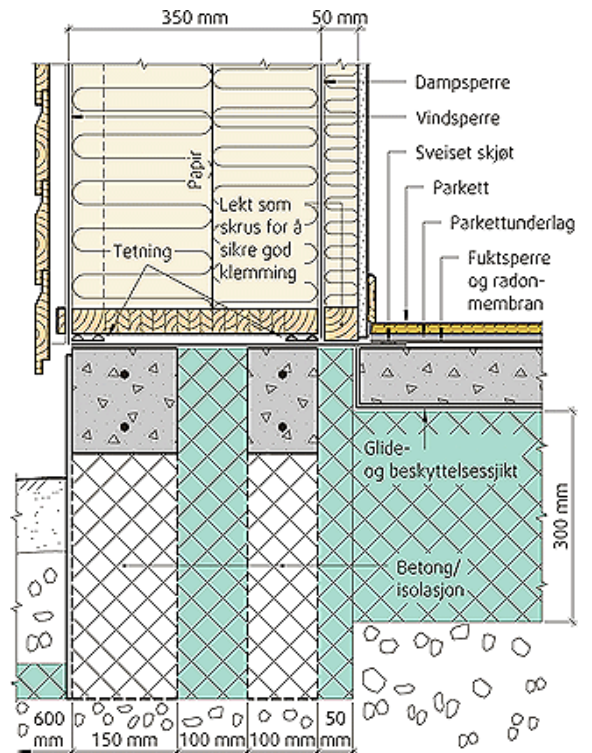
En vanlig løsning for trehus er plate på mark med betongstøp og underliggende fuktsperre/radonmembran, og isolasjon på drenert byggegrunn. For passivhus vil isolasjonstykkelsen ofte ligge mellom 250 mm og 350 mm. Markisolasjonens dimensjoner er avhengig av stedets frostmengde, gulvdimensjon og grunnforhold.

Figur 5 viser et ringmurselement som sammen med yttervegg og gulv mot grunn gir en kuldebroverdi på 0,06 W/(mK). Om det blir brukt prefabrikkerte ringmurselementer så må grunnen være avrettet riktig, eller det må støpes en såle før montering.

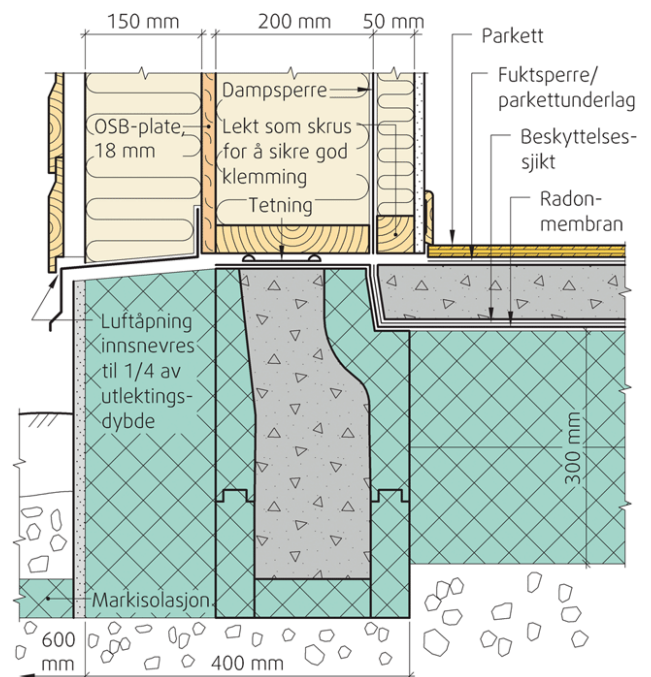
Det er viktig å etablere effektiv lufttetting mellom toppen av sokkelen, radonmembranen og bunnsvilla.

Dampspærren må klemmes fast med en lekt som skrues inn for å sikre god tetting, eller bruk av en spesiell teip som er utviklet for å holde sperren tett.

Figur 6 viser ringmurselement som sammen med gulv mot grunn og yttervegg gir en kuldebroverdi på 0,05 W/(mK). Konstruksjonen består av ringmurselement med 150 mm utenpåliggende isolasjon og puss. Eventuelt en pålimt sokkelplate, samt telesikring med markisolasjon utenfor ringmuren. (39)



Figur 5 Prinsipppløsning for tilslutning mellom yttervegg, ringmur og gulv på grunn. Kilde: SINTEF Byggforsk 472.435



Figur 6 Prinsipppløsning for tilslutning mellom yttervegg, ringmur og gulv på grunn. Kilde: SINTEF Byggforsk, 472.435

3.16.3 Yttervegg over terreng

NS 3700 angir maks U-verdi for yttervegg til 0,15 W/m²K. For at bygningen som helhet skal oppfylle de overordnede kravene i standarden, må som regel ytterveggene ha lavere U-verdi enn angitt. I tillegg er god og nøyaktig håndverksmessig utførelse svært viktig. Det kan brukes flere alternative vegg-løsninger, men det er også fullt mulig å bygge passivhusvegger med samme oppbygging som vanlige bindingsverksvegger. Forskjellen er at veggene må bygges tykkere for å få plass til mer isolasjon.(39) Norsk Treteknisk Institutt har i samarbeid med treindustrien gjennomført et forskningsprosjekt for å finne nye løsninger med bruk av tre som tilfredsstillende nye krav til energieffektivisering i bygg. I den andre delen av prosjektet har de sett på ytterveggsløsninger i tre som kan tilfredsstille kravene til passivhus i Norge. Der er to hovedløsninger valgt:

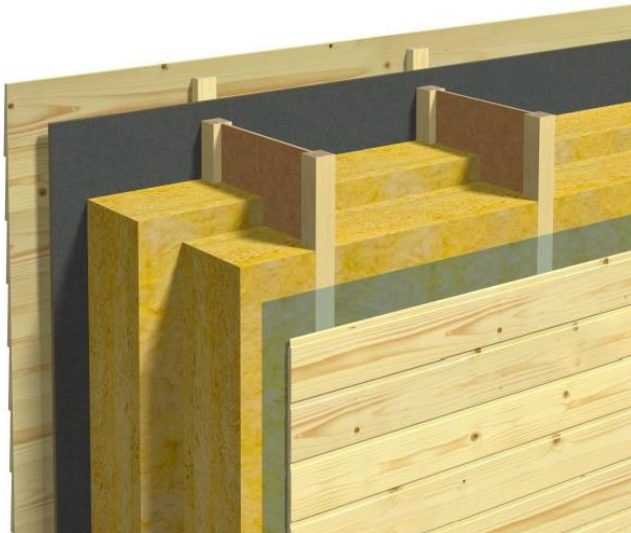
- Gjennomgående yttervegg
- Todelt yttervegg(40)

Gjennomgående ytterveggsløsninger

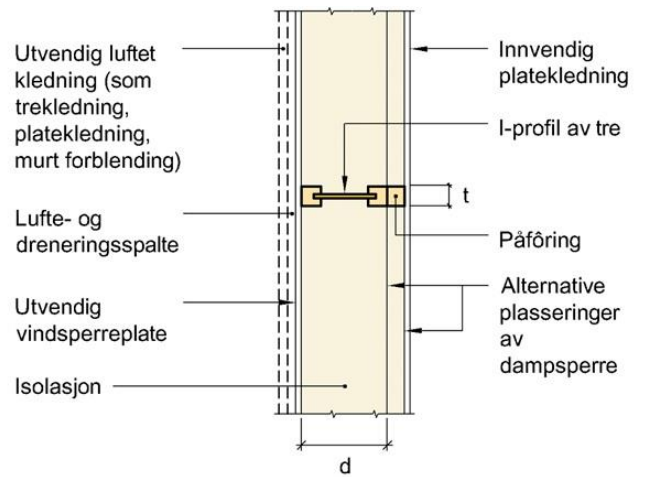
Ved bruk av bindingsverk i heltre kan det inntreffe råstoffknapphet allerede ved 250 mm brede gjennomgående stendere. Det vil da være nødvendig å bruke andre materialer, som I-profiler, limtre, isolert stender, eller stender satt sammen med spikerplater. Vegg kan også bygges med massivtre. Med gjennomgående ytterveggsløsning menes det prinsipløsning der stender er gjennomgående i isolasjonssjiktet.(41)

Stender med I-profil

Flensene består av konstruksjonstrevirke, og stegene er av spon- eller trefiberplater.(40) Stendere av I-profiler er normalt rettete og mer dimensjonsstabile enn vanlig heltrevirke, og sikrer bedre en rasjonell og effektiv utførelse av bindingsverksvegger. I-profiler har også noe mindre kuldebrovirkning.(2) De finnes i store bredder, noe som muliggjør store isolasjonstykkelser uten utføring. Isolering og tetting rundt åpninger er noe mer omfattende.(40)



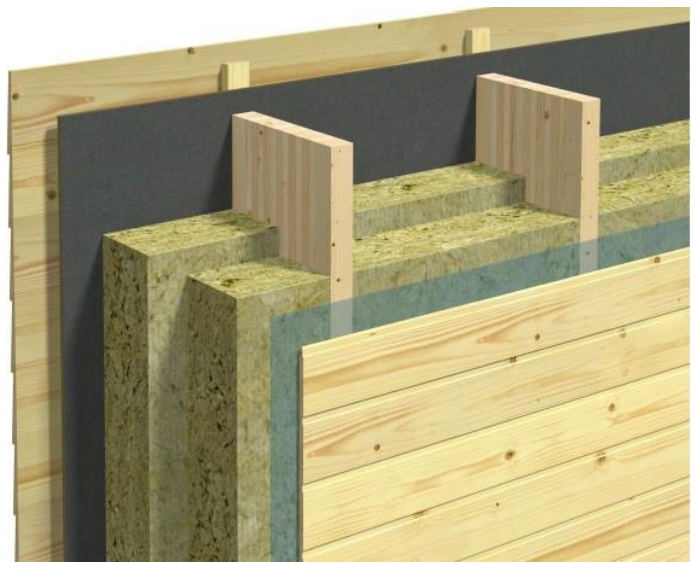
Figur 8 Oppbygging av vegg med gjennomgående stender i I-profil. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2



Figur 7 Prinsipiell oppbygging av vegg med bindingsverk av I-profiler av tre. Kilde: Sintef Byggforsk. Blad 471.403

Stender av sammenlimte lameller

Det finnes i dag en rekke sammenlimte produkter som kan benyttes som stendere, og det er flere som utvikler produkt basert på sammenliming av lameller. Stendere av sammenlimte lameller gir et rettere og mer dimensjonsstabilt produkt enn heltre.(40)



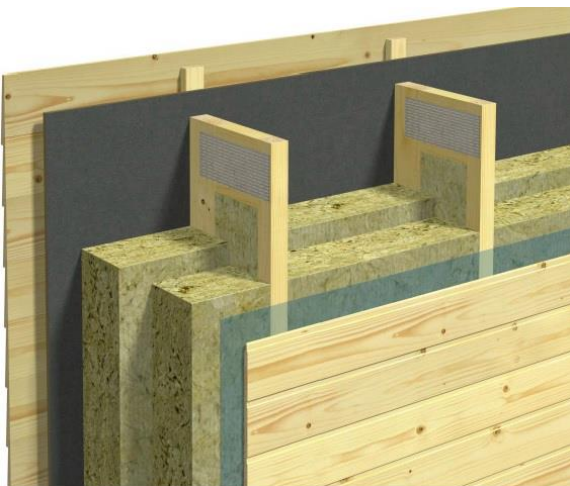
Figur 9 Oppbygging av vegg med gjennomgående stender av sammenlimte lameller. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2

Isolert laminert stender

Dette er en stender som består av to trevirkedeler med isolasjon av polyuretanskum (PUR) imellom. Dette er et produkt som minimerer kuldebroer i vegger og gjør at de derfor kan bygges med mindre tykkelse enn med heltre, noe som betyr at det innvendige arealet blir større. Denne typen laminert stender gir også et rettere og mer dimensjonsstabilt produkt.(40)



Figur 10 Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert laminert stender. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2



Isolert stender med spikerplate

På mange måter en type isolert stender, men de to trevirkedelene blir holdt sammen ved hjelp av spikerplater.(40)

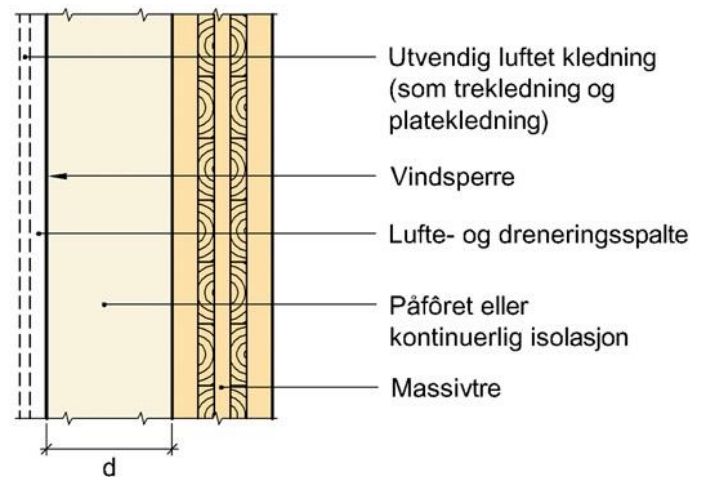
Figur 11 Oppbygging av vegg med gjennomgående isolert stender med spikerplate. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2

Massivtrevegg

En innvendig bærende massivtrevegg kan lektes ut med trykkfast isolasjon som blir holdt fast med lange spesialskruer, slik som vist på figuren under. (40) Nødvendig isolasjonstykkelse avhenger av massivtreelementenes tykkelse, utvendig vindtetting, klimaskjerm, isolasjonsmateriale og hvilken U-verdi som skal oppnås. (42) Dette blir en meget fuktsikker og tilfredsstillende tett konstruksjon, siden all isolering blir på utvendig side. (40)



Figur 13 Massivtreelement med utenpåliggende trykkfast isolasjon. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2



Figur 12 Prinsipiell oppbygging av vegg av massivtre med påføret eller kontinuerlig isolasjon. Kilde: Sintef Byggforsk. Blad 471.421

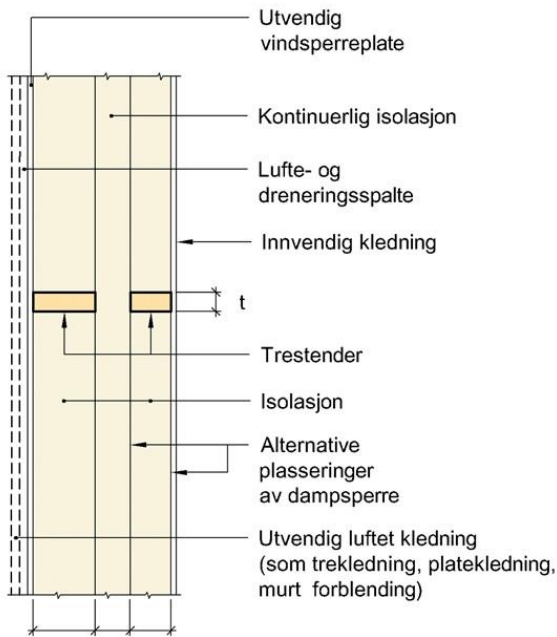
Todelte ytterveggløsninger

Med todelte yttervegg menes det at yttervegg bygges opp med to separate bindingsverkvegger. Veggene kan bygges opp i heltre med standard dimensjoner. Hulrommet mellom veggene isoleres i tillegg til veggene. Prinsippet er vist i de to figurene nedenfor. Bæring kan utføres på tre måter:

1. Utvendig bæring - Innerveggene betraktes som ordinære ikke-bærende innervegger.
2. Kombinert bæringen - Innerveggen bærer etasjeskiller, mens ytterveggen bærer tak, snølast, vindlast og påført egenlast.
3. Innvendig bæring - Innerveggen tar i utgangspunktet alle vertikale laster, mens ytterveggen tar vindlasten. (41)



Figur 14 Prinsipiell oppbygging av todelte vegg med stender i heltre. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2



Figur 15 Prinsipiell oppbygging av vegg med dobbelt bindingsverk av tre med kontinuerlig isolasjon mellom. Kilde: Sintef Byggforsk. Blad 471.404

3.16.4 Vinduer

Vinduer har mange viktige egenskaper og funksjoner i et byggverk. Vinduer skaper et arkitektonisk uttrykk. De slipper inn dagslys og gir utsyn, samtidig som de virker som en klimaskjerm mot regn og vind.

Selv om dagens vinduer er mye bedre enn for noen år siden, har de fortsatt langt dårligere isolasjonsevne enn vegger og tak. Derfor bør ikke vindusarealet gjøres større enn nødvendig. I yttervegger som vender mot nordvest, nord eller nordøst, bør ikke vindusarealet overstige 10% av rommets gulvareal. Derimot kan vegger som vender mot sørvest, sør eller sørøst, utnytte energien fra solstråling. Da kan vindusarealet øke, så lenge solenergien er større enn varmetapet for vinduer med isolerruter. (5)

Antall glassjikt kan variere i et vindu. Rutene kan være separate eller forseglede enheter, som for eksempel isolerruter. Vindusrammen må ha en dybde som er tilpasset isolerrutas totale tykkelse. (43)

U-verdikravet til vinduer gjelder gjennomsnittsverdien for alle vindu og dører i en bygning. For å få minst mulig avvik mellom beregnede verdier og målte verdier, bør de helst bli beregnet etter den nyeste og mest nøyaktige standarden, ISO 15099. (39)

U-verdi til vindusruten

Det som avgjør U-verdien til en rute er: antall glass, hulromstykkelsen, emisjonstallet til varmereflekerende belegg, gasstype og fyllingsgrad.

Isolerruter er en felles benevnelse på fabrikkframstilte to- eller flerglassruter som har hulrom mellom rutene. Hulrommet kan fylles med luft, xenon, krypton, argon eller en annen gass som isolerer bedre enn luft. Kantene langs glasset har en tett forsegling. (44)

At vinduet har isolerruter er av stor betydning for U-verdien til et vindu. Et passivhus krever et godt isolert vindu med tre eller fire lag glass. Da blir det to eller tre isolerende hulrom som vil isolere. For å få best mulig isoleringseffekt må hulrommene være fylt med gass, og det må være minst ett varmereflekerende belegg i hvert hulrom. I nyere tid har det kommet reflekterende belegg som har emisjonstall ned mot 0,013. Beleggene reduserer den synlige delen av lyset og skjærmer mer enn de med emisjonstall rundt 0,03. (39)

U-verdi for trelags vinduer

De mest brukte edelgassene er xenon, krypton og argon, som alle tre gir samme minimums U-verdi, 0,55 W/m²K, men ved forskjellige hulromstykkelser. For argon er det ca. 16 mm, for krypton og xenon er den ca. 12 mm og 8 mm.

Det kan ofte bli et problem at godt isolerte ruter får så lav overflatetemperatur utvendig at de kondenserer. En effektiv teknisk løsning er å bruke et spesielt glass med hardbelegg på den utvendige flaten. Dette belegget bidrar til at utvendig varmeovergangsmotstand øker, og det ytterste laget med glass får en litt høyere temperatur. Belegget tåler å bli eksponert for hardt klima og rengjøring. (39)

U-verdi for firelags vinduer

Ved firelags vinduer gir de tre edelgassene omtrent samme minimums U-verdi, 0,35 W/m²K, men ved forskjellig hulromstykkelser. For argon er det ca. 18 mm, for krypton og xenon er den ca. 13 mm og 9 mm.

Under temperaturøkning, forårsaket av solstråling, vil gassen utvide seg og ruten vil bule ut. Om gassen utvides for mye, kan glassene sprekke. For å redusere sjansen for at dette skal inntre, kan det brukes en trelags isolerrute og et enkeltglass i egen ramme utvendig. En annen mulighet er å bruke kryptongass som klarer seg med tynnere hulrom og reduserer utbuling.

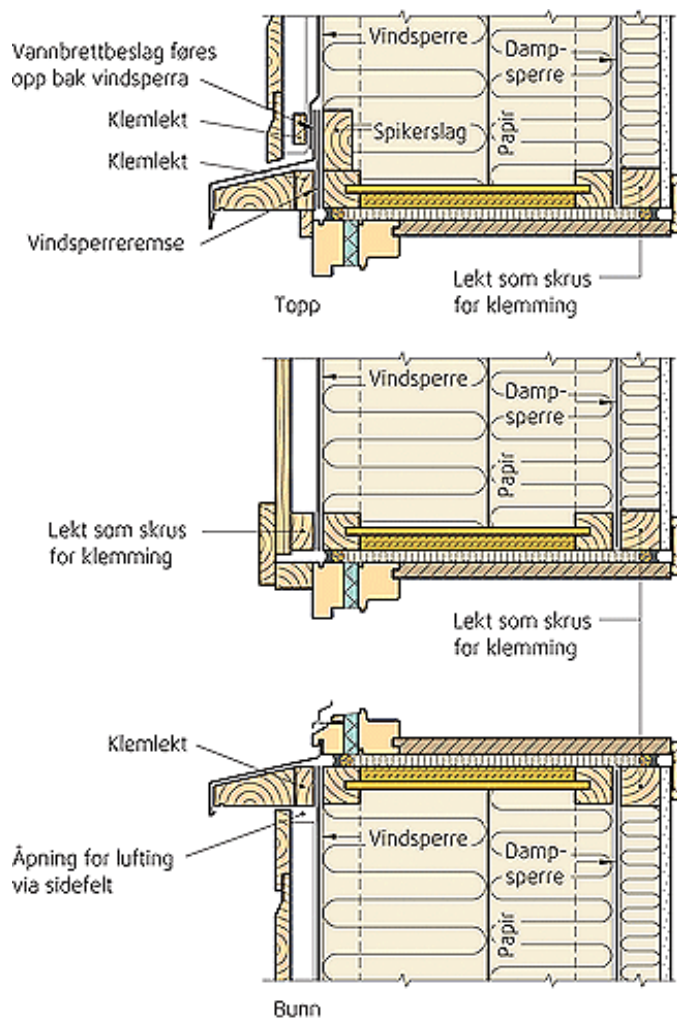
Ved å øke fra tre til fire glassruter i et vindu vil U-verdien reduseres med ca. 33%, lystransmisjonen reduseres ca. 11% og solenergitransmisjonen reduseres med ca. 30%. (39)

Vindusplassering

Hvordan vinduer arrangeres i fasaden påvirker den totale kuldebroverdien for bygget. Verdiene er avhengig av hvor langt vinduet er plassert inn i veggen. Det kritiske kuldebropunktet er tilslutningen mellom vindu og vegg. En typisk kuldebroverdi for en 400 mm vegg med vindu plassert i sporet i bunnkarmen, som er vanlig i dag, er 0,03 (W/(mK)). For et vindu plassert 35 mm inn i veggen er verdien 0,02 (W/(mK)), og nærmer seg sin minimumsverdi ved 50 mm inntrukket.

I dagens bygninger er det mange meter med vindusomkrets. Dermed utgjør kuldebrotapet rundt vinduene en vesentlig del av tillatt normalisert kuldebro i en bygning. (39)

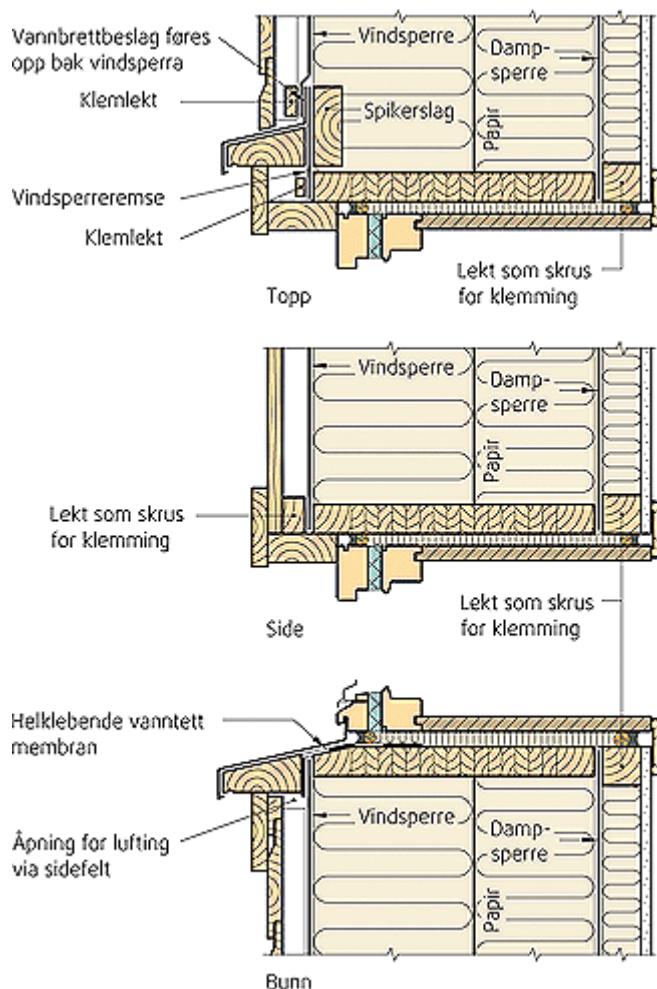
3.16.5 Tilslutning mellom yttervegg og vindu



Figur 16 Viser prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og vindu. Vindu plasseres slik at sportet i bunnkarmen ligger i plan med vindsperra. Kilde: SINTEF og Norges Byggeforskningsinstitutt., Byggeblad 472.435

Figur 16 viser prinsipp for tilslutning mellom yttervegg og vindu. Vinduet plasseres langt ut mot yttersiden av ytterveggen, slik at sporet i bunnkarmen for vannbrettbeslaget ligger jevnt med vindsperra. Denne løsningen gir enklere regntetting enn der vinduet er satt lenger inn i veggen, men gir en større kuldebroverdi på 0,03 (W/(mK)). Verdien er hentet fra tabell 411 fra SINTEF Byggeforsksblad 472.435.

Det må monteres en plate av spon, OSB eller kryssfiner som forsterkning i steget på I-profilet rundt vinduet. Plata fungerer også som støtte for klossene under bunnkarmen. Fugene mot bunnfyllingslisten må tettes med fugemasse på innvendig og utvendig side. Fôringer må tettes i hjørner og i tilslutninger. For å få best mulig tetting, må fôringene limes til karmene. (45)



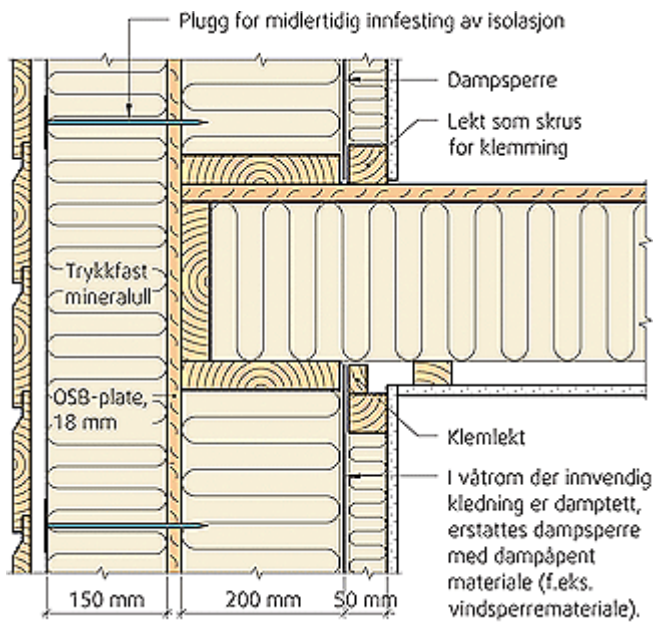
Figur 17 Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og vindu. Vindu plassert ca. 30 mm innenfor vindsperra. Kilde: SINTEF og Norges Byggforskningsinstitutt., Byggeblad 472.435

Figur 17 viser prinsipp for tilslutning mellom vindu og yttervegg. Vinduet er plassert ca. 30 mm innenfor vindsperra. Vinduet får en kuldebroverdi på 0,02 (W/(mK)), som er bedre enn løsningen vist i fig. 16. Verdien er hentet fra tabell 411 fra SINTEF Byggforskblad 472.435.

Når vinduet blir plassert litt inn i veggen blir det sårbart for regnpåkjenninger. Derfor må det monteres en helklebende, vanntett, og heldekkende membran i smyget under vinduet. Den må dekke minst 50 mm av sidene i smyget, samt ned over vindsperra under vinduet. Da unngår man at regnvann som kommer seg under vinduet, ikke kommer seg videre ned i veggen, men ledes ut igjen. Det bør være en luftespalte med god åpning eller god forbindelse til sidefeltene under vinduet.

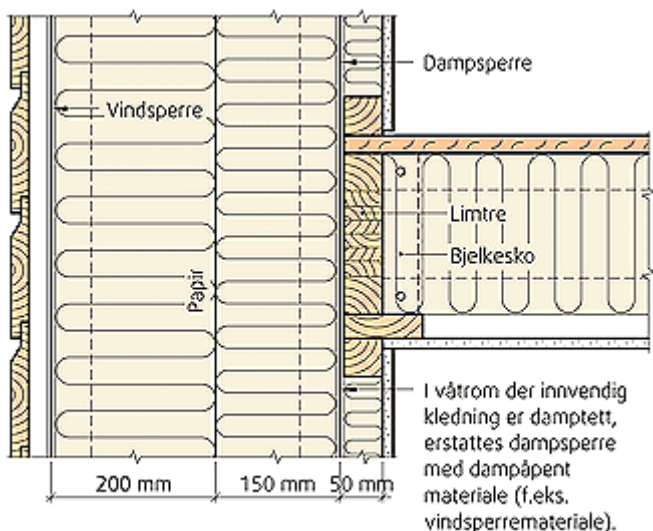
(45)

3.16.6 Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller



Figur 18 Prinsipp-løsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller. Kilde: SINTEF Byggforskblad, 472.435

at alle plateskjøtene har understøttelse og er lufttette. Under utførelsen av knutepunktet, må fuktnivået kontrolleres i bindingsverket før veggen isoleres. Når fuktinnholdet er på riktig nivå, festes isolasjonen og dampsperra umiddelbart. Til slutt monteres en påføring med 50 mm isolasjon på innvendig side av veggen.



Figur 19 Prinsipp-løsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller. Kilde: SINTEF Byggforskblad, 472.435

i bindingsverket før veggen isoleres. Når fuktinnholdet er på riktig nivå, festes isolasjonen og

Figur 18 viser prinsipp-løsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller. Knutepunktets

kuldebroverdi er 0,00 (W/(mk)); det oppstår altså ingen kuldebro ved denne løsningen. Verdien er oppgitt i tabell 511 fra SINTEF Byggforskblad 472.435.

I denne prinsipp-løsningen er etasjeskilleren utført som plattformgulv med 200 mm bjelker (i-profil), og med 200 mm mineralullisolasjon. Dampsperran er ikke kontinuerlig forbi etasjeskilleren. OSB-platen monteres slik at den danner et effektivt lufttett sjikt sammen med dampsperran. Det er viktig

Figur 19 viser prinsipp-løsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller. Etasjeskilleren er utført som plattformgulv med 200 mm mineralullisolasjon, og med 200 mm bjelker som monteres i bjelkesko på ribord mot kantbjelke på veggens innside. Ved bruk av den metoden kan man få en kontinuerlig dampsperre forbi etasjeskilleren. Denne løsningen gir ingen kuldebro. Under utførelsen av knutepunktet, må fuktnivået kontrolleres

dampsperra umiddelbart. Til slutt monteres en påføring med 50 mm isolasjon på innvendig side av veggen. (43)

3.16.7 Tak

Takformen for småhus er noe av det som virker mest inn på husets utseende, bærende konstruksjon og planløsning. Valget av takform kan bli styrt av lokale reguleringer. Det bør uansett legges vekt på å tilpasse seg bebyggelse i nærheten.

Saltak er den mest vanlige takformen på norske trehus. Med takvinkel på ca. 18° eller mer, kan takstoler i form av fagkonstruksjoner spenne fritt over hele husbredden på småhus. Da unngås det understøttelse av takkonstruksjonen som for eksempel søyler. Tretak kan utføres som takstol, taksperer, takåser eller takbjelker (flate tak). For de ulike takstolene er standardavstanden c/c 600 mm. De er vanligvis prefabrikkerte fagverkskonstruksjoner, men kan også bygges på byggeplassen. Pulttak som brukes mest til relativt smale bygg, kan lages både med takstoler og som sperretak. (2)

Takets bærekonstruksjon skal generelt dimensjoneres etter trekonstruksjonsstandarden NS-EN 1995-1-1, (46) og for aktuelle snø-, vind- og nyttelaster i henhold til laststandardene NS-EN 1991. (47) Å dimensjonere tak til småhus kan baseres på bruk av dimensjoneringsanvisninger og tabellverk. (2)

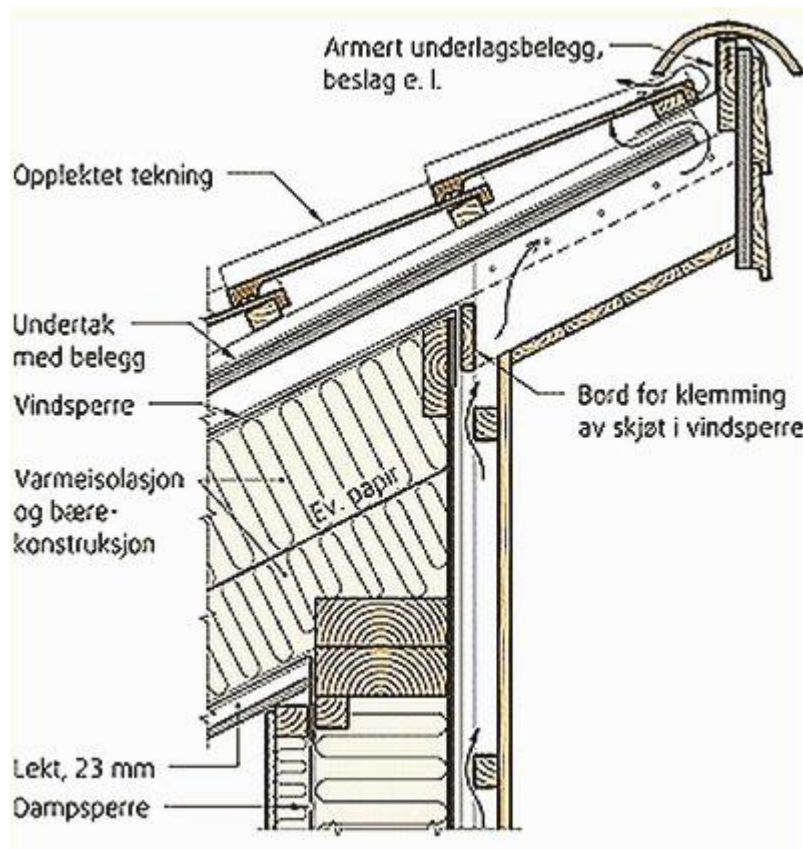
Takkonstruksjoner av tre skal forankres til underliggende konstruksjoner for å hindre avblåsing eller skader i sterk vind. Takstoler skal fastholdes innbyrdes i riktig avstand, samtidig som skråstiver på undersiden av undergurtene skal hindre velting. Dersom det ikke skal legges stive platematerialer av taktro på taket, må skråavstiverne være permanente. Prefabrikkerte takstoler skal ha monteringsplan i leveransen, og det er viktig at takstolene understøttes i de merkede opplagerpunktene.

Taksperer

Materialer som kan brukes til taksperer er konstruksjonsvirke, I-profiler, parallellfiner, gitterbjelker eller ulike typer limtrebjelker. For å oppnå nødvendig isolasjonstykkelse er bjelkehøyde på 300-400 mm aktuelt for skrå tak. Sperrene legges på horisontale opplegg og forankres med gaffelbeslag. På steder med moderate mengder vindlast er det som regel nok med forankring i annenhver sperre uten at det gjøres videre beregning. -Mens andre steder, hvor det kan opptre store vindlaster, bør det forankres i hver sperre.

Lufting

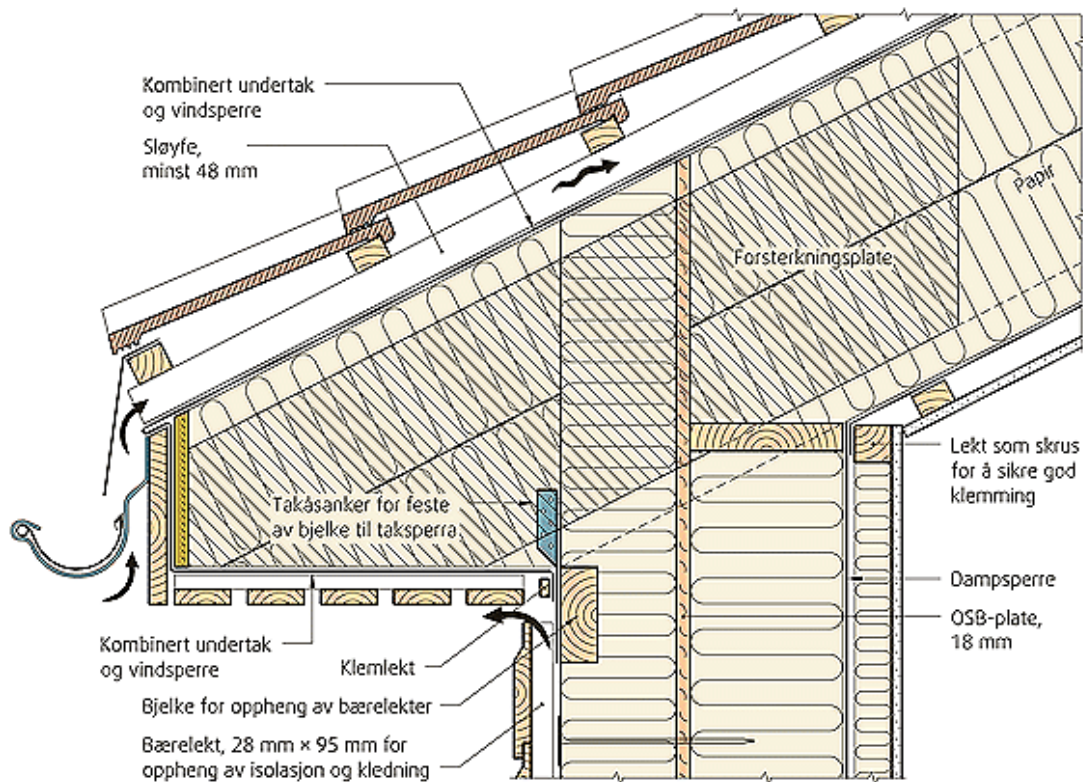
Lufting mellom taktekning og isolasjon har to formål. Det ene er å fjerne generell fuktighet i konstruksjonen. Det andre er å holde temperaturen lav for å unngå snøsmelting som kan føre til isdannelse ved takfoten. Et skråtak med utvendig nedløp av vann bør alltid ha lufting under taktekingen. Luftingen må være slik at vinden får gjennomstrømming over hele flaten. En alternativ løsning for luftingen er å krysslekte slik at det gir lufteåpninger i begge retninger. Småhus kan ha ett eller to utvendige luftesjikt med ulike størrelser. Luftesjiktet/luftesjiktene bør bestemmes ut fra flere faktorer som for eksempel bygningens beliggenhet, klimapåkjenninger, takvinkel og taktekingstype.



Figur 20 En alternativ løsning for tilslutning i takraft for pulttak etter TEK10. Luftingen kan også taes ut under utsticket i toppen av taket, men kan gi risiko for inndrev av nedbør. Kilde: Sintef byggforsk, byggebladnr.: 525.101

Varmeisolasjon

Det mest vanlige er å isolere med mineralull i form av ruller eller plater. En U-verdi i taket på maks $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ kan anvendes på hus med passivhusnivå, men ofte brukes U-verdier på omkring $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. I praksis er normal isolasjonstykkelse på tak over oppvarmede rom på mellom 300 og 400 mm. Tykk isolasjon mellom sperrer bør legges i flere lag for å sikre god utfylling av hulrom. For å motvirke konveksjon i isolasjonslaget, noe som fører til varmetap, kan det brukes mineralullplater med papirbelegg mellom lagene. (2)



Figur 21 En alternativ løsning for tilslutning mellom tak og yttervegg ved raft. Kilde: Sintef byggforsk, byggebladnr.: 472.435

3.17 Energidesign

Å prosjektere et passivhus med tanke på selve bygget og alle forholdene rundt kalles ofte energidesign. Kyoto-pyramiden viser en overordnet tilnærming for å lykkes med slike prosjekter. Den består av fem nivåer som beskriver passivt energidesign:



Figur 22 Kyoto-pyramiden. Kilde: Lavenergi programmet, Prosjektering av passivhus.

1. Reduser varmetapet

Faktorer som er viktige for å redusere varmetapet kan f.eks. være optimalisering av utforming og plassering, isolasjonstykkelse og kvaliteten på vinduer og dører.

2. Reduser el-behovet

Å utnytte dagslys i størst mulig grad er et viktig prinsipp for å spare energi. Et annet eksempel på å redusere elektrisitetsbehov er å ha energieffektiv belysning som er behovsstyrt.

3. Utnytt solenergi

Å utnytte solenergi er spesielt viktig for byggets plassering i forhold til himmelretningene. I tillegg må det tas hensyn til både eksisterende og planlagte nabobygg som kaster skygge. Det kreves derfor et bevisst forhold til kvotehøyder og plassering. Prøv å plassere vinduer slik at varmen fra sola blir så tilgjengelig som mulig. Samtidig vil det være nødvendig med gode løsninger for solavskjerming slik at høye temperaturer innendørs unngås. Vegetasjonen rundt bygget kan også være faktor i forhold til utnytting av solenergi. Eksempelvis kan løvtrær slippe gjennom soltilskudd på vinterstid og gi skygge på sommerstid.

4. Vis og kontroller energibruk

Når det er blitt tatt hensyn til de tre første punktene kan energibruket estimeres. Det beregnes etter metodene i NS 3031.

5. Velg energiforsyning

Først når alle disse trinnene er gjennomgått, velges energikilden. Denne rekkefølgen er viktig for at energiforsyningen skal svare til byggets behov, og det unngås å bruke unødvendig kostbare anlegg. Energikilden kan være avhengig av beliggenhet og lokale forhold, f.eks. fjernvarmeforhold. (39)

3.18 Fornybar energi

3.18.1 Elektrisk oppvarming

Direktevirkende elektrisk oppvarming gir ofte lave investeringer og robuste løsninger. I passivhusstandarden settes det krav til at deler av varmekilden dekkes av fornybar energi. Direktevirkende elektrisitet blir ikke regnet som fornybar energi og er ikke tilstrekkelig som eneste oppvarmingskilde. Elektrisk romoppvarming i passivhus kan likevel være akseptabelt så lenge mer enn 50 % av energibruken til tappevannet dekkes av en fornybar energikilde. (39)

3.18.2 Biobrensel

I passivhus kan det brukes varmekilder basert på biobrensel både til å dekke oppvarmingsbehov og tappevann, men kan være krevende i forhold til lønnsomhet og avgitt effekt.

Biopellets-kamin med regulerbar effekt er en egnet løsning for passivhus. Varmebehovet kan bli styrt av en termostat, slik at den slår seg på og av etter varmebehov. Det finnes biopellets-kaminer som også har eget lager av biopellets som automatisk blir matet inn ved behov.

Generelt avgir vedovner for mye varme i forhold til varmebehovet og vil stort sett være dårlige løsninger for passivhus. En alternativ løsning kan være en vedovn med varmekappe som kobles til en akkumulatortank der varmen fra ovnen både kan benyttes til tappevann og romoppvarming. Et slikt anlegg kan fungere optimalt i kombinasjon med solfangere. Da brukes vedovnen som varmekilde når den trengs og solfangerne dekker store deler av varmebehovet til tappevannet. (39)

3.18.3 Varmepumper

Varmepumper finnes i flere varianter med ulike utførelser, systemer og kostnadsnivå. Det er vanlig å dele inn varmpumper etter hvor de tar varmen fra, og hvordan de avgir denne varmen. De fem hovedsystemene er:

- Luft-til-luft-varmpumpe
- Avtrekksvarmpumpe
- Luft-til-vann-varmpumpe
- Berg-/vann-/jord-til-vann-varmpumpe
- Gråvannsvarmepumpe

- Kompaktaggregater/integrerte løsninger

I passivhus kan det bli en utfordring med ordinære varmepumpesystem på grunn av lavt og varierende varmebehov. Derfor er det viktig å velge og designe et varmepumpesystem som kan tilfredsstille det ønskede behovet. Det bør legges vekt på å dekke tappevannsbehovet, som ofte er mest dominerende i passivboliger. (39)

3.18.4 Luft-til-luft-varmepumper

I en luft-til-luft-varmepumpe blir varmen fra uteluften avgitt direkte til inneluften. De kan være lønnsomme i boliger som krever stort oppvarmingsbehov, og de har blitt mye rimeligere de siste årene. Ulempen er at det er en punktvarmekilde, noe som krever åpne planløsninger for å kunne dekke romvarmebehov. Ytelsen til luft-til-luft-varmepumpe avtar ved lave temperaturer, og kan gjøre at det kreves en annen oppvarmingskilde for å dekke varmebehov i de kaldeste månedene. Luft-til-luft-varmepumpe passer dårlig til passivhus siden de yter minst når behovet for varme er størst. De dekker heller ikke kravet til fornybar energi i passivhusstandarden, og må i så fall kombineres med en annen fornybar energikilde. (39)

3.18.5 Luft-til-vann-varmepumpe

Luft-til-vann-varmepumpe tar varmen sin fra uteluft og bruker den til å varme opp vann. Varmtvannet kan dekke behovene til både tappevann og romoppvarming. Varmepumpen må altså være i kombinasjon med vannbåren romvarme. Denne typen varmepumpe er brukt i flere passivhusprosjekter, men ulempen er den samme som med luft-til-luft-varmepumpe, ytelsen reduseres med lave utetemperaturer. (39)

3.18.6 Berg-, jord- og vann-til-vann-varmepumper

Dette er varmepumper som henter varme fra berg, grunnvann, jord, sjøvann eller elver. De kan levere varme både til tappevann og vannbåren romvarme. Alle disse løsningene for varmeopptakssystem er kostbare investeringer, men varmekilden vil holde seg stabil hele året. For enebolig med passivhusnivå vil det ikke være lønnsomt med en slik investering, siden varmebehovet er så lite. Skal en slik investering kunne lønne seg må flere kompakte boenheter eller flere eneboliger gå sammen om et felles varmeopptakssystem. (39)

3.18.7 Gråvannsvarmepumpe

En gråvannsvarmepumpe utnytter varmen i alt avløpsvannet, bortsett fra toalettet. Ved å hente ut varmen fra avløpsvannet kan man distribuere det tilbake til boenhetene i form av varmt vann. Gråvannsvarmeanlegg fungerer altså som et varmegjenvinningsanlegg. Dette er en løsning som er i utvikling. Investeringskostnadene i et slikt system, med blant annet separat avløpssystem for gråvann, oppsamlingsbasseng og pumper, er høy. Vedlikeholdskostnadene er også relativt store. Dette systemet er aktuelt og interessant for leilighetskompleks og boligblokker, men er fortsatt lite brukt i boligsammenheng, og blir primært brukt i svømmehaller og badeland.(39)

3.18.8 Kompaktaggregater

I Østerrike og Tyskland er det vanlig å bruke kompaktaggregater. Kompaktaggregater har balansert ventilasjon med varmegjenvinner, luft-til-vann-varmepumpe basert på avtrekksluft (etter varmegjenvinner) eller uteluft og produksjon av varmtvann. Dersom et passivhus har kompaktaggregat og lagringstank på 250-300 l, kan denne tanken dekke store deler av tappevann og romoppvarming. Det er også mulig å koble solfangere på et slikt system for å dekke enda mer av varmebehovet med fornybar energi. Problemet med kompaktaggregater og solfangere er at de gir dårligst effekt i de kaldeste periodene i året. Kompaktaggregater er foreløpig lite brukt i Norge, og det finnes derfor lite eller ingen erfaring på hvor mye varme de kan klare å produsere i norsk eller nordisk klima. (39)

3.18.9 Vannbåren varme

Varme produsert av de fleste fornybare energikilder må fordeles med vannbåren varme. Vann blir varmet opp av det fornybare energisystemet som gjøres i tilknytning til boligen, og fordeles gjennom boligen via rør i gulv, radiatorer eller viftekonvektorer. Rommene varmes opp ved at radiatorene, viftene eller gulvet avgir varme. Vannet går så tilbake for ny oppvarming og en ny rundtur gjennom systemet. En reguleringsentral kan tilpasse vanntemperaturen etter gjeldende utendørstemperatur. Når det blir kaldere utendørs blir vannet og gulvtemperaturen varmere.(48)

Vannbåren varme oppleves mer jevn og behagelig sammenlignet med varmekabler, som er mer punktvis og sentrert. Norges Astma- og Allergiforbund anbefaler vannbåren varme, da gulv med vannbåren varme har lav overflatetemperatur og man slipper plagene i forbindelse med brent støv som virvles opp, som fra elektriske panelovner. Vannet går gjennom solide rør av plast, og gulvvarmen er helt strålingsfri i motsetning til elektriske varmekabler.(49)

Siden gulvene i passivhus er svært godt isolert, vil gulvene være behagelig varme så lenge man velger materialer med lav varmetransportkoeffisient. Gulvvarme fordelt over store deler av gulvet kan fort føre til at det blir for varmt, noe som kan være uheldig i forhold til komfort. Det trengst derfor bare gulvvarme i de rommene hvor brukerne forventer det, typisk bad og entré. I andre rom kan man ha radiatorer, forenklet gulvvarme (for eksempel bare i randsoner) eller viftekonvektorer.(39)

3.18.10 Termisk energi fra solen

Alt liv på planeten er avhengig av solen, og med unntak av dyp geometrisk energi og tidevann, så er det solenergi som ligger til grunn for alle fornybare energikilder. (50)

Solen stråler ca. 8000 ganger mer solenergi til jordoverflaten enn energibehovet. Solstrålingen gjennom atmosfæren er 1400 Watt/m² på det høyeste. Omtrent 70% av solenergien blir absorbert av jordoverflaten, hav og skyer, mens de resterende 30% blir reflektert tilbake til verdensrommet. (51)

I prinsippet er det tre måter og utnytte energien fra solen i bygninger:

1. *Passiv soloppvarming*, er soltilskudd som varmer boligen gjennom vinduer.
2. *Solfangere*, som festes på yttersiden av en bygning, varmer opp vannet som brukes til oppvarming og/eller tappevann.
3. *Solcellepanel*, fanger opp solstrålinger og omdanner det til elektrisk energi. (39)

I Norge kan utnyttelsen av sol som energikilde gi en liten utfordring på grunn av solinnstrålingens sesongvariasjon. Om vinteren, når oppvarmingsbehovet er størst, har vi lite tilgang på solenergi. Om sommeren er det stor tilgang på solenergi, men da er ikke oppvarmingsbehovet stort. Skal solen benyttes som en energikilde, må man enten lagre energien eller investere i et alternativt system som dekker energibehovet når solen ikke skinner. Selv om Norge ikke er det mest egnede landet, så er det fortsatt potensial her. Om bare 0,4 % av landarealet til Norge var dekt med solceller, ville den energien som ble produsert tilsvare den totale produksjonen av olje og gass. (50)

3.18.11 Solcellesystem

Solceller tar solstråling og omgjør det til elektrisitet. Virkningsgraden av panelet kommer an på mengder solinnstråling og overflatetemperatur.

I fremtiden kommer behovet for lokal produksjon av elektrisitet til å øke. Byggeforskriftene nærmer seg passivhusnivå, og senere null-energi eller til og med pluss-hus. For å oppnå de fremtidige kravene må det brukes fornybar energi, og i praksis har det vist seg at solceller er den mest egnede teknologien for det. Foreløpig er ikke solceller lønnsomme i husholdningsmarkedet. Prisene er høye på grunn av lavere grad av modenhet, og mindre omsetningsvolumer i det norske markedet. (50)

3.18.12 Solfanger

En solfanger konverterer solenergi til varme. En overflate blir eksponert for solen, og platen absorberer lyset fra solen og blir omgjort til varme. Inne i platen er det kanaler som sirkulerer en væske eller luft som blir ledet dit varmen er nødvendig.

For å få maks utbytte av en solfanger må den oppfylle tre kriterier:

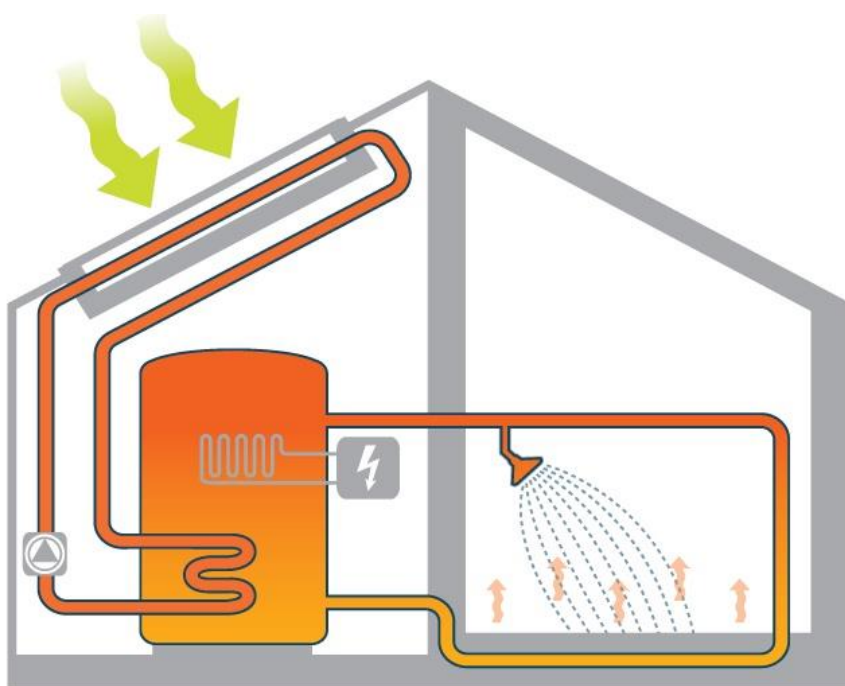
- *Solfangeren – absorbatoren – bør være svart for å absorbere mest mulig stråling og reflektere så lite som mulig. En ulempe med en vanlig svart flate er at den også sender ut mye infrarød stråling, og dermed taper energi. Det kan motvirkes med et selektivt belegg på solfangeren som absorberer solstrålene godt, men som reduserer utstrålingen.*
- *Varmen i absorbatoren må overføres effektivt til varmemediet.*
- *Solfangeren må ikke ha for store varmetap. (50)*

Det finnes mange forskjellige solfangere som er tilpasset ulike krav og ytelser. Kvaliteten til konstruksjonen og materialvalget avgjør hvor effektivt solfangeren samler inn solenergi.

Den plane solfangeren er den mest vanlige i Europa. Den består av en flat plate som absorberer lyset. Inni platen er det kanaler med vann. Absorbatoren kan være av plast, aluminium eller kobber. For å minske varmetapet ut gjennom fronten, er solfangeren utstyrt med ett eller flere dekkglass. Denne typen solfanger er den mest vanlige i Europa.

Det mest vanlige varmemediet i solfangere er vann. Det er billig og gir god varmetransport. Det negative med vann er at det kan fryse, og at eventuelle vannlekkasjer kan gi store skader. For å unngå dette må det enten være en mulighet for drenering når det er risiko for frost, eller frostsikre de ved bruk av en glykolblanding i solfangerkretsen.

Luft som varmemediet i solfangeren gir dårligere varmeovergang og har dårligere varmekapasitet som gjør at det trengs større luftkanaler for å overføre varmen.



Figur 23 Prinsippskisse for solenergianlegg. Kilde: fornybar.no

Fra solfangeren går varmen ned i et varmelager før den blir distribuert ut der den er ønsket via et varmfordelingssystem. Varmelager i bygninger er som oftest varmtvannstanker med varmevekslere for tilkobling til solfangersystemet. Dette systemet lagrer energi fra en dag til en annen, som gjør at lageret er

avhengig av tilnærmet konstant tilførsel av energi. Dersom energilageret hadde vært så stort at det kunne lagre solenergi fra sommer til vinter, hadde det vært mulig å varme hus med solenergi alene. Langtidslagre kan for eksempel være store nedgravde vanntanker og borehullslager i fjell. (50)

3.18.13 Økonomi

Energikostnaden (kr/kWh) varierer etter energiforbruk, solinnstråling og kostnadsstruktur, som igjen er avhengig av hvor i verden systemet befinner seg. For å få den mest korrekte økonomiske dimensjoneringen av solsystemet må det tas hensyn til variabler som energipris, geografisk plassering av bygningen, kapitalkostnadene, spesifikke forhold til det eksakte prosjektet.

En måte å redusere total kostnadene er å integrere solfangeren i tak eller vegger. Denne løsningen sparer kostnader for taktekkings- eller veggmaterialer. På denne måten blir bygninger med denne type installasjoner mer estetisk tiltalende, og kan appellere bedre til markedet. (50)

3.18.14 Passiv solvarme

Direkte sol kan brukes til romoppvarming. Solen skinner på vinduene, og de kortbølgede strålene slipper inn gjennom glass og andre transparente materialer. Gulv, vegger, tak og

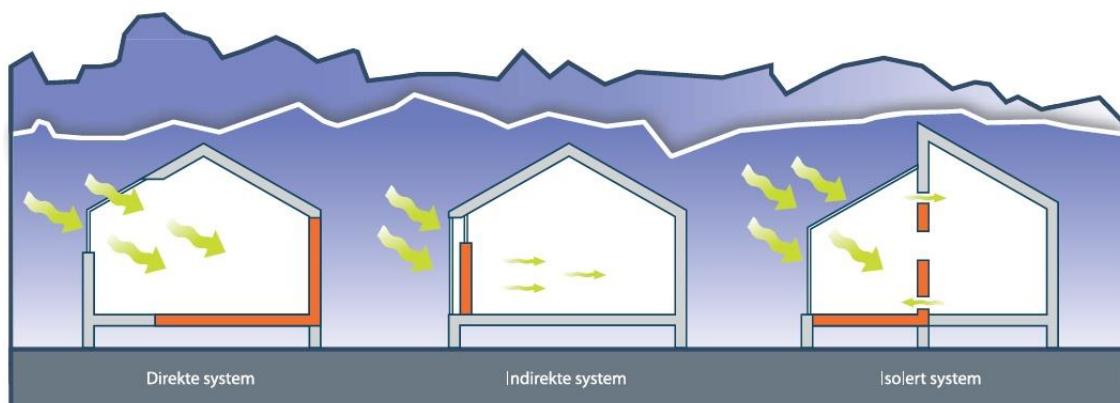
møbler absorberer strålene, og avgir deretter langbølget varmestråling. De strålene slipper ikke ut igjen, ettersom glasset ikke er transparent for langbølget varmestråling. Naturlig lys gir mer lys per avgitt varmenhet enn elektrisk lys. Ved å justere bruken av kunstig lys etter tilgangen på dagslys kan man oppnå en betydelig energisparing. I en gjennomsnittlig norsk bolig dekker passiv solvarme mer enn 10% av det årlige oppvarmingsbehovet. Ved bruk av bevisst design, energieffektive materialer og konstruksjonsløsninger kan bidraget fra passiv solvarme øke enda mer.

Passive solsystem kan kategoriseres inn i tre grupper;

Direkte systemer, hvor solstrålene slippes direkte inn via lysåpninger. For å få fullt utbytte av dette systemet er riktig orientering og utforming av lysåpninger avgjørende.

Indirekte systemer, hvor solstrålingen varmer opp bygningselementer som er utformet som en solfanger. Den består av massive vegger med mørk overflate og transparent dekklag, som fanger opp og lagrer varmen. Varmebløgene som er i veggen vil nå rommet bakenfor med en liten tidsforsinkelse, slik at varmen blir tilført rommet når det er mest behov for det.

Isolerte systemer, hvor solstrålingen fanges opp i et glassrom som er adskilt fra oppholdssonen. Glassgården må ligge tett inntil eller i midten av de bygningene som skal tilføres solvarme. I fyringssesongen fungerer en sol-oppvarmet glassgård som en buffer mot uteklimaet og reduserer varmetapet fra tilknyttet bygg. (50)



Figur 24 Prinsippkisse for de viktigste passive solvarmekonseptene. Kilde: fornybar.no

3.19 Utforming av bolig

Utforming av passivhus bolig har noen prinsipper som må følges. Bygningsformen må være kompakt, med færrest mulig sprang i tak og fasader. På den måten blir det færre gjennomgående komponenter i vegger og tak, og dermed mindre kuldebroer som gir transmisjonsvarmetap og luftlekkasjer. Når vegger og tak er rette blir det heller ikke så mange skjøter og vanskelige tettetetaljer. (5)

Fasader som har store vindusareal får stor infiltrasjon gjennom lekkasjepunkter i klimaskjermen. Derfor er det viktig å bruke vinduer med lav U-verdi, helst med tre- eller firelags isolerruter.

Ved bruk av vinduer som er riktig plassert i sørvendte vegger kan solvarme redusere oppvarmingsbehovet i oppvarmingsseasonen. Derimot kan det bli overopphetning om sommeren. Da er det viktig med solskjerming som er tilpasset funksjonen. (45)

3.20 Solskjerming

Solskjerming skal redusere det totale solinnslippet til rommet, og skape god termisk komfort. Ved bruk av solskjerming reduserer man behovet for elektrisk strøm til kjøling og ventilasjon. Samtidig skal man ha tilfredsstillende tilgang på lys i alle rom, og med redusert dagslysnivå vil man øke elektrisitetsbruket til belysning. Det fins flere typer solskjerming å velge mellom. (52)

3.20.1 Utvendig solskjerming

Ved utvendig solskjerming vil ikke varmen slippe inn gjennom glasset, men bli stoppet utenfor rommet. Utvendig solskjerming er derfor mer effektivt enn innvendig skjerming. Et alternativ er utvendige persiener, som gir stor fleksibilitet. De kan heves og senkes, og vinkelen på lamellene kan reguleres slik at naturlig dagslys slipper inn ved behov. Persiener gir minimal varmeoverføring til rommet, og lav avskjermingskoeffisient. (52) De gir bra utsyn, og reduserer innsyn. Persiennene kan være enten horisontale eller vertikale. (53)



Figur 25 Utvendige persiener. Kilde: markisebutikkencelcius.no

Rullesjalusier er et alternativ som blir mer og mer anvendt også i Norge, som et ledd av å gjøre husene mer miljøvennlige. De beskytter både mot regn, snø og vind, i tillegg til at de holder solen og varmen ute. De beskytter også mot varmetap gjennom vindu, særlig om vinteren. (54) Rullesjalusiene krever litt plass over vinduet når de er sammenfoldet. De reduserer også både innsynet og faren for knusing av vindu og innbrudd. (52)

Markiser skjermer både mot lys, varme og regn, samtidig som den gir ekstra skygge utenfor huset. Man kan regulere etter behov hvor langt ut man vil ha markisen og hvor tett inn mot vinduskroppen den vinkles. (55)

Utvendige duker, eller rullegardiner, slipper gjennom en viss andel lys og gir utsyn, samtidig som de reduserer sollys, varme og innsyn.

Ulempen med utvendig solskjerming er at de blir utsatt for vær og vind. Det er begrenset hvor mye vind de tåler, og snø og is kan forhindre solskjermens bevegelser. (52)



Figur 26 Utvendig rullegardin. Kilde: markisebutikkencelcius.no

3.20.2 Innvendig solskjerming

Innvendig solskjerming kan for eksempel være persiener, gardiner eller rullegardiner. De fins i en rekke utforminger, materialer, farger og innfestinger, avhengig av behov. De gir god beskyttelse mot den direkte solstrålingen. Ulempen er at mye av varmen vil slippe inn gjennom glasset, men bare en liten del av varmen vil bli reflektert ut igjen.

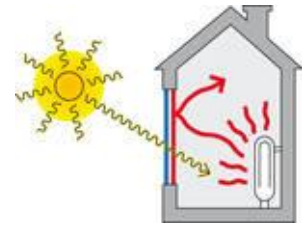
Innvendig og utvendig solskjerming kan styres automatisk eller manuelt. (52)

3.20.3 Andre alternativer

Det finnes ulike typer vindusfilmer, som kan monteres på inn- eller utsiden av glasset. Disse kan reflektere store deler av solvarmen, og om ønskelig redusere inn- og utsynet. Det fins energibesparende vindusfilmer som om sommeren reflekterer varmen fra solen bort fra vindusglasset, og reduserer behovet for kjøling. Om vinteren fungerer filmen slik at varmen fra varmeovner og andre varmekilder blir sendt tilbake inn i rommet. Det reduserer bruk av energi på oppvarming. (56)

Solbeskyttende glass stopper effektivt innslipp av solvarme, ved at vinduene absorberer og reflekterer en stor del av solstrålingen. I dag kan man få solbeskyttende glass der lysgjennomgangen er veldig høy, noe som betyr at de slipper inn nesten like mye lys som tradisjonelle glass. Glasset finnes i flere typer med ulike egenskaper. Man kan velge mellom klart og farget glass, hvor mye lys og hvor mye varme som skal slippe gjennom. Solbeskyttende glass vil ofte framstå ryddigere enn markiser og persiener på fasaden. (57)

Energiglass er konstruert for at sollys og varme skal passere gjennom ruten og inn i rommet. Samtidig er glasset reflekterende på innsiden slik at det varmer både luft og gjenstandene i rommet. På denne måten får man tilført «gratis» energi. (58)



Figur 27 Prinsipp energiglass. Kilde: norskvinduskompani.no

3.21 Inneklima

3.21.1 Generelt

Flere internasjonale studier viser at energieffektivisering av bygninger er det enkleste og mest kostnadseffektive klimatiltaket som kan gjøres. I forhold til konvensjonelle bygninger er passivhus mer lufttette, har mer isolasjon og balansert mekanisk ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning. Spørsmålet er hvilken innvirkning dette har på inneklimaet og beboernes helse. Diskusjonen handler blant annet om luftskiftet i tette hus er tilstrekkelig nok i forhold til å fjerne fukt, gasser, partikler og mikroorganismer i inneluften. Det er også diskutert om det blir økt risiko for fuktskader, og om innetemperaturen kan bli for høy om sommeren som følge av høyere isolasjonstykkelse. Andre usikkerheter er plagsom støy og vibrasjoner fra ventilasjonsanlegg. (59)

Inneklimaet har stor betydning for beboernes helse og trivsel. De plagene og sykdomsutfallene som i størst grad påvirkes av dårlig inneklima er:

1. Hud og slimhinneirritasjon, hodepine og luktplager
2. Luftveissykdommer og allergiske reaksjoner i luftveiene (allergi, astma og KOLS)

Det er ofte vanskelig å bestemme årsaken til disse plagene. I et dårlig inneklima er det flere forhold som kan bidra, blant annet partikkelforurensning, flyktige organiske forbindelser, fuktskader og innendørs oppvekst av muggsopp. Også mangelfull ventilasjon, trekk og ugunstige temperatur- og lysforhold kan bidra til ubehagsfølelse. (60)

Inneklima omfatter:

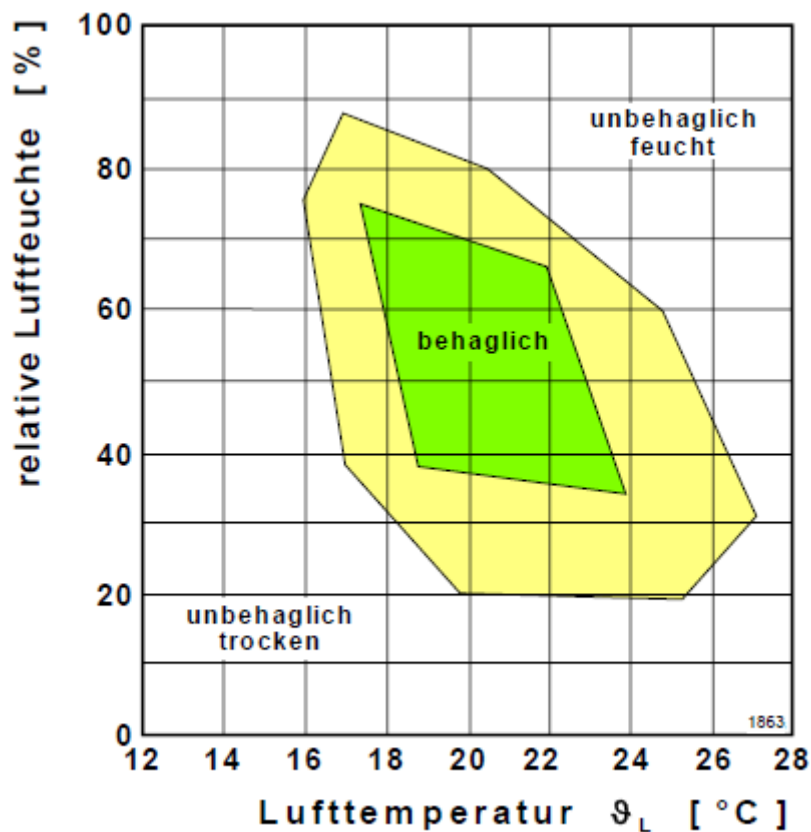
- Termisk miljø (lufttemperatur, lufthastighet, luftfuktighet)
- Atmosfærisk miljø (forurensninger, gasser, fukt, fibre og partikler)
- Akustisk miljø (støy)
- Aktinisk miljø (lyd, radon, stråling)
- Mekanisk miljø (følesans og smerteopplevelse, ergonomi og ulykker) [(59), s.8]

Det blir lagt vekt på termisk, atmosfærisk og akustisk miljø.

3.21.2 Termisk miljø

Termisk miljø innebærer faktorer som har innflytelse på den termiske komforten vår. Disse er lufttemperatur, temperatur på omgivende flater eller strålingstemperatur, lufthastighet og luftfuktighet. En god termisk komfort betyr at man er tilfreds med de termiske omgivelsene, der man verken ønsker det varmere eller kaldere. Komforten er også avhengig av bekledding og aktivitetsnivå. Man må være klar over at det er stor individuell variasjon i hva som oppleves som tilfredsstillende termisk komfort. (61)

Lufttemperaturen er det viktigste målet for varmekomfort. Europeisk standard angir anbefalte temperaturkrav innendørs for vinter og sommer på henholdsvis 20-24 C° og 23-26 C°. Når det gjelder luftfuktighet tolereres variasjoner godt av mennesker. (60) Figuren under viser opplevd komfort avhengig av temperatur og relativ fuktighet. (59)



Figur 28 Termisk komfort avhengig av temperatur og relativ fuktighet. Kilde: Inneklima i energieffektive boliger, Thomsen og Berge

Figuren viser at den relative luftfuktigheten kan ligge mellom 35 og 75 % avhengig av temperaturen. Luftfuktighet over 70 % kan føre til lukt, mugg, bygningskader og lignende. Fuktighet under 20 % kan gi problemer med blant annet statisk elektrisitet, slimhinneirritasjon og uttørring av huden.

Høy lufthastighet kan oppleves som trekk. Maksimal lufthastighet bør ikke overstige 0,15 meter/sekund i oppholdssonen. Utettheter og kaldras er bidragsyttere til dette. Tettere bygninger gjør imidlertid at det er behov for en annen form for friskluftstilførsel, som mekanisk ventilasjon. (60)

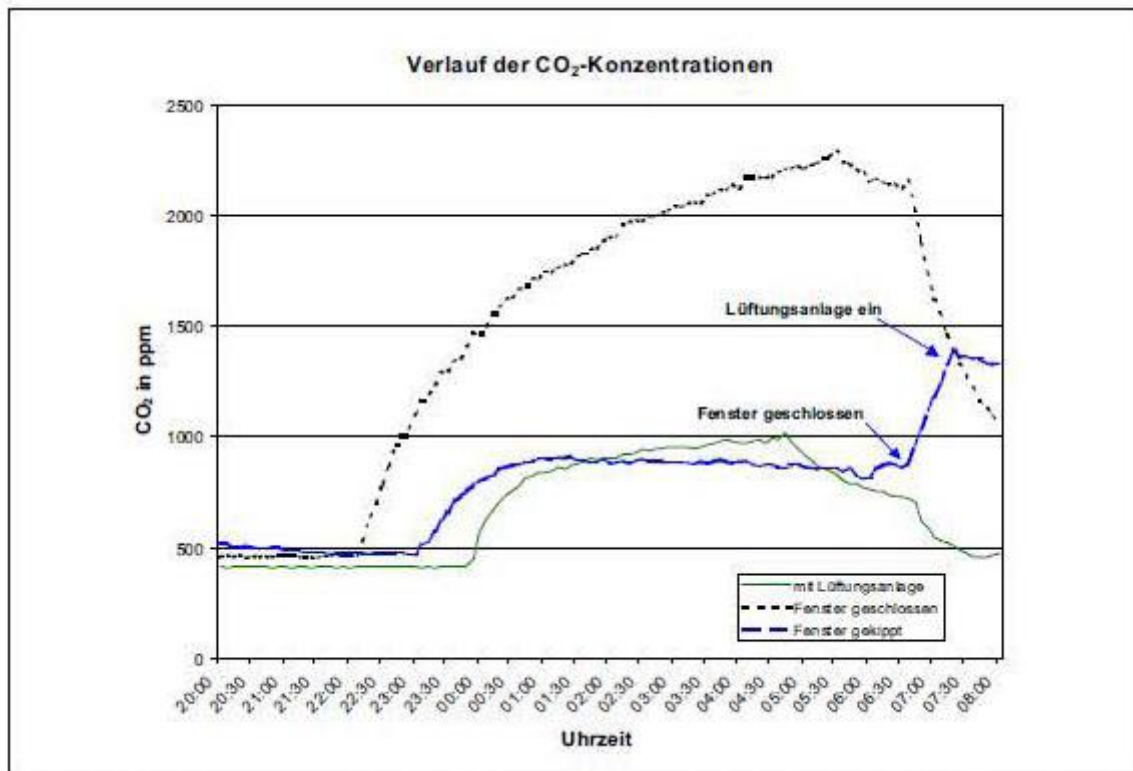
Utskifting av luft er viktig i alle hus for å sikre et sunt inneklima. Forurenset inneluft kan være potensielt helseskadelig. I eldre hus kan luftlekkasjer være med på å skifte ut luften og bidra positivt til inneklimaet. Dette er i mange tilfeller ikke tilstrekkelig og avhenger i tillegg mye av tetthet, samt vind- og temperaturforhold. I nye hus er tettheten mye større, og ventilasjonen vil være svært avgjørende for inneklimaet. (59) TEK10 angir krav til ventilasjon, som sikrer en gjennomsnittlig frisklufttilførsel på minimum $1,2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ oppvarmet areal, tilsvarende 0,5 omskiftninger per time (h^{-1}) med normal takhøyde. (12) Ventilasjon fjerner forurensninger i luften, som for eksempel støvpartikler, avgassinger og fuktighet, og tilfører ren og frisk luft. (59)

3.21.3 Atmosfærisk miljø

Atmosfærisk miljø omfatter luftens kjemiske og fysiske sammensetning. En lav andel skadelige stoffer i luften gir en høy luftkvalitet. CO_2 -innholdet i inneluften brukes som en indikator på hvor god luftkvaliteten er. (59)

Dårlig ventilasjon fører til høyere konsentrasjoner av CO_2 i luften, som kan føre til følelsen av tung luft og sjenerende lukt. Flere studier viser en sammenheng mellom høyt CO_2 -nivå i inneluft og oppfattet dårligere inneklima, nedsatt arbeidsutførelse og økt forekomst av helseplager, som hodepine, tretthet og slimhinneirritasjon. Folkehelseinstituttet og Arbeidstilsynet anbefaler at CO_2 -innholdet i inneluft bør være mindre enn 1000 parts per million (ppm). (60)

Figuren under viser CO_2 -konsentrasjonen på et soverom gjennom natten på tre ulike dager. Grå kurve viser med balansert ventilasjon, blå kurve er med vindu på gløtt og stiplet kurve er med lukket vindu. (59)



Figur 29 CO₂-konsentrasjon på et soverom på tre ulike dager. Kilde: Inneklima i energieffektive boliger, Thomsen og Berge

Med lukket vindu vil CO₂-nivået overstige 1000 ppm etter 2 timer. Med balansert ventilasjon og med vinduet vinduet på gløtt, vil nivået holde seg under 1000 ppm gjennom hele natten. Kurven viser også at med en gang man lukker vinduet vil konsentrasjonen av CO₂ stige over anbefalt nivå innen kort tid.

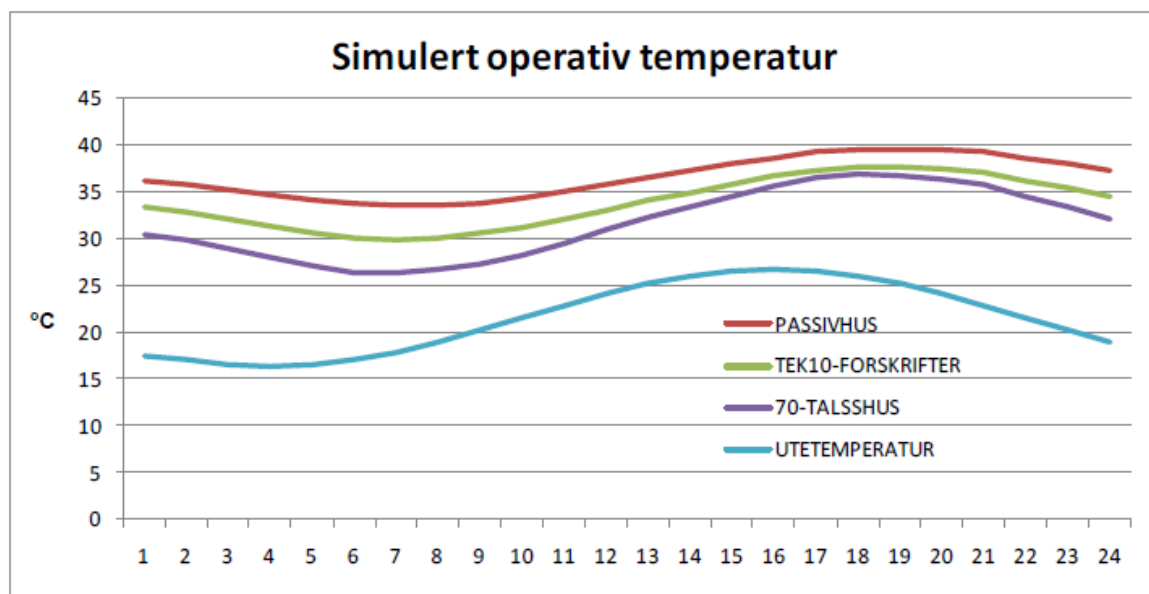
3.21.4 Simulering sommerkomfort

SINTEF Byggforsk har gjort en simulering av sommerkomforten i passivhus. Der blir komforten i et passivhus sammenlignet med et TEK10-hus og et 70-tallshus. Simuleringene tar utgangspunkt i en to-etasjers enebolig på 160 m² BRA, med cirka halvparten av vinduene orientert mot syd. Tabellen under viser forskjellen i kvaliteten på de tre husene.

Komponent	PASSIVHUS	TEK10-FORSKRIFT	70-TALLSHUS
U-verdi yttervegg	0,10 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,28 W/m ² K
U-verdi yttertak	0,08 W/m ² K	0,13 W/m ² K	0,28 W/m ² K
U-verdi gulv	0,08 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,30 W/m ² K
U-verdi vindu/dør	0,70 W/m ² K	1,2 W/m ² K	2,7 W/m ² K
Lekkasjetall	0,6 W/m ² K	2,5 W/m ² K	5,0 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m ² K	0,03 W/m ² K	0,06 W/m ² K
Normalisert varmekapasitet (meget lett)	17 Wh/m ² K	17 Wh/m ² K	17 Wh/m ² K
Virkningsgrad gjenvinner	85 %	70 %	0 %
Beregnet oppvarmingsbehov	19,6 kWh/m ² år	60,1 kWh/m ² år	154,5 kWh/m ² år
Varmetapstall	0,45 W/m ² K	0,88 W/m ² K	1,69 W/m ² K

Figur 30 Sammenligning komponenter. Kilde: Inneklima og sommerkomfort i passivhus (Dokka)

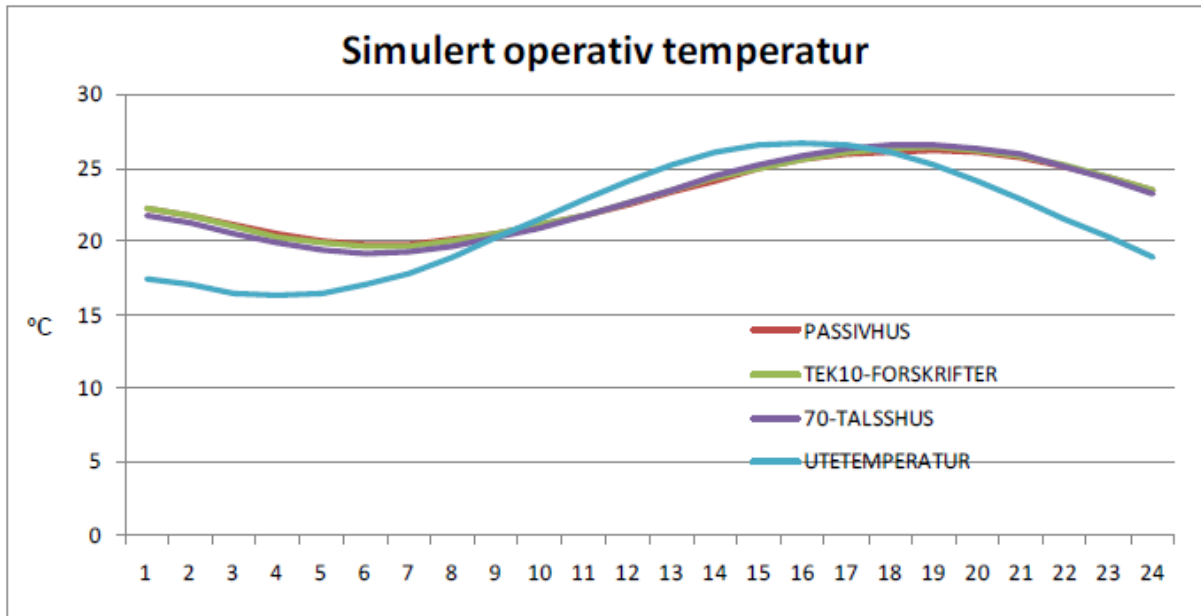
Den første simuleringen viser innetemperaturen uten solskjerming, uten vinduslufting og der konstruksjonen er et lett bygg. Altså er det ingen tiltak for å hindre oppvarming.



Figur 31. Simulert operativ temperatur uten tiltak. Lett bygg. Kilde: Inneklima og sommerkomfort i passivhus (Dokka)

Simuleringen viser at passivhuset vil ha den høyeste temperaturen, mens 70-tallshuset vil ha den laveste. Likevel vil alle byggene ha en innetemperatur på over 26 C, som betyr at de blir overopphetet.

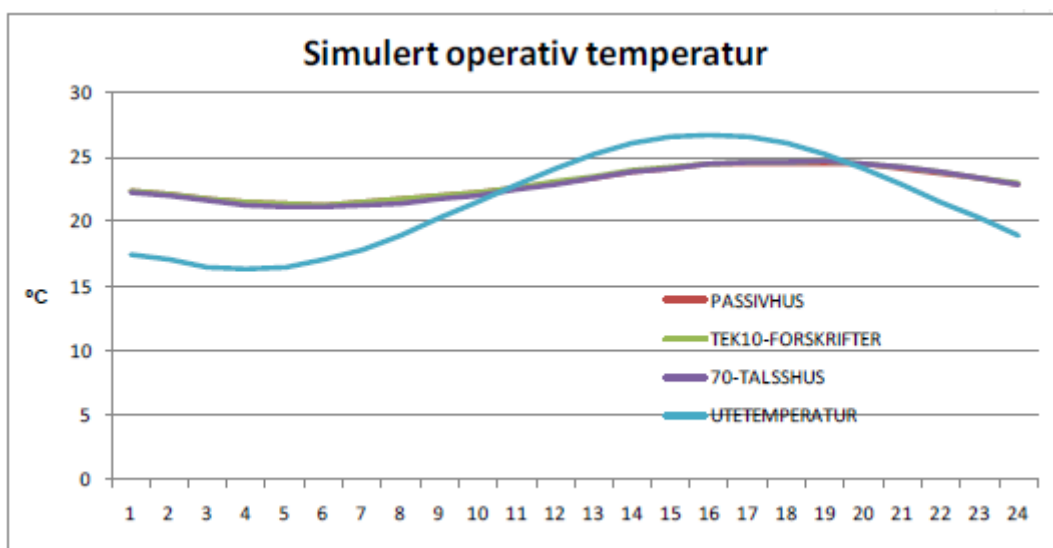
Den neste simuleringen viser innetemperaturen når det er satt i verk tiltak for å hindre oppvarming. Det er satt på utvendige persienner på syd,- øst, og vest-fasade. Det er også vinduslufting. Konstruksjonen er fortsatt et lett bygg.



Figur 32. Simulert operativ temperatur med tiltak. Lett bygg. Kilde: Inneklima og sommerkomfort i passivhus (Dokka)

Figuren viser at nå er det passivhus som har den laveste innnetemperaturen. For alle bygningene vil perioden med overoppvarming bli kortere, og temperaturene vil minke. Forskjellen mellom husene vil også bli mindre, men passivhus vil ligge lavest, og 70-tallshuset vil ha høyeste temperatur. Temperaturen vil fortsatt ligge litt for høyt for det som anslås å være behagelig innnetemperatur på sommeren.

Neste simulering viser at dersom bygget i tillegg har noen tyngre bygningsdeler, så vil det ikke oppstå overtemperaturer i noen av husene.



Figur 33 Simulert operativ temperatur med tiltak. Mellomtunget bygg. Kilde: Inneklima og sommerkomfort i passivhus (Dokka)

Vi ser at det ikke er noen betydelige forskjeller på sommerkomforten mellom ulike energistandarder. Det som er avgjørende er tiltak som solskjerming og vinduslufting. Temperaturen kan også senkes en del dersom bygget har noe mer termisk masse enn vanlig i småhus. I tabellen under ser man den maksimale sommertemperaturen oppsummert i de tre husene.

	UTEN TILTAK	MED LUFTING	MED LUFTING & SOLSKJERMING	MED LUFT.& SOLSKJ. &TUNG KONSTRUK.
PASSIVHUS	39,6 °C	28,8 °C	26,2 °C	24,6 °C
TEK10- FORSKRIFT	37,7 °C	29,6 °C	26,4 °C	24,7 °C
70-TALLSHUS	36,8 °C	30,6 °C	26,6 °C	24,7 °C

Figur 34. Maksimal innendørs temperatur i småhus med forskjellig energistandard. Kilde: Inneklima og sommerkomfort i passivhus (Dokka)

Vi ser at temperaturen kan bli over 10 grader høyere dersom det ikke er mulighet for lufting og solskjerming. (62)

3.21.5 Erfaringer fra andre land

I rapporten «Inneklima i energieffektive boliger – en litteraturstudie» (59) har forfatterne sett på studier fra Sverige, Danmark, Tyskland, Østerrike og Sveits. Studiene tar for seg erfaringer som er gjort med lavenergi- og passivhus der. Hovedfokuset i studiene er inneklima, og de ser spesielt på temaene termisk,- atmosfærisk og akustisk miljø og på generell brukertilfredshet.

Wiesbaden, Tyskland

I Wiesbaden i Tyskland ble det undersøkt 24 lavenergiboliger og 22 passivhusboliger. Boligene ble oppført i 1997, er i rekkehusform og er konstruksjonsmessig utformet på samme måte. Det er installert et konvensjonelt oppvarmingsanlegg med små radiatorer. Det som skiller de to typene bolig er valg av vinduer og ventilasjonsprinsipp.



Figur 35. Passiv- og lavenergiboliger i Wiesbaden, Tyskland. Kilde: bine.info

Målingene viser at overopphetingsfrekvensen var noe høyere i lavenergiboligene enn i passivhusboligene: I snitt 7,5 % av tiden over 25 C°, mot 6,5 %. Dette viser igjen i tilfredsheten til beboerne, da de i passivhus var noe mer tilfreds med innetemperaturen om sommeren enn de i lavenergibolig. Når det gjelder vinteren sa nesten alle beboerne at de var fornøyd eller meget fornøyd med temperaturforholdene. Her også er passivhusbeboerne hakket mer fornøyde enn lavenergibeboerne.

Ventilasjonsprinsippet var forskjellig i boligene. I passivhusene var det installert balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning, mens lavenergiboligene hadde avtrekksventilasjon med fuktstyrte tilluftsventiler i vinduer. Konsentrasjonen av CO₂ på soverommene ble målt. Nivået i passivhusene med balansert ventilasjon lå kontinuerlig under 1000 ppm. I lavenergiboligene, med annet ventilasjonsprinsipp, lå nivået mye høyere, og det ble målt verdier over 3600 ppm.

Både tilbakemeldinger fra passivhusbeboerne og sporgassmålinger viser at ventilasjonsanlegget gir god luftkvalitet. I lavenergiboligene ble det avdekket meget lave luftmengder. Om vinteren når det er lav luftfuktighet, er det særlig vanskelig å sikre en god luftkvalitet. Det lokale luftskifte i oppholdssonen var også lavere her.

I passivhusboligene ble det målt luftvekslinger mellom 0,45 og 0,54 omskiftninger per time. Beboerne vurderte luften som for tørr. Luftvekslinger i lavenergiboligene ble målt til mellom 0,13 og 0,15 omskiftninger per time. At dette tallet ligger så lavt kan forklare hvorfor lavenergibeboerne under fyringssesongen lufte 2,5 ganger så mye som passivhusbeboerne. Generelt åpnes vinduene sjeldnere av de i passivhus, noe beboerne anså som en komfortgevinst.

Når beboerne ble spurt om ønsker for endringer med ventilasjonen, svarte flere av beboerne at de ønsket mindre støy, og noen ønsket bedre filtrering av støv og skadelige stoffer fra uteluften.

Sverige

I Sverige har det i en masteroppgave blitt gjort en undersøkelse av inneklima og brukertilfredshet i tre forskjellige passivhus, i Oxtorget, Frillesås og Glumslöv. I Frillesås og Oxtorget er konstruksjonen av betong og stål. I Glumslöv er det brukt tre / aluminium. Der brukes en varmeveksler og en ekstra ovn for kalde dager.

Beboerne i Frillesås var mest fornøyd. De hadde bare noen få negative kommentarer, som gikk på trekk og støy fra ventilasjonsanlegget. Beboerne i Glumslöv var minst fornøyd. De var misfornøyd med at de ikke kunne justere temperaturen, og at værforholdene påvirket innetemperaturen. Om sommeren ble temperaturen for høy. De sier at det var

temperaturforskjeller på 3-4 C mellom rom om vinteren, og at de måtte bruke ekstra oppvarming. Ventilasjonsanlegget fungerte enten ikke tilstrekkelig, eller det fungerte ikke i det hele tatt.

Mulige grunner til at inntemperaturen oppleves så forskjellig i de tre bygningene kan være det forskjellige konstruksjonssystemet, eller at det er for liten effekt av varmeeheten. Masterstudentene gjennomførte simuleringer og beregninger for å teste dette, men resultatet var at bygningene skulle fungere tilfredsstillende slik som de var. Andre mulige grunner kan være ventilasjonsviftenes beliggenhet på toppen av veggen, eller for lavt volum av injisert varm luft i noen rom.

I en doktoravhandling om passivhus har også Jansson sett på boligene på Frillesås og Oxtorget i Sverige. Der finner også hun ut at beboerne på Frillesås var veldig fornøyd. På Oxtorget derimot, ønsket 50 % av beboerne å ha det varmere på vinteren.

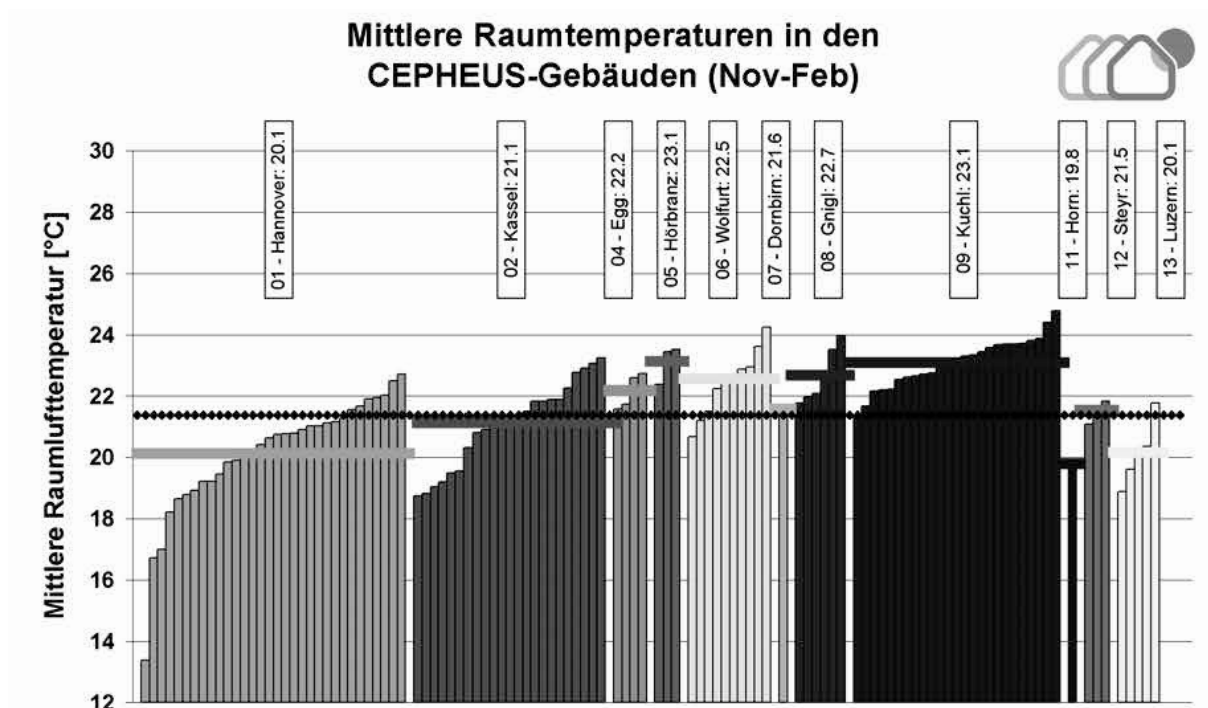
Jansson har i tillegg sett på en enebolig i Lidköping. De opplevde stor variasjon av innetemperatur mellom etasjene og rommene. I avhandlingen er hun innom flere slike eksempler, og konkluderer med at et ventilasjonsanlegg som skal brukes som oppvarmingssystem, ikke kan planlegges som et vanlig ventilasjonsanlegg. Det må tas mer hensyn til plassering av tilluftsenheter, og at den oppvarmede luften når fram til alle rom med krav til termisk komfort.

Beboerne i studiene har mekanisk ventilasjonsanlegg og opplever luftkvaliteten som frisk og god gjennom hele året. Jansson påpeker viktigheten av at ventilasjonssystemet er godt planlagt, og at noen må ta fullt ansvar for systemet hele veien gjennom byggeprosessen.

Beboerne beskrev leilighetene sine i Oxtorget og Lidköping som svært stille. Her ble det også gjort målinger av støynivået, og resultatet var bedre enn den angitte lydklassen på ventilasjonsenheten.

CEPHEUS

I en undersøkelse gjort innen EU-prosjektet CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standard) ble det gjort målinger og brukerundersøkelser i 100 leiligheter oppført på passivhusnivå i Tyskland, Østerrike og Sveits. Her hadde de fleste beboerne stilt temperaturen på 21-22 C. Figuren under viser den gjennomsnittlige romtemperaturen fra november til februar i de 100 leilighetene.



Figur 36. Gjennomsnittlig romtemperatur om vinteren i CEPHEUS-prosjektene. Kilde: *Inneklima i energieffektive boliger*, Thomsen og Berge

Den svarte linjen viser gjennomsnittlig temperatur, som ligger på ca. 21,5 C°. Vi ser på figuren at innetemperaturen varierer fra 17 – 25 C° i de bebodde leilighetene.

Hannover

I forbindelse med CEPHEUS-prosjektet er det gjort grundigere undersøkelser av de 32 passivhusene fra Hannover i figuren ovenfor. Der viste målingene at innetemperaturen holdt seg svært stabil på vinteren, også på de kaldeste dagene. Gjennomsnittstemperaturen inne på vinteren var 20,1 C°.

Temperaturen om sommeren holdt seg også innenfor komfortsonen, altså 26 C°. Overopphetingsprosenten beregnes til 1,1 % av timene om sommeren. På den varmeste dagen lå gjennomsnittstemperaturen inne på 25,7 C°. Innetemperaturnivået beskrives da som svært komfortabelt om sommeren.

For hver individuelle leilighet varierte temperaturen mellom +/- 2 C° fra gjennomsnittstemperaturen, for alle de målte leilighetene. Dette kan vise at det har stor betydning for innetemperaturen hvordan hver enkelt beboer bruker utstyret; som solskjerming, vinduslufting og bruk av elektrisk utstyr, som avgir varme.

Kassel

I CEPHEUS-prosjektet har det også blitt sett nærmere på to flerfamiliehus i Kassel. De fleste beboerne er fornøyde med luftfuktigheten, og rapporterer ingen problemer med for tørr luft. Det ble ikke luftet betydelig gjennom vinduer slik at det gikk ut over den generelle målte energibalansen i huset. De fant også ut at de som hadde høy skepsis til balansert ventilasjon, også luftet mer med vinduer.

Det ble ikke rapportert problemer med muggsopp. Noen opplevde også at helsen var litt bedre enn før.

Støy fra ventilasjonsanlegget var et problem hos enkelte av beboerne. Gjennom enkle justeringer av anlegget, og ved å gi informasjon til brukerne om bruk og vedlikehold, reduserte støyproblemet seg.

Nordhein-Westfalen, Tyskland

I 2005 ble det utført en spørreundersøkelse for 220 passivhusboliger i Nordhein-Westfalen i Tyskland, for å kartlegge blant annet inneklime. 95 % av beboerne syntes inne temperaturen om vinteren var behagelig. 38 % syntes at temperaturen var for høy om sommeren. Dette var i hovedsak på grunn av manglende solskjerming.

75 % av beboerne var fornøyd med opplevd fuktinnhold, mens 21 % opplevde inneluften som for tørr. Her ble det opplyst om muggsoppvekst i 7 % av boligene, og om kondens på bygningsdeler i 11 % av boligene. 13 % av beboerne klagde på støy fra ventilasjonsanlegget. Det viste seg at de som klagde på støy i mange tilfeller var de som hadde fuktproblemer. Undersøkelser viste at årsaken til fuktproblemet var byggfukt, og at det i kombinasjon med mangler ved ventilasjonsanlegget førte til fuktskader.

Her tyder det på dårlig kunnskap ved planlegging og installasjon av ventilasjonsanlegg, i tillegg til dårlig informasjon til beboerne om bruk. Det manglet også innreguleringsprotokoller for ventilasjonsanleggene i samtlige boliger. (59)

Overførbarhet

Man må ta hensyn til at dette er undersøkelser gjort i utlandet, og at de ikke er direkte overførbare til norske forhold. Det gjelder ulikheter som blant annet klima, bruk av ventilasjon, varmesystem og årsaker til mugg- og fuktskader. Det er likevel alltid nyttig å se på tidligere erfaringer, lære av tidligere feil og overføre gode løsninger til norske forhold.

Siden disse undersøkelsene ble gjort har teknologien utviklet seg, for eksempel innenfor ventilasjon. Studiene er likevel interessante her i landet hvor det fortsatt registreres skepsis i deler av bransjen og befolkningen. (59)

3.21.6 Erfaringer fra Norge

Løvåshagen

Løvåshagen i Bergen var et prosjekt med 52 lavenergi- og 28 passivhusleiligheter som ble ferdigstilt i 2008. Løvåshagen er et fyrtårnprosjekt, som ble realisert gjennom samarbeidet mellom ByBo AS, Arkitektkontoret ABO AS, Husbanken og Sintef Byggforsk. Leilighetene er bygget på erfaringer med lavenergiboliger og passivhus i Tyskland, Østerrike



Figur 37. Løvåshagen i Bergen. Kilde: www.lovashagen.no

og Sverige. Løvåshagen har vært en læringsarena for byggebransjen, og fått stor oppmerksomhet både nasjonalt og internasjonalt. (63)

I disse husene er det to oppvarmingsenheter; gulvvarme på badet og en radiator. Varmen får de blant annet fra solfangerne. Det balanserte mekaniske ventilasjonsanlegget med varmegjenvinning sørger ellers for oppvarmingen. Beboerne regulerer selv temperatur- og ventilasjonsnivå i hver leilighet. (62)

Inneklima

Det har blitt utført både intervjuer og spørreundersøkelser blant beboerne. Først i 2010, deretter i 2012. Disse viste at beboerne generelt var fornøyd med oppvarming, ventilasjon, dagsbelysning og brukervennlighet.



Figur 38. Løvåshagen i Bergen. Kilde: www.lovashagen.no

Et problem som gikk igjen uavhengig av leilighetens beliggenhet i huset, var overoppheting om sommeren. «Grusomt» og «drepende» var ord som ble brukt av beboer i en av toppetasjene. Solavskjerming var noe beboerne selv måtte installere. Dette var det bare én leilighet som hadde gjort.

Temperaturen om vinteren var beboerne veldig fornøyd med. Temperaturen holdt seg stabil gjennom hele perioden. En beboer de intervjuet sa at det var behagelig varmt i leiligheten, også i kuldeperiodene. Det var heller ikke kaldt å komme hjem dersom man hadde vært bortreist en periode.

Når det gjelder innetemperaturen om sommeren virker ikke beboerne like mye plaget i 2012 som i 2010. Årsaken til dette kan være at flere monterte solskjerming i mellomtiden, justering av lufttilførsel og luftevaner. Det er også en teori at bygninger ofte har litt flere problemer i innkjøringsfasen, som stabiliserer seg etterhvert.

Flere nevnte luftkvaliteten og termisk komfort som de mest positive opplevelsene med å bo på Løvåshagen. De fleste sover med vinudet lukket, men noen har det åpent av gammel vane, selv om de egentlig mener det ikke er nødvendig. En beboers luftveisproblemer hadde forbedret seg etter innflytting i Løvåshagen. (62)

Styringssystem

Gjennom intervjuene viste det seg at ikke alle beboerne hadde all kunnskap riktig om hvordan ventilasjonssystemet fungerte. Dette kan ha sammenheng med informasjonen som ble gitt når de flyttet inn. Det var ulike meninger om denne var god nok. Noen syntes det var lettvinnt, andre ble sittende igjen med en manual og synes instruksene ble gitt på svært kort tid.

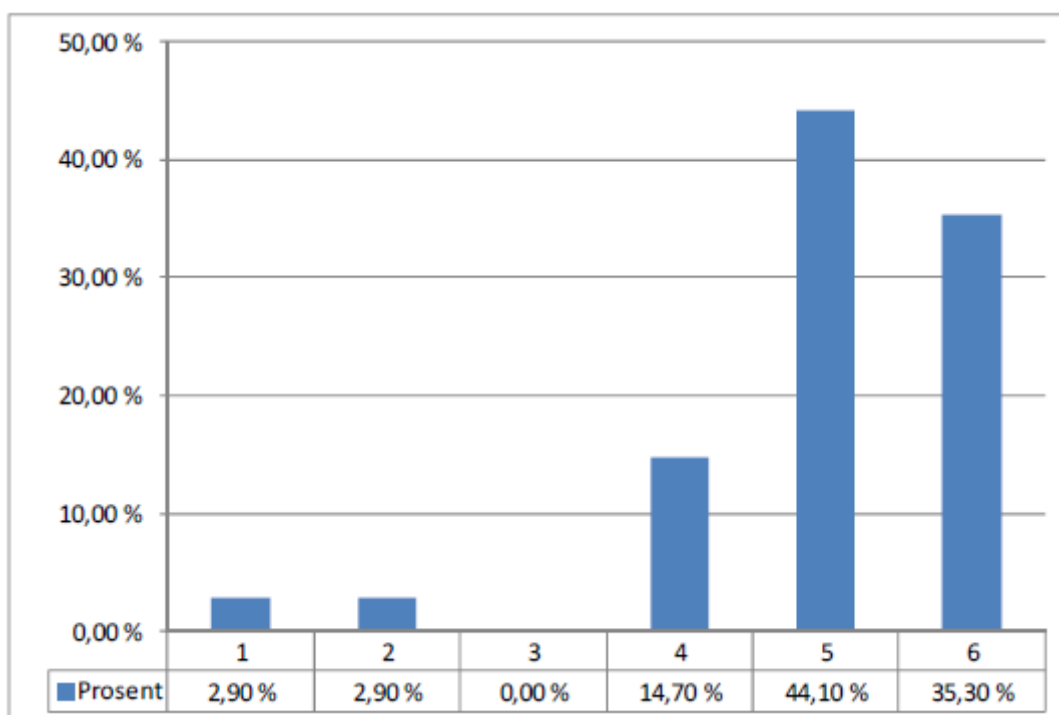
Dette viser igjen i tilfredsheten med styringssystemet, som er varierende blant beboerne. Der er en på/av-knapp som skal slå av strømmen når beboerne forlater leiligheten, med unntak av utstyr som trenger strøm gjennomgående. Det er noen som føler at de ikke har kontroll over hva de skrur av, og kunne ønsket seg flere muligheter over hva man slår av. Andre som bruker knappen er fornøyd med hvordan den fungerer.

Det kommer frem at vedlikeholdet av ventilasjonsanlegget ikke er så veldig brukervennlig. Det er tungvint og man må helst være to for å skifte filter.

De fleste beboerne tenkte over lyden av ventilasjonsanlegget da de flyttet inn, men ble etterhvert vant til den. Beboerne kunne tenkt seg å i større grad å kontrollere energiforbruket sitt, og slik bli mer bevisst på hvordan de aktivt kunne redusere bruken. (62)

Resultat

Tabellen/Figuren nedenfor viser på en skala fra 1-6 hvor tilfredse beboerne i Løvåshagen er med å bo i lavenergi- eller passivhus. 1 er svært lite tilfreds og 6 er svært tilfreds.



Figur 39. Generell tilfredshet med å bo i lavenergi- eller passivhus. Kilde: Rapport nr. 113

Cirka 80 % av beboerne er tilfreds eller svært tilfreds med å bo i lavenergi- eller passivhus. Legger man til de 14,7 % som er noe tilfreds, blir det 94% som er fornøyd. 5,8 % er lite tilfreds eller svært lite tilfreds. Grunnen til misnøyen var at forventningene til lavt energibruk, termisk komfort og luftkvalitet ikke var innfridd. (64)

Det viser seg at inneklimatet avhenger av installasjon av solskjerming, kvaliteten på de tekniske installasjonene, kompetansen til de som drifter systemene og kunnskapen til beboerne om hvordan man best bruker et passivhus. Andre faktorer som spiller inn er orientering av leilighetene, størrelse på uavskjermede glassflater og norske bovaner (eller uvaner). (62)

Myhrerenga borettslag

Myhrerenga borettslag i Skedsmo kommune ble etablert i 1967, og er Norges første rehabilitering med passivhuskomponenter. Det var i utgangspunktet planlagt en konvensjonell rehabilitering, men Husbanken og SINTEF foreslo høyere ambisjoner. Sammen med boligbyggelaget USBL, lette de etter potensielle pilotprosjekter i EKSSBO, som er et forskningsprosjekt om energieffektiv rehabilitering av eksisterende boliger. (62) Oppstart var i 2010 og prosjektet med 168 leiligheter sto ferdig i 2011. Blokkene ble tilleggsisolert med 20 cm isolasjon, og det var stort fokus på damp, vindtetting og eliminering av kuldebroer. Det ble installert nytt ventilasjonssystem med varmegjenvinning, varmepumper i fyrrommet og solfangere på taket til den ene blokken. (65)



Figur 40. Myhrerenga borettslag før rehabilitering.
Kilde: Systematisering av erfaringer med passivhus – nr. 113



Figur 41. Myhrerenga borettslag etter rehabilitering.
Kilde: Systematisering av erfaringer med passivhus – nr. 113

Inneklima

Brukerintervjuer etter første hele oppvarmingsperiode viste at beboerne var svært fornøyde med innetemperatur og inneklima. Det var ingen klager på dette, og inneklima ble opplevd som svært positivt. Temperaturen på vinterstid var god, og flere var overrasket over hvor lite radiatoren trengte å stå på for å holde det varmt. Inneluften opplevdes ikke som tørr, heller ikke på vinteren. Beboerne syntes ikke at temperaturen på sommerstid var problematisk. På

styringssystemet var det stort sett termostaten som brukerne kunne stille på, og det fungerte godt. Beboerne savnet imidlertid litt bedre informasjon. (62)

Etter to hele kuldeperioder ble det utført oppfølgingsintervjuer med driftsansvarlig/vaktmester og utvalgte beboere. Driftsansvarlig sier at det er gjennomført to innreguleringer på varmeanlegget og noen flere med ventilasjonsanlegg. Solfangerne fungerer godt. I kuldeperioder kommer det ukentlig inn 4-5 klager på ulike forhold. Klagen er mest knyttet til støy i radiatorer og stigeledninger, hodepine, tett nese, støv og spredning av lukt fra andre leiligheter. Det er nesten ingen klager om sommeren. (64)

I beboerintervjuene var det ingen som hadde opplevd verken sjenerende lukt eller støy. De opplever fortsatt høy komfort med jevn temperatur både vinter og sommer. En beboer syntes at luften var for tett i leiligheten, spesielt om natten. Noen opplevde at luften var litt tørr på vinteren. At det samlet seg støv rundt tilluftsventilen i stuen, var det flere som hadde merket seg. De største forbedringene beboerne erfarer er jevn temperatur og lavere energiforbruk. (64)

I dette prosjektet var det betydelig forandring for beboerne fra før og etter rehabiliteringen. Kontrasten var enorm, og dette kan gi utslag på hvorfor brukerne var så fornøyde. Ved innflytting i nye boliger er forventningene ofte svært høye. Samtidig var prosjektet godt planlagt, med brukervennlige systemer og gode løsninger. I prosjekterings- og byggeprosessen hadde de god erfaring med godt formulerte og presise krav, samt detaljerte tegninger. God og jevnlig oppfølging på byggeplassen var også veldig nyttig. Nye tekniske løsninger gjorde at ikke alle komponentene var tilgjengelig i Norge, noe som gjør planleggings-/optimaliseringsprosessen mer komplisert enn i sentraleuropeiske land. (62)

Enebolig på Skøyen i Oslo



Figur 42. Passivhus på skøyen i Oslo. Kilde: Rapport 113

Eneboligen på Skøyen i Oslo sto ferdig i 2009 og ble Oslos første passivhus. Målet med prosjektet var å utvikle et helhetlig energi- og klimaeffektivt boligkonsept basert på heltre.

Ekstra isolasjon, reduksjon av kuldebroer, vindusplassering i forhold til himmelretningene, bruk av vakuumsolfangere, energieffektiv belysning og et avansert energistyringssystem er løsninger som er valgt, for å redusere boligens energibehov til det minimale. Balansert ventilasjon, varmeveksler og varmepumper skal bidra til at tilført energi blir utnyttet maksimalt. (66)

Eier sier at dersom han skulle bygge på nytt ville han hatt litt flere vindu for å få bedre kontakt med hagen utenfor. Familien er opptatt av energi, klima, god inneluft og en behagelig temperatur. Det var opprinnelig planlagt å sette opp solavskjerming, men eier fant ut at det ikke var behov for det. De er fornøyd med innetemperaturen på sommeren. Dersom det har blitt for varmt har temperaturen normalisert seg ved å åpne opp vinduene. Det har heller ikke vært for kaldt om vinteren. De har senere installert en vedovn, men bare for «kosen og stemningen sin skyld».

De er også fornøyd med innemiljøet. Det er ikke trekk, og eier mener at luftkvaliteten er litt bedre enn der de bodde tidligere. I følge eieren har luftfuktigheten ligget mellom 40-70 %, men har sunket ned i 30 % i kaldere perioder. De har hatt litt problem med varmfordelingen mellom rommene. Spesielt på en sovehems blir det varmt om sommeren.

Huset demper også mye støy utenfra, og det oppleves som svært stille. Utenom avtrekket på badet hører de ikke ventilasjonsanlegget. Filtrene i ventilasjonsanlegget skal skiftes ut en gang i året, men eieren bruker å gjøre det oftere når han mener at de har samlet nok smuss og støy. Solfangerne har ikke fungert tilfredsstillende. (64)

3.21.7 Oppsummering

Termisk miljø

- Passivhusbeboere synes å være litt mer fornøyd enn lavenergibeboere.
- Målinger viser få timer med overoppheting i boligene om sommeren. Likevel er dette gjennom brukernes opplevelse et problem. Det er altså ikke alltid en sammenheng mellom målinger og opplevelse.
- Beboerne er mer fornøyd med innetemperaturen på vinteren enn på sommeren.
- Innetemperaturen holder seg nokså stabil, også på de kaldeste og varmeste dagene.

Beboere i passivhus får ofte for dårlig informasjon om hvordan huset fungerer og opplæring i hvordan man skal bruke ventilasjonssystemet. Kunnskap om hvordan man aktivt bruker for eksempel solskjerming og vinduslufting, har stor innvirkning på innetemperaturen. Dette fører til at ikke alle får den termiske komforten som man faktisk kan oppnå. Vindusstørrelse- og

orientering hadde også stor innflytelse på innetemperaturen. Det var mange beboere som ikke hadde installert solskjerming. Det bør også være tilfredsstillende muligheter for oppvarming, slik at man kan oppfylle ulike brukeres behov om vinteren.

Atmosfærisk miljø

- Luftkvaliteten avhenger mer av ventilasjonsprinsipp enn av byggestandard.
- Balansert ventilasjon holder CO₂-konsentrasjonen i lufta under 1000 ppm.
- Hus med balansert ventilasjon har gjennomgående bedre luftkvalitet, og mindre behov for å lufte med vinduene.
- Luftfuktigheten oppleves som litt lav i passivhusene.

Det er viktig at ventilasjonssystemet er godt planlagt og at brukerne får informasjon om hvordan det skal brukes. For å få optimal utnyttelse av ventilasjonsanlegget er det svært viktig med vedlikehold og filterskifte.

Akustisk miljø

- Noen blir forstyrret av ventilasjonsanlegget, andre ikke. Noen synes det er en vanesak.
- Støy fra ventilasjonsanlegget kan av og til forbindes med feil og mangler med anlegget.
- Støy kan av og til reduseres ved enkle justeringer og regelmessig vedlikehold.

Generell tilfredshet

En stor andel av beboerne i passivhus er fornøyde eller veldig fornøyde med bokvaliteten. Det viser seg at det er en klar sammenheng mellom tilfredshet og teknologiformidling mellom beboerne og driftspersonell. Andre faktorer som spiller inn er opplevelse av høy termisk komfort, bra luftkvalitet og lave kostnader til oppvarming. (59,62,64)

3.22 Fukt

3.22.1 Høyisolerte vegger av tre

Det har blitt rettet mye kritikk mot utviklingen av tykkere og tettere vegger i boliger. En av årsakene til kritikken er frykten for at det kan være helseskadelig. Kritikerne mener at det finnes for lite kunnskap om fuktforholdene, og at tykkere vegger vil øke risikoen for sopp og mugg inne i konstruksjonen.

Passivhusløsninger har forskjellige metoder på å redusere energibruken, men alle vil i prinsippet innebære tykkere vegger med mer isolasjon. (40)

3.22.2 Fuktforhold i treverk

Treverkets fuktighet innstiller seg etter luftens relative fuktighet og temperatur. Det er størst fare for sopp- og muggangrep i treverk når temperaturen er på rundt 30 °C og trefuktighet på 30-40 %. Sopp- og muggangrep er treverkets verste fiende og kan føre til misfarging og nedbryting om forholdene ligger til rette for det. Til konstruksjonsforhold blir treverket produsert med trefuktighet på 17-20 %. Når treverket tas i bruk vil det vanligvis tørke ut mer. Hvor mye det vil tørke ut, og hvilke forskjeller det er i trefuktighet mellom ytre og indre deler av stendere, er usikkert i så tykke vegger som er ønskelig å ha i passivhus. Selv ved trefuktighet på under 20 % kan det være fare for sopp- og muggvekst når temperatur og relativ fuktighet er høy nok. Luftforhold over 5 °C og relativ fuktighet på 85 % kan være tilstrekkelig nok for at faren til ugunstig vekst er tilstede. (40)

3.22.3 Tetthet

På innsiden av alle vegger og tak er det viktig med tetthet. Varm og fuktig inneluft som kommer ut i veggkonstruksjonen vil bli avkjølt gjennom veggen, og ved kaldt uteklima vil fukten før eller senere kondensere. Kondensasjon betyr at fuktigheten i luften går over til væskeform. I tynne vegger med dårlig isolasjonsevne kan kondensasjonspunktet ofte ligge på utsiden av veggen. I ytterveggene til passivhus vil isolasjonsevnen være så god at kondensasjonspunktet vanligvis vil være inne i veggen. Denne kondenseringen vil føre til forhold som er gunstige for sopp- og muggvekst. Dampspærren mot innervegg er derfor viktig for å sikre mot ugunstige forhold inne i veggen. Luftlekkasjer i taket kan på samme måten være et problem når varm luft stiger opp og avkjøles mot kald side. Da kan det føre til kondensering av fukt og gode forhold for sopp- og muggvekst. (40)

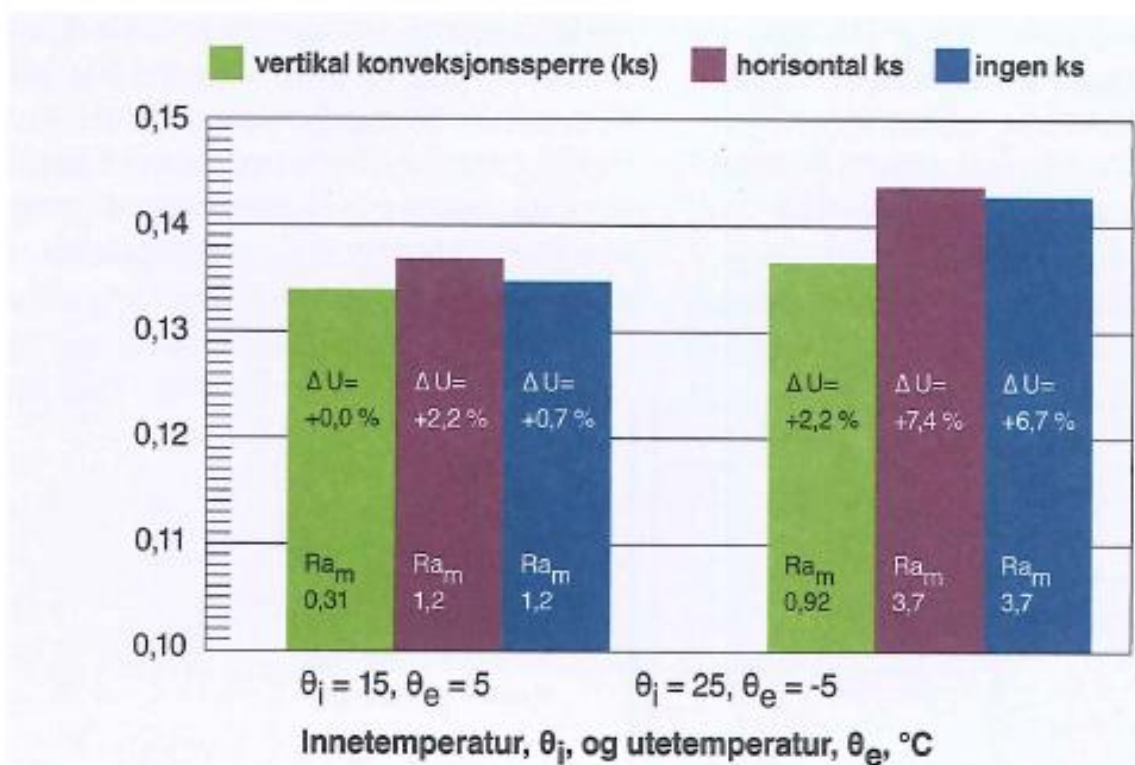
3.22.4 Oppfukting i byggeperioden

Ved tradisjonell bygging av småhus kan innvendige trekonstruksjoner bli utsatt for vær og vind som kan føre til oppfukting. Dersom treverk med mye fuktighet blir innestengt i konstruksjonen, vil risikoen for muggvekst rett etter byggeperioden være størst. Ved å øke isolasjonsmengden fra 150 mm til 250 mm vil risikoen for muggvekst bak vindspærren øke ytterligere. I hovedsak skyldes dette at det er større mengder treverk som kan bli innestengt med fukt. Simuleringer som har blitt gjort viser at den positive effekten av å ha mindre luftlekkasje og bedre isolasjon, sannsynligvis er større enn de negative effektene ved økt isolasjonstykkelse. Beregninger og laboratoriemålinger viser at det tar lengre tid å tørke ut byggfukt når isolasjonstykkelsen øker. Boligprodusenter og deres samarbeidspartnere kan i en tidlig fase i byggeprosjekt måle temperatur, relativ fuktighet og trefuktighet av materialer for å ha god dokumentasjon på at de har tilfredsstillende skjerming mot fukt. Da vil det også være mulig å ta målinger senere, som kan vise hvordan fuktforholdene har utviklet seg over tid. (40)

3.22.5 Naturlig konveksjon

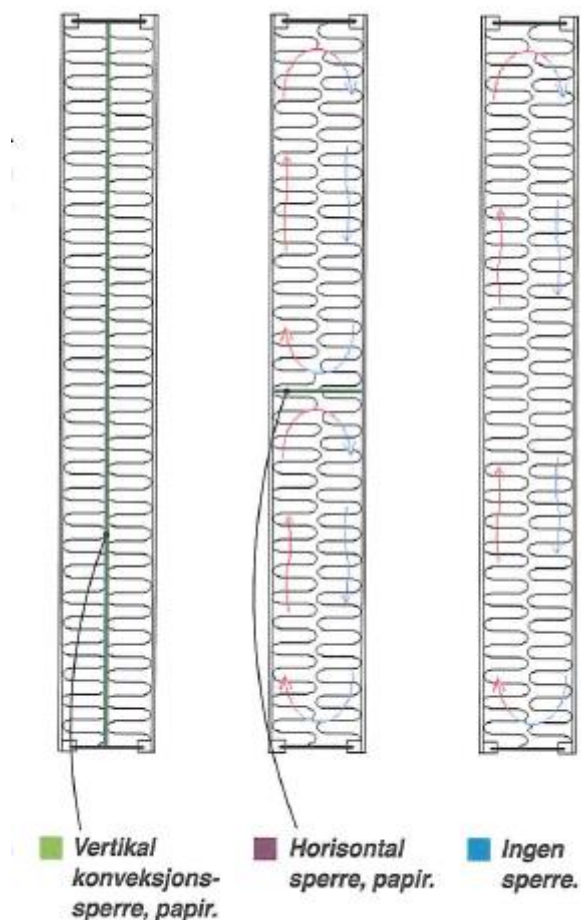
Luftstrømmer inne i isolasjonen øker varmetapet. Naturlig konveksjon er luftstrømmer som kommer av varm og kald luft. Ved varm side blir luften oppvarmet og stiger opp, og ved kald side vil luften bli avkjølt og synke ned. Naturlig konveksjon er et vinterfenomen, siden konveksjonen er størst når det er kaldt ute. Drivkraften for konveksjonen er tetthetsforskjellene, og den vil øke proporsjonalt med temperaturforskjellene på innvendig og utvendig side. I tillegg til å øke varmetapet omfordeler konveksjon også fuktighet. Luften vil ta fuktighet fra den varmeste delen av bindingsverket, for så å avgi denne igjen til øverst ytterst i veggen der den blir avkjølt. Dette kan føre til trefuktighet over 20 % lokalt, selv om den målte trefuktigheten var under 20 % i alle deler av bindingsverket når veggen ble isolert og lukket. (39)

Konveksjonssperre mellom isolasjonslagene



Figur 43 Diagrammene viser forskjellene av varmetap gjennom yttervegger med og uten konveksjonssperre. Kilde: Prosjektering av passivhus

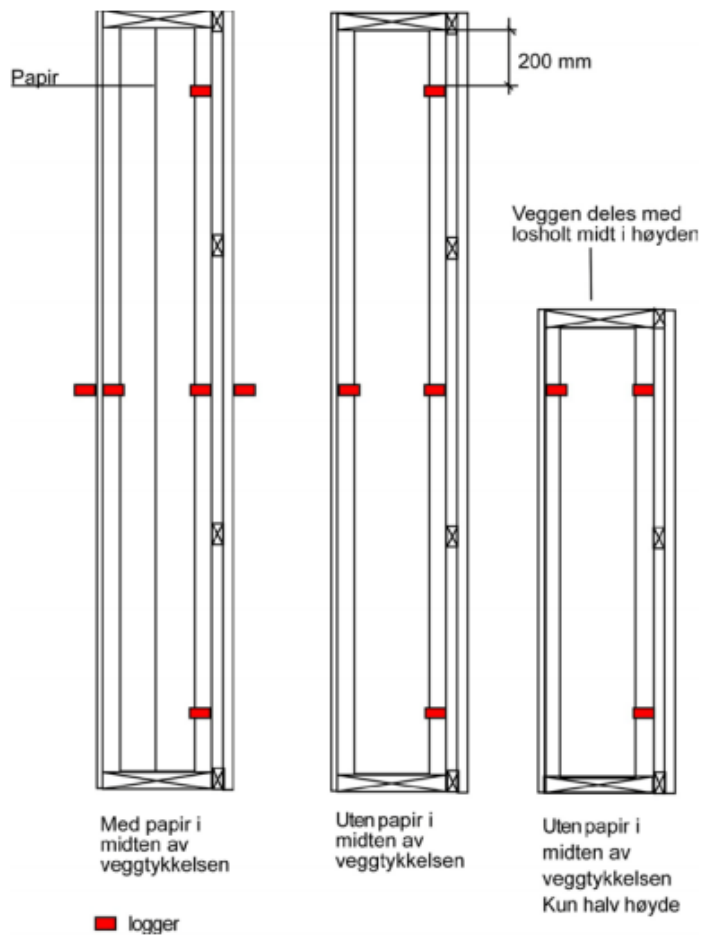
Søylene i figur 43 viser måleresultater av varmetapet gjennom tre vegger med høyde 2,4 m og temperaturforskjeller på 10 °C (til venstre) og 30 °C (til høyre). Isolasjonstykkelsen til disse veggene er 300 mm. De grønne søylene hører til veggen med vertikal konveksjonssperre som deler isolasjonslaget i to sjikt (se figur 44). De burgunderrøde søylene hører til veggen med en horisontal sperre som deler isolasjonen i to deler. De blå søylene hører til veggen uten sperresjikt. Ved temperaturforskjell på 10 °C vil konveksjonen være liten, og varmetapet nokså likt mellom de tre ulike veggene. Når temperaturforskjellen økes til 30 °C økes også konveksjonen i veggene, og det viser en markant forskjell mellom grønn søyle og de to andre søylene. En vinterdag med ekstrem kulde kan utgjøre over 10 % større varmetap gjennom en tykk vegg uten konveksjonssperre, enn en vegg med konveksjonssperre. Spikerslag vil fungere som en horisontal luftspærre, og vil derfor ha negativ virkning i forhold til konveksjon. (39) For vegger med isolasjonstykkelse på 200 mm eller mer, anbefaler SINTEF Byggforsk montering av konveksjonssperre midt i isolasjonslaget. (67)



Figur 44 Viser prinsippet ved bruk av konveksjonssperre. Kilde: Prosjektering av passivhus

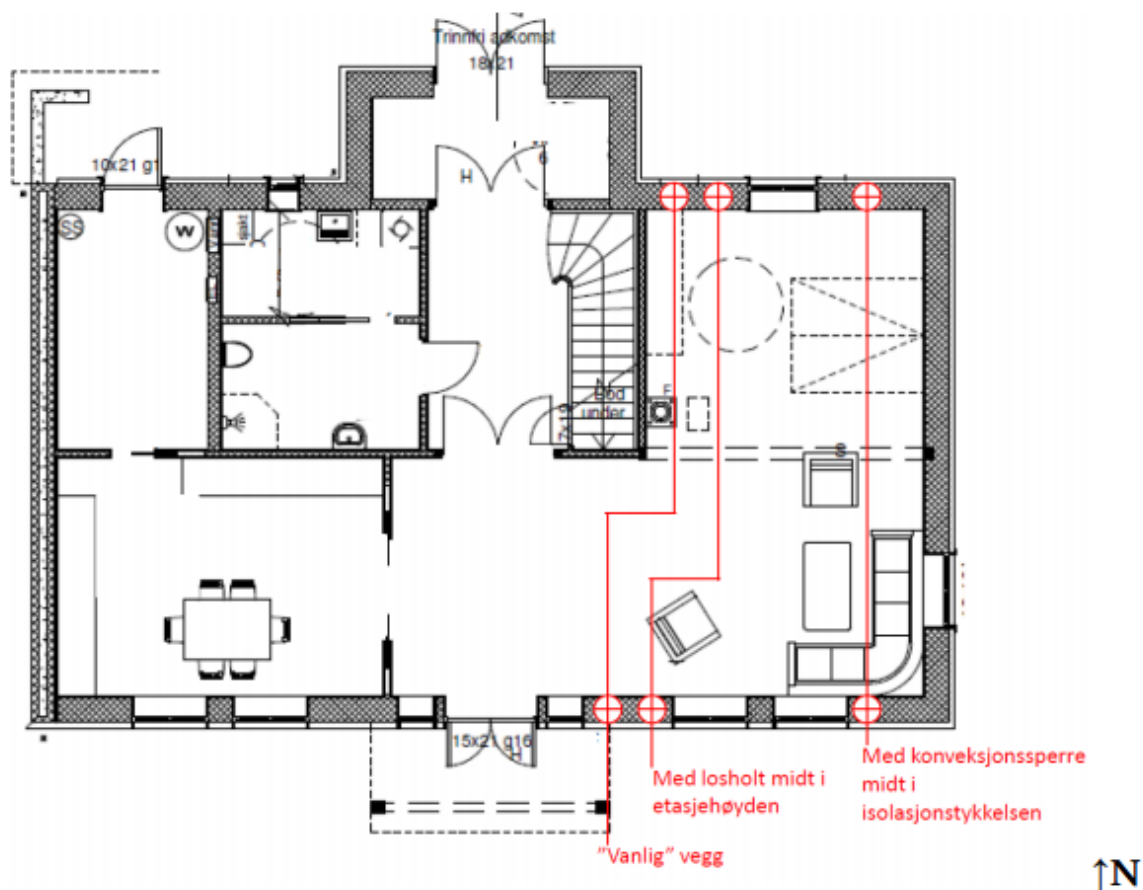
3.22.6 ENTRÈ-prosjektet

I et prosjekt kalt ENTRÈ-prosjektet ble det tidlig i byggefasen montert måleutstyr inne i veggkonstruksjonen av et passivhus i Bodø. Måleutstyret var loggere som skulle måle temperatur, relativ fuktighet og trefuktighet både i og utenfor veggkonstruksjonen. Loggresultatene i rapporten er for en periode på underkant av ett år etter de ble montert. Loggerne i veggen ble montert i stenderens treverk like utenfor dampsperran midt i etasjehøyden, rett innenfor vindsperran midt i etasjehøyde og 200 mm henholdsvis over og under bunn- og taksvill. For nærmere studier av problematikken rundt konveksjon i isolasjonssjiktet ble det konstruert tre ulike vegg-løsninger for testingen, se figur 45. (40)



Figur 45 Veggsnittene viser plassering av loggerne i de ulike variantene av yttervegger. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2

De tre ulike yttervegløsningene med måleutstyr ble plassert ved siden av hverandre i nordlig og sørlig retning slik som i figur 46.



Figur 46 Plantegning viser plasseringen av måleutstyr i ytterveggene. Kilde: ENTRÈ – energieffektive trekonstruksjoner. Delrapport 2

Prøvetaking

For å kontrollere forekomsten av mugg og sopp inne i veggen, ble det tatt teipprøver av overflaten til stenderen og luftprøver fra inne i et hulrom i ytterveggkonstruksjonen. Prøvene ble tatt nederst i veggen på nordsiden, omtrent ett år etter at bygget ble lukket. Det ble fjernet et kledningsbord i ytterveggen og lagd et hull i vindsperren for luftprøver. Luft ble sugd ut gjennom hullet i veggen, og videre trukket gjennom et filter. Filteret ble analysert for å vise eventuelle forekomster av mugg eller sopp. Det ble også tatt prøver fra uteluft og innervegg til sammenligning. Metoden ble utviklet av Mycoteam AS, som også stod for utførelse av analysene. (40)

Resultater fra målingene

Temperaturen bak kledningen har variert mellom $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Fra mars til oktober viser målingene noe høyere temperatur i sørveggen enn i nordveggen, og den relative fuktigheten ble målt lavere i sørveggen. Ytterkledningen er hvit og gir derfor små forskjeller i målingene. Trefuktigheten i starten av perioden var fra 15 % til 20 % for alle målepunktene. På varm side av ytterveggene viser målingene til loggerne svært like resultat. Temperaturene har variert mellom $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ til drøye $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det viser et tydelig skille da varmen ble slått på i januar 2010. Forventningene er at temperaturen skal ligge mellom $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, så lenge det bor noen i huset. Den relative fuktigheten følger temperaturen i stor grad. Trefuktigheten på varm side tørkes ned til rundt 10 % uavhengig av startfuktighet. Mye av uttørkingen skjer i februar og mars, noe som er naturlig siden varmen ble slått på i januar. Når det gjelder loggerne som ble plassert på kald side i ytterveggen, viser disse at temperaturen har variert mellom $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ på sørsiden og mellom $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ på nordsiden. Den relative fuktigheten har stort sett fulgt temperaturene her også. Trefuktigheten på kald side synker sakte, og mot slutten av perioden ligger den mellom 13 % og 17 %. Trenden viser altså tørrere forhold i sørveggen enn i nordveggen. (40)

Betydningen av konveksjonssperre

Det er ønskelig med høyest mulig temperaturfall gjennom isolasjonssjiktet. Det mest kritiske punktet i forhold til konveksjon og mulig kondens i ytterveggen, er øverst på innsiden av vindspærren. Ved sammenligning av temperaturene som ble målt øverst på kald side i nordveggen, viser målingene fra mars til april ikke noe stor forskjell, men i mai til oktober viser målingene høyere temperaturer uten konveksjonssperre. På sørsiden viser loggerne øverst på innsiden av vindspærren høyere temperaturer uten konveksjonssperre fra februar til oktober. (40)

Målingene av relativ fuktighet gav usikre svar for nyttigheten av konveksjonssperre i yttervegger med stor isolasjonstykkelse. Resultatene viste varierende og uklare svar, og kan være forårsaket av avvik i byggeprosessen. (40)

Sammenligning av temperaturfall

Etter innflytningen i mai og til begynnelsen av november viser målingene at det er noe større temperaturfall med konveksjonssperre enn uten. Temperaturfallet er i gjennomsnitt 0,67 °C større på nordveggen og 0,14 °C større på sørveggen. (40)

Analyser av biologisk vekst

Analysene fra luft- og teipprøver viste liten eller ingen mikrobiell vekst. Anbefalingene fra disse målingene var ingen videre tiltak fra Mycoteam. (40)

Oppsummering

Mye av den kritikken som er rettet mot passivhuskonseptet gjelder fuktproblematikk som kan oppstå når veggene blir tykkere og tettere. I denne studien viser loggingene av temperatur og relativ fuktighet i større del av byggetiden og brukstiden, at nivåene er under det som forbindes med risiko for mugg og sopp. Bekreftelsen på dette er analysene av luft- og teipprøver som viste ingen biologisk vekst i veggkonstruksjonen. (40)

Tykkere vegger med mer treverk vil også ha mer fukt. I starten av måleperioden viste målinger at trefuktigheten var mellom 15 % - 20 %. Da varmen ble slått på i januar var det betydelig uttørking på varm side av veggen. Uttørkingen på varm side tok rundt 2 måneder. For kald side er ikke uttørkingen like stor, men er generelt stor nok til å unngå opphoping av fukt. (40)

Tykkere vegger vil føre til en økning i den relative fuktigheten øverst i veggen mot kald side, spesielt under uttørkingsfasen. Forventningene var at den relative fuktigheten skulle være lavere for veggen med konveksjonssperre enn uten. Resultatene for relativ fuktighet i målingene for ytterveggen på kald side var dessverre varierte og uklare i denne forskningen. (40)

Resultatene av loggingen av temperatur, relativ fuktighet og trefuktighet viser at veggene som er oppført i passivhuset i Bodø ikke er utsatt for temperatur- og fuktpåkjenninger som er grunnleggende for biologisk vekst. Mye av fuktproblematikken knyttes mot byggefasen, men vil i dette tilfellet være bekymringsløst for fremtiden, såfremt veggene holder seg intakt. (40)

Måleresultatene gjør det i dette tilfellet umulig å trekke noen konklusjon for nyttigheten av konveksjonssperre. Ut fra denne rapporten er det ingenting som tyder på at det er nyttig med konveksjonssperre, med tanke på at det øker materialkostnadene og antallet arbeidstimer for bygget. (40)

3.23 Økonomi

Lønnsomhet knyttet til passivhus blir bestemt av flere faktorer. Byggherren kan selv velge noen av disse forutsetningene. Eksempler på disse faktorene kan være rente, levetid, energipris og fremtidige besparelser. Om det sammenlignes løsninger for et passivhus og TEK10-hus på et generelt grunnlag er det viktig at forutsetningene er mest mulig sammenlignbare. (39)

3.23.1 Enovas tilskuddordning

Siden 2010 har Enova gitt tilskudd til oppføring av bygg med lavenergi- og passivhusstandard. Det kan søkes etter støtte ved å oppgi merkostnader av bygget, i forhold til at samme bygget skulle oppføres etter gjeldende TEK10-krav. (39)

Støtte til energieffektive nybygg

Investeringsstøtten fra Enova tilbys til forbildeprosjekter for energieffektive nybygg, med høye ambisjoner både for bygningskropp, tekniske anlegg og fornybar energiforsyning i Norge. Det kan være nybygg i alle kategorier som får denne støtten. Målet med investeringsstøtten er å kunne bidra til energieffektive bygg, og videre få frem kostnadsreduksjon og markedsspredning av ambisiøse energiløsninger. Målgruppen for støtten er aktører som ønsker å gå foran og investere i innovative løsninger. I byggebransjen er det viktig å få frem nye energiløsninger, både for å gjøre disse mer kjent og mer tilgjengelig på markedet. Dette er en bransje som er avhengig av å kopiere andre og å benytte standardiserte løsninger. Støtteprogrammet til Enova satser på utbyggere, entreprenører og byggherrer, som bygger for seg selv eller andre, og som vil strekke seg lenger enn gjeldende teknisk forskrift på energiområdet. (68)

Den som er økonomisk ansvarlig i et prosjekt er den som skal søke etter støtten fra Enova, og som videre skal dokumentere og rapportere resultatene dit. (68)

En høy energiambisjon kan oppnås gjennom tiltak på bygningskropp, tekniske system og energiforsyning.

Bygningskropp	Tekniske system	Energiforsyning
Minstekrav til bygningskropp tilsvarende lavenerginivå i henhold til NS 3700 / 3701, med unntak for kontorbygg der det stilles krav om varmetapstall minst lik passivhusnivå.	Minstekrav til distribusjonsvirkningsgrad bedre enn 92 % for småhus og 96 % for yrkesbygg / boligblokker, samt romvirkningsgrad bedre enn 90 %. Beregningsmetodikken finnes i EN 15316-serien. Minstekrav til tekniske system tilsvarende lavenerginivå i NS 3700 / 3701.	Fornybarandelen til netto varmebehov skal være bedre enn kravet i TEK 10 og minst 60% for bygg <500m ² oppvarmet BRA og 65% for bygg >500m ² oppvarmet BRA. Overskuddsproduksjon krever avtale om avsetning til nærliggende bygg og anlegg eller lagringsløsninger.
Minstekrav yrkesbygg: Installasjon av SD anlegg og EOS. Måling yrkesbygg: Både energibærere og energiposter Måling bolig: Måling energibærere og i henhold til et forenklet energipost-oppsett		

Tabell 10 Minstekrav til støttebetingede prosjekter. Kilde: enova.no

Støtten fra Enova har som mål å være utløsende for beslutning om å gjennomføre prosjekter med energiambisjon. Energiforsyningsløsninger som er innovative vil få støtte. Løsninger som er vanlige og lett tilgjengelig på markedet, vil ikke støttes. Fjernvarme som følge av lokal tilknytningsplikt vil vurderes. (68)

Søknad om støtte fra Enova skal sendes inn når prosjektets rammer er etablert og kan beskrives på en god måte. Det videre arbeid knyttet til omsøkt tiltak kan ikke startes opp før vedtak om støtte fattes fra Enova. I byggeprosjekt som er igangsatte nytter det ikke å søke etter støtte. (68)

Prioriteringsrekkefølge til prosjekter blir rangert ut fra flere faktorer. Eksempel på viktige faktorer er høyt energiresultat i forhold til omsøkt støtte og spredningseffekt. Spredningseffekt relateres til demonstrasjonseffekt og muligheten for gjennomslag i markedet. (68)

Støttenivå

Investeringsstøtten har en maksimal støtteandel på 60 % av godkjente merkostnader for prosjektet. Det gis støtte per kWh spart energi og produsert fornybar energi utover krav i teknisk forskrift.

Godkjente merkostnader er for eksempel:

- Prosjektering og detaljplanlegging av tiltaket
- Prosjektledelse
- Innkjøp av utstyr
- Bygging og installasjoner

Ikke godkjente merkostnader kan være:

- Forskning og utvikling
- Konseptvurdering
- Finanskostnader
- Innkjøp av eiendom
- Uforutsette kostnader (68)

Søknadskrav

Kravene i søknaden er energiberegninger, som viser prosjektets energiambisjon og data. Det skal foreligge en simulering av energiproduksjon og energibruk. Videre skal det inneholde en utregning av differansen mellom netto energibruk etter tiltaket, og i energiramme etter TEK. Det skal også inneholde ny fornybar energiproduksjon utover minstekrav i TEK. Solgt overskuddsenergi skal ikke medregnes. I forhold til lønnsomhet skal det foreligge informasjon om energipris på et eventuelt salg til nærliggende bygg og anlegg. I tillegg skal forvaltning-, drift- og vedlikeholdskostnader være med å angi lønnsomheten av investeringen av energieffektivt nybygg. I søknaden skal det oppgis om annen offentlig støtte er gitt, og dette kan påvirke støttebeløpet Enova har å tilby. (68)

Andre tilskuddsprogram

Enova ønsker å støtte personer som gjør klimavennlige energivalg. Derfor har de støtteprogrammer for investeringer av enkelttiltak til bolig. Enkelttiltakene de støtter er for eksempel solfangere, luft-vann varmepumpe og biokjel. Maksimalt tilskudd for de nevnte tiltakene vil variere mellom 10 000 – 20 000 kr. Tiltakene kan også kombineres. (69)

3.23.2 Merkostnader

Merkostnadene av å bygge passivhus i motsetning til å følge kravene etter TEK10, vil variere etter bygningskategori og fra prosjekt til prosjekt. Det finnes per i dag ingen standard for hvordan merkostnader beregnes. Multiconsult og SINTEF har utarbeidet en rapport, som anslår merkostnader for passivhusprosjekt sammenlignet med TEK10. For eneboliger har de beregnet en merkostnad til kr 790 per m². I et leilighetsbygg har de beregnet en merkostnad på kr 430 per m² og for et kontorbygg på 3600 m² har de beregnet merkostnader på kr 610 per m². (39)

Konkurransen er stor for å utvikle nye produkt og løsninger tilpasset for passivhus, noe som kan gjøre at prisene på enkelttiltakene kan gå ned. Eksempelvis har det kommet nye tetteprodukter som gjør det enklere å oppnå lave lekkasjetall. Disse produktene koster mer, men vil redusere antall arbeidstimer. Et passivhus vil kreve et høyere forbruk av materialer generelt. Enkelte av disse materialene må holde en høyere kvalitet, som gjør at de også har høyere kostnader. For eksempel må vinduer ha bedre U-verdier. Det å investere i et passivhus istedenfor TEK10-hus vil altså føre til ekstra kostnader. (39)

3.23.3 Byggetekniske kostnader

Treteknisk institutt gjennomførte i 2011 et prosjekt der de sammenlignet byggetekniske kostnader for tre ulike småhus, som er oppført i henhold til TEK10 med passivhusutførelse. Kostnadsoverslagene som er blitt gjort omfatter ikke merkostnader knyttet til prosjektering og kravet om fornybar energi. Erfaringer fra disse prosjektene viste økte kostnader til materialer. Kostnadene varierer ut i fra løsningsvalg, der for eksempel I-profiler og Iso3 er dyrere enn dobbeltvegger. Andre erfaringer fra prosjektene var økningen i tidsbruk. Tidsbruken ville også variere med valget av løsninger, der valget av I-profil og Iso3 ville være raskere å bygge enn dobbeltvegger. Videre ble det erfart de totale merkostnadene ved oppføring av de tre småhusene med passivhusutførelse. Merkostnadene inkluderte ventilasjon og varierte mellom

900 – 1100 kr/m², noe som tilsvarer en økning på 13 – 16 % i forhold til TEK10 utførelse. Da vil økte kostnader for fornybar energi komme som tillegg. (39)

3.23.4 Kostnader til fornybar energi

For passivhus er kravet at 50 % av netto energibruk til oppvarming av varmtvann skal komme fra fornybare energikilder. Dette kan medføre økte kostnader. Merkostnaden er imidlertid avhengig av hvilken løsning som blir valgt, og hva denne sammenlignes med. Det er ikke bare passivhus som har krav til bruk av fornybare kilder. I dag stiller TEK10 også krav om at minimum 40 % av energibruk til oppvarming i bolig skal komme fra fornybare energikilder. Dersom det kan dokumenteres at en fornybar energi ikke er lønnsom, vil dette kravet frafalle. I så tilfelle må en bolig ha pipe og et ildsted. Utrekninger viser at merkostnader knyttet til fornybar energi kan variere mellom 30 000 og 160 000 kroner, dersom et passivhus sammenlignes med et TEK10-hus uten pipe og ildsted. En rimelig løsning vil være solfangere, som dekker rundt 50 % av tappevannet. En dyrere løsning vil være luft-til-vann-varmepumpe, som vil dekke store deler av tappevann og romoppvarming. Kostnadene knyttet til fornybar energi vil for en bolig på 160 m² utgjøre en tilleggs kostnad på 200 – 1000 kr/m². (39)

3.23.5 Lønnsomhetsberegning

De viktigste faktorene for beregninger av lønnsomhet knyttet til merinvesteringene i et passivhus er:

- Størrelsen på merinvesteringen
- Sparing av energikostnader og andre driftskostnader
- Levetiden økonomisk og teknisk
- Renter og avkastningskrav

Disse forutsetningene kan byggherren selv velge. Det kan være hensiktsmessig å gjennomføre flere beregninger med ulike kombinasjoner av underlagstall, for å legge et godt beslutningsgrunnlag. Dersom prosjekter skal sammenlignes bør forutsetningene være så like som mulig. Dette gjelder særlig for fremtidige energipriser, rente og levetid. Inkluderes det Enova-støtte i beregningene må dette gå tydelig frem for å unngå misforståelser. Til sammenligningsformål brukes beregningsreglene etter NS 3031, og da må romoppvarming og tappevann også inkluderes. I fremtiden kan passivhusene bli svært etterspurte, noe som vil gi investeringen økt lønnsomhet. Liten etterspørsel, skepsis og negative holdninger vil kunne gi motsatt effekt. (39)

4 Metode og verktøy

4.1 Data (informasjon)

For å få et best mulig resultat, har vi innhentet relevant og gjeldende informasjon, kriterier og krav. Det har vært en lang, men effektiv prosess. Vi startet med innsamling av all offentlig informasjon om tomten i Langevåg, slik som gjeldende kommunearealplan, reguleringsplaner og bestemmelser for området. Deretter hadde gruppen kundemøte med tiltakshaver, og fikk vite hva slags behov og ønsker han hadde for skisseprosjektet.

Etter at informasjonen var blitt prosessert, reiste vi på befarings til den aktuelle tomten i Langevåg. Der tok vi bilder av terrenget, samt observerte omgivelsene rundt tomten, både eksisterende bebyggelse og natur. Ved en senere anledning var et av gruppemedlemmene tilbake på tomten, og fløy over med drone for å få gode situasjonsbilder. Gruppen hadde også en visitt til en annen tomt, der en tomannsbolig var under oppføring. Der fikk vi observert hvordan de hadde løst plassering og utforming på en smal tomt, samt konstruksjonsoppbyggingen til bygget.

Som prosjekteringsgrunnlag har vi brukt det som er relevant for dette prosjektet fra teknisk forskrift. For å sikre kvalitet i prosjekteringen har vi fulgt forskjellige norske standarder. Spesielt har vi hatt fokus på NS 3700, som inneholder kriterier for passivhus og lavenergiboliger. Som utgangspunkt har vi brukt *Prosjektering av passivhus*, utviklet av lavenergi programmet og *Trehus*, av SINTEF. I disse to bøkene har det vært referert til nyttige og relevante rapporter, både for prosjekteringen og for fordypningen. Vi har funnet fullstendige versjoner av rapportene på nett og brukt dem videre. Som for eksempel *Energieffektive trekonstruksjoner, delrapport 2*, som Multiconsult og SINTEF har utviklet sammen. Eller *Systematisering av erfaringer med passivhus, Prosjektrapport 90-2012*, som er utviklet av SINTEF Byggforsk.

Som hjelpemiddel til tegneprogrammet, ArchiCad 18, har vi brukt *Grethes hus 1-4* av Ingolf Sundfør. Til rendringene brukte vi 3ds Max.

De overnevnte kildene anses som pålitelige.

4.2 Metode

Som én forskningsmetode foretok gruppen et intervju av boligprodusenter angående passivhus. Til undersøkelsen ble det benyttet kvalitativ metode. Alle intervjuene var anonyme. Samtalen ble tatt opp og bearbeidet ved en senere anledning. Som hjelpemiddel for å plannlegge, analysere og bearbeide intervjuet brukte vi en metodeguide.(70)

Gruppen vurderte opprinnelig å utføre en spørreundersøkelse basert på kvantitativ metode. Tanken var da at vi skulle sende ut spørsmål til to grupper med boligprodusenter via e-post. Den ene gruppen hadde hatt kursing i passivhus og den andre gruppen skulle være tilfeldige utvalgte. Tanken med spørreundersøkelsen var å få statistikk om passivhus. Siden det var usikkerhet rundt hvor mange som ville svare, eller om noen ville svare i det hele tatt, valgte vi vekk denne metoden.

Basisgrunnlaget ble lagt fra de overnevnte referansene, og ut ifra det som var av relevans og interesse der, gjorde vi videre søk via forskjellige databaser. Den mest brukte databasen er Google, som er veldig lett anvendelig og kan brukes til å danne et søkegrunnlag. Noen søkeord som ble brukt var blandt annet, «Passivhus Norge», «Passivhus inneklima», «Passivhus økonomi», «Fornybar energi» og «Fukt i passivhuskonstruksjon»

Google Scholar ble brukt til litt mer konkret søking, som oftest etter forskningsrapporter eller master/bachelor oppgaver. Søkeord: «Bacheloroppgave passivhus», «Masteroppgave passivhus», «SINTEF passivhus», «Tilgjengelig bolig» og «Passivhus erfaringer»

Standard.no er en database der noen av de Norske Standardene er tilgjengelig som PDF-format. Noen av de vi søkte etter var NS 8175 Lydforhold i bygninger, NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, NS 3940 Areal- og volumberegninger, NS 3454 Livssyklus kostnader for bygg.

Dsb.no ble brukt for å søke etter gamle forskrifter som var gjeldende for det aktuelle områdets reguleringsplan. Vi søkte inne på historisk arkiv etter byggeforskrift 1969.

BIBSYS er en fellesdatabase for utdanning- og forskningssektoren. Har søkte vi etter forskningsrapporter og gamle oppgaver. Vi brukte søkeord «Bacheloroppgave passivhus», «Masteroppgave passivhus».

SINTEF, Byggforskserien angir preaksepterte løsninger som tilfredsstillende funksjonskravene fra teknisk forskrift. Byggforsk har blitt brukt flittig gjennom hele oppgaven. Noen søkeord som har blitt bruk er: «Uteområde bolig», «Planlegging passivhus», «Solfangere», «Konstruksjon passivhus», «Beregning u-verdi»

Statistisk sentralbyrå har blitt brukt til å se statistikk om passivhus, eldrebefolkningen i Norge og byggekostnadsindeks.

4.3 Verktøy

Hele denne oppgaven har blitt utført digitalt.

Programvare og annet utstyr som har blitt brukt i rapporten.

Graphisoft, ArchiCad 18:	Tegneprogram. Hele tomannsboligen er konstruert i programmet. Fått frem plantegninger, snitt, fasader, situasjonskart og 3D modeller.
Microsoft Office, Word 2013:	Skriveprogram. Brukt til tekstbehandling som forprosjektrapport, hovedrapport, timelister, logg, osv.
Microsoft Office, Project 2013:	Effektiv prosjekt, planleggingsprogram. Brukt til fremdriftsplanlegging.
Mendeley:	Referanse manager. Brukt til å holde kontroll på kilder.
Adobe Acrobat:	PDF-leser. Alt som har blitt levert inn til veileder har vært i PDF format. Brukte det også til å signere elektronisk på framdriftsrapporten.
TEK-sjekk Energi	Beregningsprogram. Ble brukt til å kontrollberegne energibehov og inneklime i tomannsboligen.

Speilreflekskamera til å ta bilder under tomtebefaringen.

Drone for å filme over tomten og ta situasjonsbilder.

5 Intervju

5.1 Resultat Intervju

Vi ringte til ti personer som jobbet innenfor boligproduksjon, og spurte om vi kunne stille noen spørsmål angående passivhus. Vi fikk svar av syv personer. Fem av disse visste vi hadde vært på kurs innenfor temaet. De to andre var tilfeldig utplukket. Personene var fra rundt omkring i landet: Rogaland, Hedmark, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nordland. Intervjuet skjedde den 23. april. Vi presenterte oss, fortalte at vi er bachelorstudenter som fordyper oss i passivhus, og spurte om vi kunne få stille noen spørsmål om temaet. Samtalen ble tatt opp. Fullstendige svar ligger i vedlegg.

5.1.1 Introduksjon

Firma 1 – Boligprodusent, Møre og Romsdal. Firmaet har vært borti passivhus i ett eller to tilfeller. Personen har ikke tatt noen kurs, men følger med og leser om det på egenhånd.

Firma 2 – Boligprodusent, Møre og Romsdal. Firmaet har lite erfaringer innenfor passivhus. De har ikke vært på kurs som er direkte rettet mot passivhus, men merker at det blir mer og mer fokus på energibesparelse, solfangere, ventilasjon og økt isolasjon.

Firma 3 – Boligprodusent, Hedmark. Firmaet har bygget et par passivhus. De har blant annet tatt kurs innen passivhus i lavenergiprogrammet. De har også vært på en del reiser til utlandet og sett på en del løsninger der.

Firma 4 – Boligprodusent, Hedmark. Firmaet har ikke utarbeidet mye innenfor passivhus. Men de har en gruppe i firmaet som har kursing på det, og som har grunnlag for å drive med det.

Firma 5 – Boligprodusent, Sør-Trøndelag. Firmaet har ikke satset på passivhus ennå, men personen vi intervjuet skrev sin bacheloroppgave om det temaet. Han har også vært på tre passivhuskonferanser sammen med en kollega. Firmaet har sørget for å til enhver tid ha en i staben som er klar for passivhus.

Firma 6 – Boligprodusent, Nordland. Firmaet har ikke så mye erfaring med passivhus. De har holdt litt på i skissefasen og tegnet noen forslag, men det er ikke noe som har blitt bygget. De har vært på noen kurs, og personen har selv skrevet masteroppgave om passivhus.

Firma 7 – Entreprenørfirma, Rogaland. Tidligere ansatt i boligprodusentfirma. Personen har vært med å bygget passivhus. Han er også godkjent som prosjekterende av passivhus.

5.1.2 Etterspørsel

Når vi spør om det er noe etterspørsel etter passivhus fra kunder, svarer samtlige at det er ingen eller liten etterspørsel. Firma 2 svarer: *«Det er lite fokus på passivhus. Folk er heller opptatt av hvor fint kjøkken de kan få»*. Firma 3 sier: *«Vi har ikke veldig stor etterspørsel etter det, men når folk ser at vi kan tilby det, så spør de litt rundt det. Det er jo det at passivhus blir dyrere, og pengene har veldig mye å si for folk»*.

5.1.3 Passivhus som krav

Vi lurer også på hva de synes om at passivhus skal bli et krav ved nybygg og rehabilitering. Firma 1 synes at det er både positivt og negativt: *«Det var litt ukjent i begynnelsen, men når man fikk satt seg inn i de tekniske løsningene, så var det ikke så ille likevel»*. Firma 2 var negativ på grunn av de økte kostnadene.

Firma 3, som har bygget et par passivhus, var litt mer positiv: *«For vår del så er jo det veldig positivt, for vi har nå utviklet et helt konsept som kan gjøre at vi kan levere et passivhus til en bedre pris enn det mange andre kan. Men med tanke på økonomi, så er det vanskelige tider og det skal bli innstramming i bankene. Det vil ikke gjøre det noe lettere for folk å kjøpe hus, for miljøvennlige hus er dyrere i dag enn vanlige hus»*.

Personen i firma 4 hadde hatt et samarbeid med Sintef helt tilbake til 1992 rundt denne biten. Han mente: *«Det må gå et skjæringspunkt et sted, som tilsier det at inntjening er relevant i forhold til det det koster. Det må være et økonomisk forsvarlig ståsted rundt det hele, ellers så blir det feil fokus rundt det»*.

Firma 5 synes at teknologien ikke er klar for det ennå. Han mente at dersom det skal bli et minstekrav, så må staten på banen og sponse eller gjøre noe med moms eller lignende, for å være med å finansiere dette: *«Det kan ikke være sånn at det kun er folk opp i 50-60-årene, som er ferdig med å ha familie, som bygger hus. Det er jo gjerne barnefamilier som trenger det, og de har ikke økonomi til å bygge så avansert ennå»*.

Firma 6 syntes ikke noe særlig om at det skal bli et krav: *«Det er det med kostnadene for det første. Og så er jeg litt skeptisk til tettheten, at det skal bli for tett. Først og fremst kunne vi tatt alle offentlige bygg, det er der de største utgiftene oppstår»*.

Firma 7 sa tydelig at det er feil at det skal bli et krav. Han mener at passivhus ikke løser noen energikrise: *«Boliger bygget i forhold til TEK10, de er mer enn gode nok. Du trenger ikke å ta deg av det. Det må gjøres noe med den gamle bygningsmassen. Og gjerne få den opp til*

TEK10 eller der omkring. Samfunnsøkonomisk mener jeg at det bare er tull å gjøre passivhus til en standard».

5.1.4 Kostnader

Det neste vi spurte om var om de trodde at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse. Firma 1 mente ja, «*hvis klimaet er kaldt nok*». Firma 2 svarte nei.

Firma 3 sa at det er vanskelig å svare på, for det kommer an på blant annet strømpriser i Norge: «*Det er veldig dyrt og tidkrevende å bygge hus. Når det kommer mer ny teknologi, slik at vi kan få billigere solceller og solfangere og mer robust anlegg i huset, så tror jeg at det kan lønne seg*». Han fortalte også at de nå ser på en teknologi der de kan bruke solceller og lagre hydrogen. Deretter kan de bruke denne energien til å varme opp huset og til å fylle på en hydrogenbil hjemme. «*Så får vi til sånne ting, der du kan få ned utgiftene til både bilbruken din og til huset ditt, så blir totaløkonomien for en husholdning bedre*».

Firma 4 trodde at alt avhenger av hva kravene havner på. Han mente at i den høringen som er ute nå, så er kravet på tettheten så urealistisk i forhold til det som er realitetene, at det skal godt gjøres å forsvare de tingene økonomisk. «*Og da snakker jeg om realitetene. For en ting er hva det teoretisk beregnes til, noe helt annet er hva det koster i praksis å gjøre det*».

Firma 5 mente at det kommer an på størrelsen på huset, og at teknologien må bli billigere og mer effektiv. Han mente teknologien hadde blitt mye bedre allerede bare på et par år, men at den ikke var god nok ennå til at vi kan gjøre det til et krav fra staten sin side. Han fortalte om erfaringer fra sin egen bacheloroppgave: «*Da tok jeg tak i tre typiske husmodeller: Et lite hus, et mellomstort hus, og et ganske stort hus, hvor det minste lå på en 90 kvadrat og det største rundt 250. Med den teknologien og de materialene som vi hadde tilgjengelig den gangen, hvis man skal se på passivhus som en investering, så ble det en nedbetalingstid, før du tjener inn på strømgjengen blant annet, på ca. 50 år for det minste huset. Og det er ikke lønnsomt idag. Men derimot hvis du har et veldig stort hus, med mye større oppvarmingsbehov, da kom jeg vel fram til en nedbetalingstid på ca. 20 år. Da begynner det å bli litt mer realistisk i forhold til husets levetid*». Han trekker også fram Glava, som publiserte proff 35 kontra proff 37, uten at det ble dyrere. «*Det er et fantastisk tiltak, og det er en kjempegod start. Men det er fortsatt ekstremt mye teknologi i husene. Strømstyring og varmepumper; det er jo store tunge investeringer som man må ha før man får igjen noen ting. De tradisjonelle byggematerialene begynner å bli såpass gode nå, så det er ikke der hovedproblemet ligger. Det er de kravene til de investeringer du har i passivhus, med alternativ oppvarming og sånne ting. Der går det fort 300 000 kr hvis du skal ha passivhus*».

Firma 6 hevdet at det ikke ville betale seg inn igjen: *«Ikke i levetiden som er akseptabel for vanlige folk».*

Firma 7 mente at det ikke ville det med dagens teknologi. Han sa også at det kommer an på hvilket perspektiv du ser i. *«Hvis du tar steget fra TEK10-hus til passivhus så vil du aldri hente noen ting tilbake igjen».*

5.1.5 Erfaringer til kunder

Vi spurte også firma 3 om hvordan erfaringene til kundene som har kjøpt passivhus er. Han svarte: *«De har vært gode så langt. Nå har jo de et veldig godt teknisk anlegg i sine hus, og så klart det tar litt tid for dem å lære seg anlegget, men ellers har det vært positivt».*

Vi spurte også firma 4 om han visste noe om erfaringene til kundene av passivhus. Han sa at han visste lite om det, siden de ikke har levert noen passivhus. Det han hadde erfart ellers var i samarbeid med andre som hadde drevet med levering av det, og dette var et delt bilde: *«De som er mest positive er kanskje de som har bygd hus nå i den senere tid, altså ut av de nyeste passivhusene. Før det så har det kanskje blitt uteglemt fokus på ting som gjør at passivhuset har blitt en ulempe istedenfor en fordel. Og da tenker jeg på sånn som manglende fokus på solskjerming og så videre, som gjør at du håndterer ting feil. Selve huset kan være det samme, men med og uten solskjerming, så har du et problemhus eller et veldig positivt hus».*

5.1.6 Opplæring

Vi spurte også firma 3 om håndtverkerne får opplæring eller kurs i passivhus. Han svarte: *«I de tilfellene der vi skal sette opp et passivhus, så tar vi gjennomgang med alle de håndtverkene som vi har selv, og underretreprenørene, og går gjennom alt».*

6 Resultat tomannsbolig

6.1 Valgt løsning

Gruppen har gjennom denne oppgaven prosjektert en tomannsbolig. Forutsetningene som lå til grunn for prosjekteringen var kravene i teknisk forskrift, passivhuskriteriene, reguleringsbestemmelser, tiltakshavers ønsker og behov. For å se planer, fasader, snitt, situasjonsplan og perspektiv av det ferdige resultatet, se vedlegg 3.

Gruppen har produsert et sett med ferdige tegninger for et skisseprosjekt. Tomannsboligen har blitt prosjektert etter ønsker og behov fra tiltakshaver, gjeldende tekniske krav, passivhus kriterier og gjeldende reguleringsbestemmelser for området i Langevåg.

Den totale BYA, som inkluderer boligene og parkeringsplassene, er 300,14 m².

Bygningskroppen består av to rektangulære bokser. Bolig sør står vinkelrett på bolig nord. Den arkitektoniske stilen er moderne. Deler av designet er utviklet med hensyn til passivhuskriteriene. Det er store vindusflater mot øst og vest, mens mot øst og nord er det et mer beskjedent vindusareal. Hovedinngang til begge boligene er på østsiden.

Takkonstruksjonen er tilpasset både for solfanger og passiv solenergi. Vinklene på taket for bolig sør er 22° og 19°, og for bolig nord er de 22° og 8°.

Boligene er plassert mot nord/øst på tomten, og er innenfor byggegrensen, som igjen er 4 meter fra tomtegrensen. Bygget ligger på kotehøyde 9,0 m.o.h. Uteområdet er posisjonert i sør/vest, med tanke på å utnytte ettermiddagssol og kveldssol. Bolig sør har mulighet til å nyte solen ute på terrassen hele dagen. Bolig nord får litt morgensol, men mye ettermiddag- og kveldssol. Utearealet er del inn i private soner, men der kan bli et fellesområde om det er ønskelig.

Innkjørselen er plassert sør på tomten, og ligger på kotehøyde 6,0 m.o.h. Det går en ny vei fra eksisterende innkjørsel opp til hovedinngangene til boligene. Nede ved veien er det en dobbel garasje, og en gjesteparkeringsplass. Garasjen er integrert i terrenget, med terrassen til bolig sør oppå. Parkeringsplassene har et BRA på 55 m².

Begge boenhetene er prosjektert som tilgjengelig bolig, det inkluderer både planløsning og uteareal. Adkomstvei mellom hovedinngang og parkering, er oversiktlig og trinnfri. Alle hovedfunksjonene er på inngangsplan. 1. etasje består av stue, kjøkken, badrom, vindfang, vaskerom, teknisk bod og soverom. Samtlige rom, bortsett fra teknisk bod, er dimensjonert for rullestolbruk. Det inkluderer fri gulvplass foran vinduer og dører, trinnfri adkomst og snusirkel på 1,5 meter. Kravene til tilgjengelig bad og toalett gjelder alltid uansett. Det er da 0,9 meter fri gulvplass på den ene siden av toalettet, og 0,2 meter på den andre siden. Plantegningen

viser et dusjkabinett, men dusjsonen skal utføres på den måten at det er mulig å gjøre den om til trinnfridusj. BRA for 1 etasje i leilighet nord er 104,3 m². I bolig sør har grunnetasjen en BRA på 108,6 m².

Planløsningen i 2. etasje består av stue, med åpen løsning ned til 1. etasje, baderom og tre soverom. BRA for 2. etasje i leilighet nord er 96,8 m². BRA for 2. etasje i leilighet sør er 100,5 m².

De fornybare energikildene som skal brukes i tomannsboligen er solfangere, passiv solenergi og bio-pellets-kamin. I baderom og vindfang er det vannbåren varme.

Tiltakshaver har fått oppfylt sitt ønske om en moderne arkitektonisk utforming, med et stort uteareal som var tilpasset solforholdene best mulig. Han har også fått den romfordelingen som var ønskelig, med hele fire soverom per boenhet.

For en tomannsbolig prosjektert for TEK10 krav, til en tomannsbolig etter passivhusstandard, blir det en total merkostnad på kr 670 820, inkludert fornybar energi kilde. Den totale huskostnaden for tomannsboligen med passivhusstandard, tomt ikke medregnet, blir kr 4 102 637.

7 Diskusjon tomannsbolig

7.1 Tomannsbolig

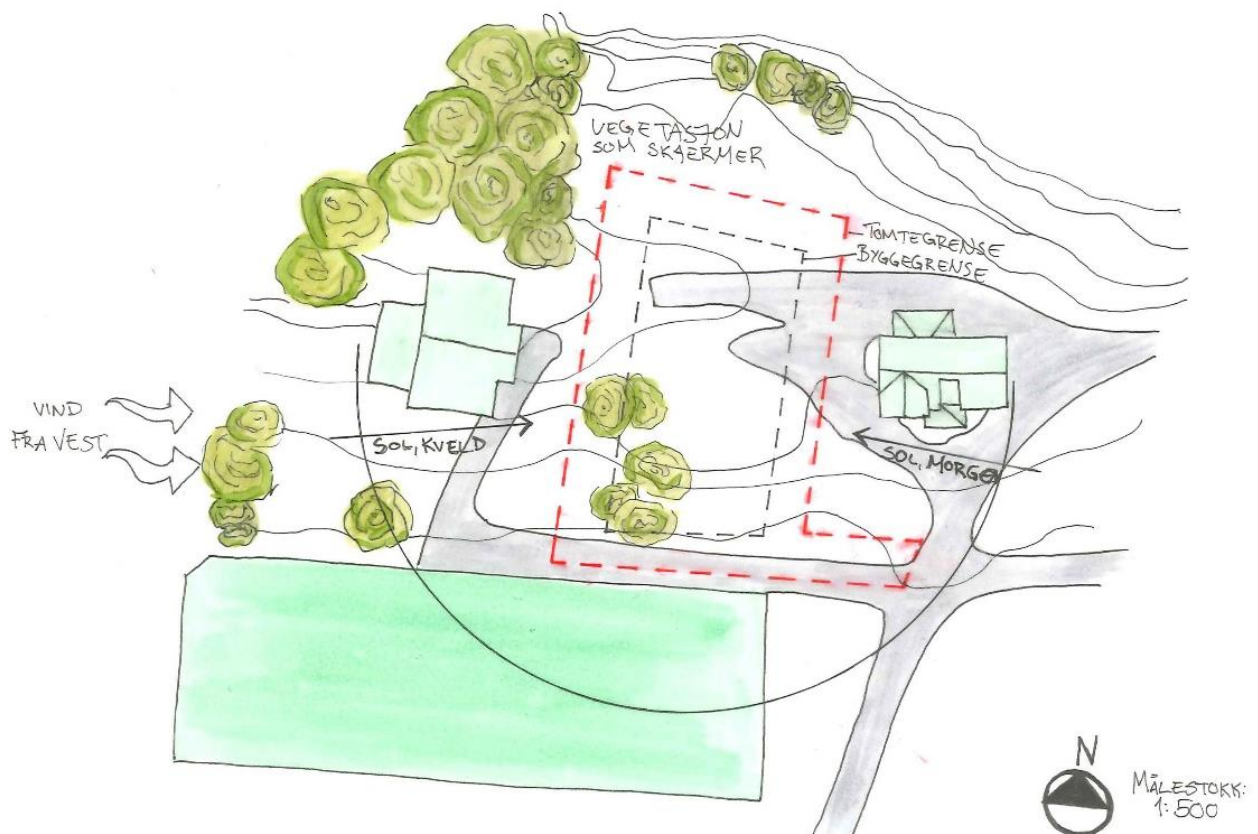
Tidlig i planleggingsfasen må det tas hensyn til hva som er kriterier i passivhusstandard. Kravene kan påvirke bygningsform, orientering og plassering på tomten. De andre tekniske rådgiverfagene må involveres tidlig, siden de forskjellige fagfeltene kan påvirke hverandres løsninger. (71)

Som hovedformål med denne oppgaven ville vi prosjektere et skisseprosjekt av en funksjonell tomannsbolig med passivhusstandard. Boligene skulle også utformes etter kundens ønsker og behov, samt ha et pent arkitektonisk uttrykk, som passer godt inn i det aktuelle området.

Å finne den riktige utforming av boligen, i kombinasjon med den beste orienteringen og plasseringen på tomten, kan ha mange positive fordeler. For å oppnå et gjennomført og godt prosjektert prosjekt, har denne delen vært mye i fokus gjennom hele oppgaven.

7.1.1 Orientering og plassering:

Å finne best mulig plassering på tomten kan være en utfordring. Det er mange faktorer å ta hensyn til, som blant annet solforhold/solenergi, innsyn/utsyn, uteområde/planløsning, og



Figur 47 Situasjonsplan som viser forholdene rundt tomten.

bygget skal se naturlig ut i terrenget. Det er disse punktene som har blitt tatt hensyn til når vi har funnet det som vi mener er den beste plasseringen og orienteringen av bygget.

Det var spesielt to hovedutfordringer knyttet til riktig plassering av boligen på denne tomten. Begge boligene må ha stort nok innvendig areal. Den andre utfordringen var at begge boenhetene skulle få tilstrekkelig med sol, noe som var spesielt viktig med tanke på å bruke solen som en energikilde.

Husene på nabotomtene kommer til å skjerme litt for morgen- og senkveldsolen når solen står lavere på himmelen. Det er derfor viktig at begge boligene får tilstrekkelig sol fra sør. Naboboligene og vegetasjonen i området kommer også til å skjerme for vind og snø.

7.1.2 Bygningsform

Passivhus-definisjonen har anbefalinger til bygningsformen, som skal være kompakt og helst med enkel geometri. Denne løsningen gir mindre varmetap og reduserer risiko for luftlekkasjer. Vi var enige fra starten av skissefasen om at vi skulle følge oppskriften for et typisk passivhus. Det skulle derimot ikke være en typisk tomannsbolig med standard design og løsning.

Som nevnt tidligere ville kunden ha en moderne stil med pulttak. Av estetiske grunner og for å ta hensyn til eksisterende byggeskikk i området, ville vi integrere solfangere i taket. Taket måtte da vende den veien det var sterkeste sol, altså sør/sørvest. Optimal vinkel for en solfanger er 75 grader, men solfangeren utnytter solenergien med omtrent samme effekt ved andre vinkler. Det er også mulig med flat installasjon av solfangere, men i de sesongene der solen er lav på himmel, vil ikke effekten være like bra.(72)

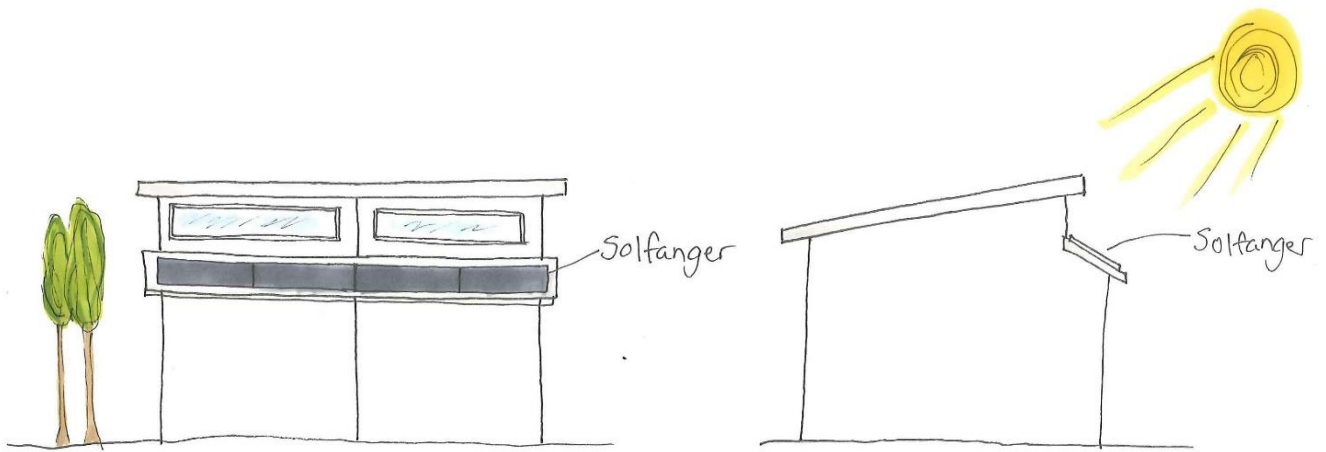
7.2 Løsning 1

Den beste løsningen med tanke på like gunstige solforhold for begge boligene er vist på figuren under. Løsningen er ganske standard for tomannsboliger. Situasjonsplanen viser boligene som er plassert side om side, og så langt mot nord som byggegrensen tillater. Inngangspartiet er på baksiden, mot nord. Boenhetene deler en vegg, altså blir det intet varmetap fra den veggen.



Figur 48 Situasjonsplan for forslag 1

Skissene under viser et eksempel av en bygningskonstruksjon som ble vurdert. Slik bygget er plassert nå har pulttaket sin høyeste del i front, som ofte er det mest ønskelige. Når taket ble plassert denne veien, eliminerte det muligheten for å ha solfangerne på taket. Derfor plasserte vi dem på et eget lite tak med fall mot sør.

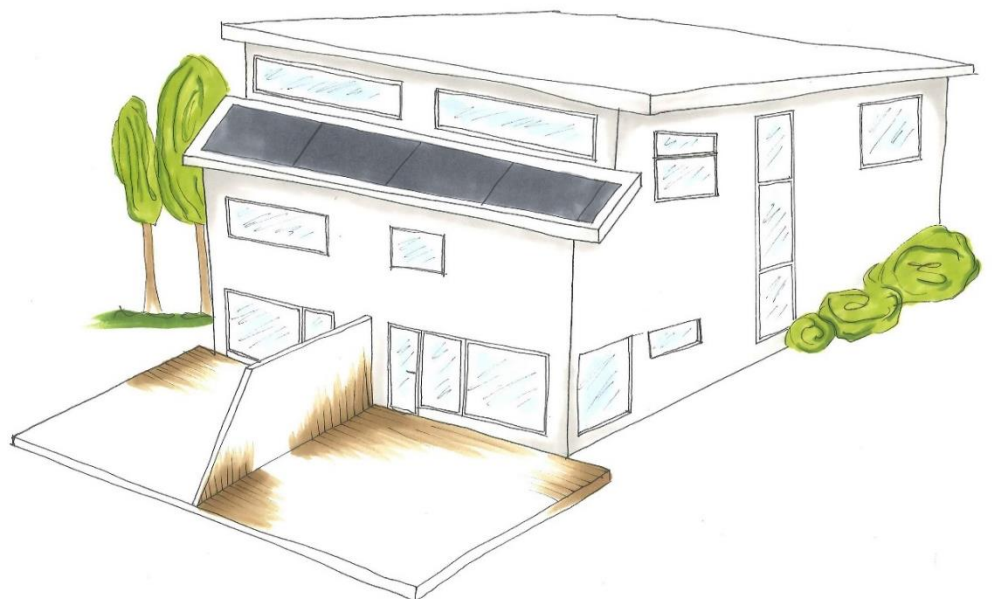


Denne plasseringen fører til et stort uteområde mot sør, som er veldig ønskelig fra tiltakshavers side. Begge boligene får en stor terrasse og stort grøntområde. Derimot blir det ikke så veldig adskilte uteområder, siden boenhetene ligger så tett.

Bygningsformen er kompakt og rettlinjet, som tilfredsstillende anbefalingene om passivhus. Boenhetene har store vindusareal og solfangere som vender mot sør. Denne løsningen fungerer godt med tanke på å utnytte termisk solenergi.

Tomten er smal, og løsningen gir ikke mye areal til hver av boligene i bredden. De forutsetningene som vi hadde lagt fra start av, var at boligene skulle være tilgjengelig og at konstruksjonen skulle være utført etter passivhusstandarden.

Dette er to faktorer som gir grunnlag for at boligene krever litt ekstra areal med tanke på tykkere vegger og tilgjengelig planløsning. Denne løsningen egner seg ikke for vårt prosjekt.



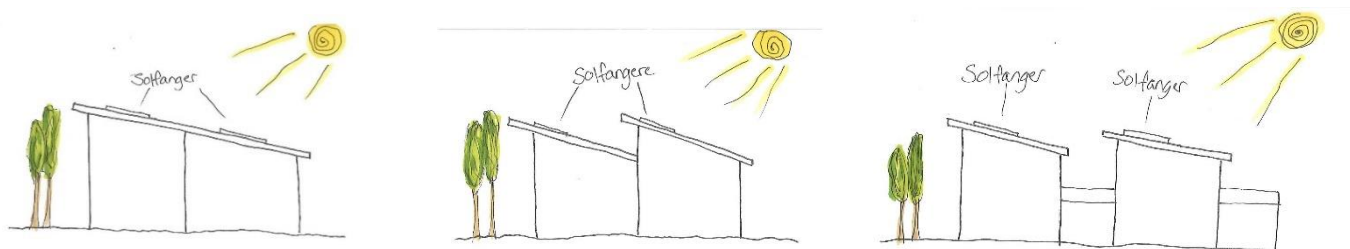
7.3 Løsning 2

Figuren under viser en løsning som fungerer godt på en avlang tomt, med tanke på arealutnyttelse. Begge boligene får et brukbart innvendig areal, og det er mulighet for garasje på hver side av bygget. Boenhetene deler en vegg, som er ideelt med tanke på varmetap. Utearealet blir mot sør/sørvest.

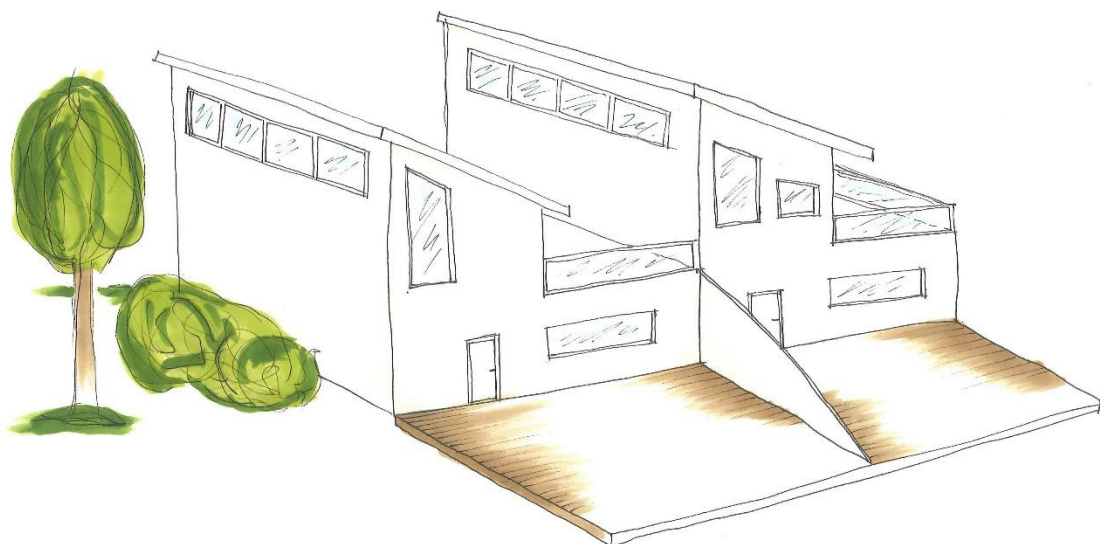


Figur 49 Sitasjonsplan for forslag 2

Nedenfor er tre forskjellige takløsninger med pulttak, og integrert solfanger i taket.



Siden vi skulle ha solfangerne på taket måtte vi her i dette eksempelet snu pulttaket. Da vil den høyeste delen av bygget vende mot en bergvegg i nord. Passiv solvarme vil ikke bli bra utnyttet ved denne løsningen. Det er best å ha store vindusflater i den høyeste delen av bygget, som slipper inn passiv varme. Denne må være vendt mot sør.



Hver boenhet har mye areal, både inne og ute, samt en stor terrasse og altan, som tilfredsstiller kundens ønsker. Derimot har bygningskroppene litt for mange sprang i fasaden. Boligene deler også bare halve veggen i høyden. Dette er to faktorer som skaper uønsket varmetap.

Det arkitektoniske designet ved disse boligene hadde nok skilt seg ut fra resten av byggemassen i området. Med så harde rette linjer, og et litt spesielt moderne uttrykk. Boenhetene er også litt for identiske, og ser ut som en typisk tomannsbolig, som var akkurat det vi ville unngå.

Den fremste boligen som vender mot sør har veldig fine forhold. Den får masse direkte solskinn, og stort uteareal mot sør. Boligen bak derimot vil ikke ha fullt så gode forhold.

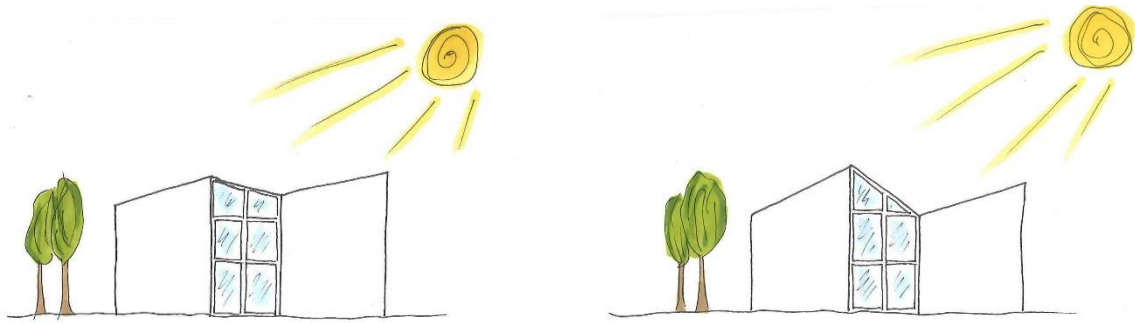
Siden vi skal bruke solen som fornybar energikilde, fungerer ikke denne løsningen for vårt prosjekt.

7.4 Løsning 3

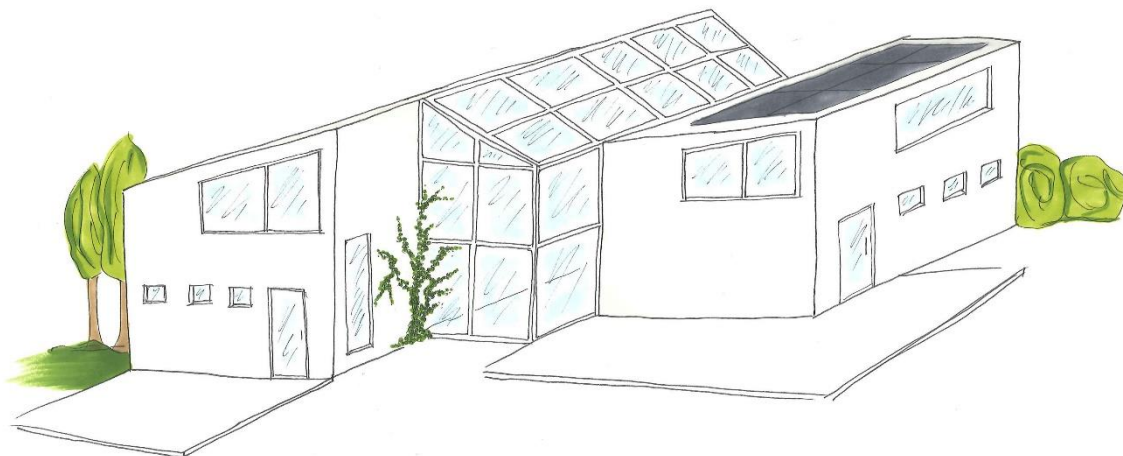
For å unngå varmetap og kuldebro, ville vi opprinnelig unngå å forskyve boenhetene vekk fra hverandre. Men for at den bakerste boligen skal få bedre solforhold, samtidig som vi utnytter tomtearealet på best mulig måte, kan boenhetene ikke ligge lineært. Vi prøvde en løsning der tanken var å kompensere for forskyvelsen med å plassere et glasshus/vinterhage mellom boenhetene, som skulle være et fellesareal. Det skulle fungere som et isolert system, som fanger opp solen og avgir varme til de tilknyttet byggene. Om vinteren ville det fungere som en buffer mot uteklimaet og redusere varmetapet fra de tilknyttet boligene. (50) Se figur under.



Figur 50 Sitasjonsplan for forslag 3



Ovenfor viser to forslag til løsning med glasshus i midten. Til brattere vinkelen på glasstaket er, til mer sol slipper inn i alle årstidene.



Bygningskroppen er kompakt og med få sprang i fasaden. Glasshuset ville redusert varmetapet og tilført varme. Husene får et fint og særegent arkitektonisk uttrykk og ser ikke ut som en standard tomannsbolig. Bygget hadde nok skilt seg ut i området, men derimot ligger det fint i terrenget og naturen med et «fjell» konsept. Selve konstruksjonen hadde nok blitt dyr med et så stort glassfelt. For å få best mulig løsning på glasshuset så måtte boligtakene vende feil vei i forhold til plassering av solfangerne.

7.5 Løsning 4

Løsningene over har vist oss hva som fungerer, og hva som ikke fungerer på denne tomten med de eksakte forholdene som vi har. Lærdommen er at vi må bruke det beste fra hver løsning.

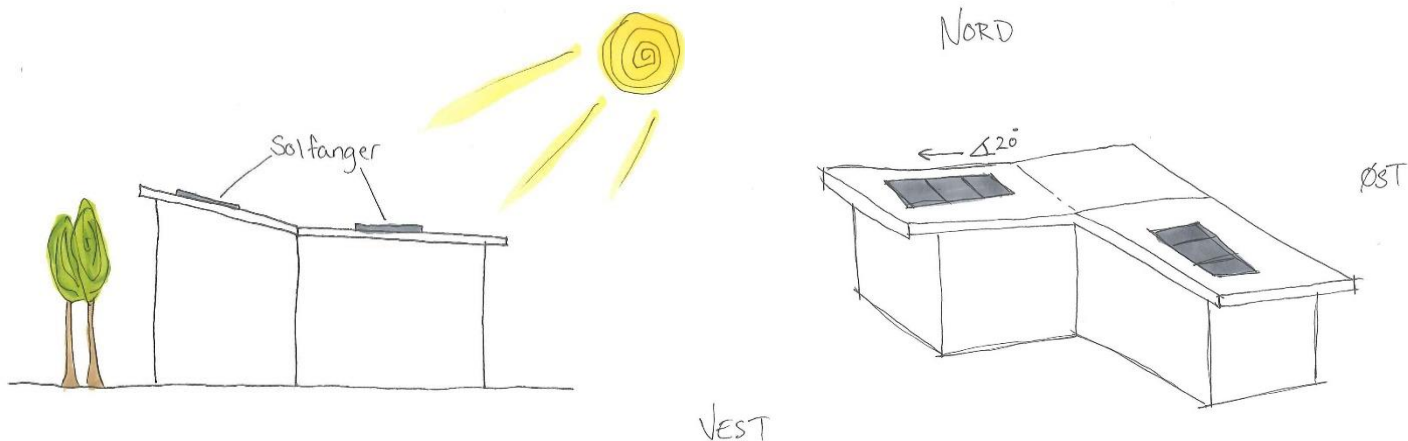
Figuren under viser det vi mener er den ideelle løsningen for utnyttelse av denne eksakte tomten med de spesielle forholdene vi har. Ved å sette boligene hver sin vei utnytter vi arealet på tomten mest mulig, og begge boenhetene får et godt grunnflateareal. Utnyttelsen av det innvendige arealet går ikke på bekostning på uteområdet. Det er fortsatt god plass til terrasse og grøntområde. Her er en liten forskyving som ikke er helt optimal med tanke på varmetap, men de deler fortsatt godt over halve veggen med hverandre. Boligene er stilt litt på skrå for å gi bedre sol til den bakerste boligen. Vinkelen er såpass liten at det ikke vil stikke seg ut fra resten av boligene i området, som står mer eller mindre vinkelrett.



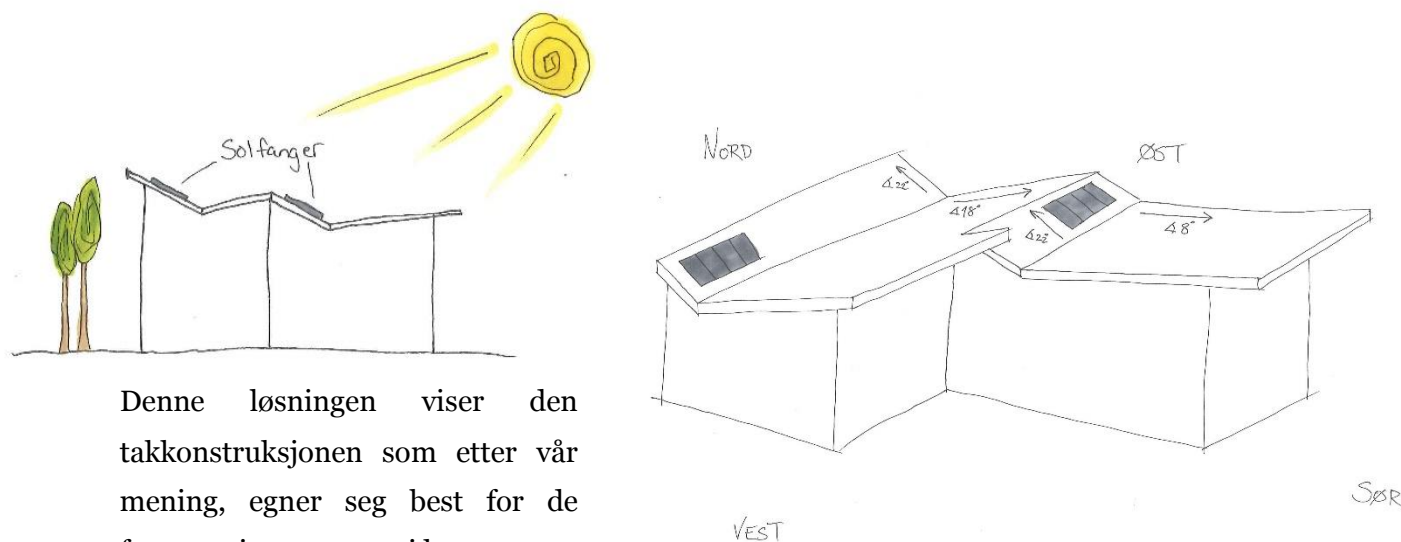
Figur 51 Situasjonsplan for forslag 4

Vi fant ganske fort den beste plasseringen og den rette boks-bygningskroppen for tomten. Det var litt verre å finne riktig utforming på takkonstruksjonen. Som vi har sett fra løsningene

lenger oppe, så er det problematisk å ha pulttak som skal gi riktig plassering på solfangerne, samtidig som den høyeste veggen skal vende mot sør. Vi tenkte at det var en mulighet å ha to vinkler på en og samme takflate for å optimalisere forholdene for solfangere, men fant raskt ut at den løsningen ble for ambisiøs.

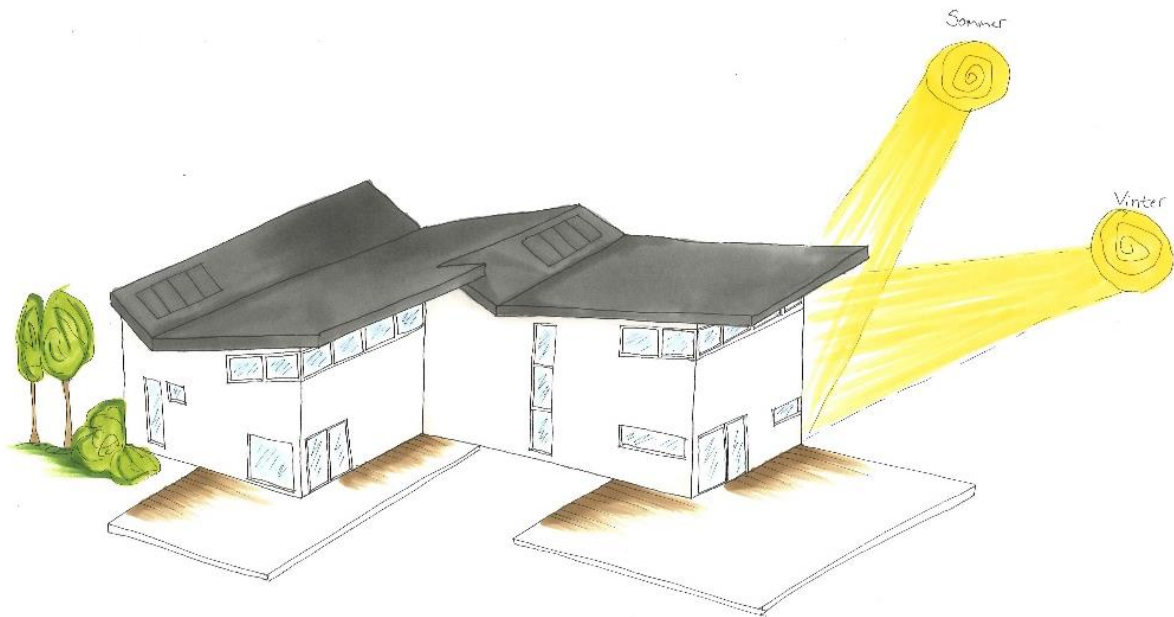


Første løsning viser flatt tak på den fremste boenheten og et pulttak på 20° på den bakerste boligen. Men flate solfangere gir ikke den optimale varmeeffekten om vinteren som den kan oppnå. Og helningen på det andre taket går feil vei. Vi vil at solfangeren skal ha en helning mot sør/sørvest, ikke mot øst.



Denne løsningen viser den takkonstruksjonen som etter vår mening, egner seg best for de forutsetningene som vi har satt oss.

Designet skaper dynamikk i taket. Begge boligene får den beste vinkelen for solfangerne selv om den høyeste veggen vender mot sør, som gjør det mulig å utnytte veggen med et stort vindusareal.



Figur 52 Eksempel på solforhold i forskjellige årstider

Mot sør er takutstikkene lenger for å skjerme for den sterkeste solen om sommeren. Store vindu plassert høyt oppe på veggen for å få slippe inn den lave vintersolen som er den perioden vi trenger solvarme.

Da vi bearbeidet planløsningen kom vi frem til at et større glassflateareal mot sør og vest ville gi en bedre balanse av lys og varmekonforhold til de ønskede sonene, uten å bli for mye. Denne løsningen vil reduserer oppvarmingsbehovet i fyringssesongen. Vinduenes plassering er nøye tenkt igjennom, etter solens bane, og når på tiden av døgnet de ulike sonene i huset blir brukt. For eksempel har soverommet på hovedplan i boligen mot nord små vinduer som vender mot øst. De er plassert høyt på veggen, og slipper inn morgensolen, uten å blende eller gi direkte innsyn.



Bygningsformen er rektangulær og kompakt med få sprang i fasaden. Noe som fører til mindre varmetap og reduserer risikoen for luftlekkasjer. Boenhetene har en felles vegg, og det oppstår ingen varmetap fra den vegg.

Vi ville som sagt at disse boligene ikke skulle ha et typisk tomannsbolig design og standard løsning. Boenhetene er ikke identiske og har heller ikke samme løsning. De har en skreddersydd løsning etter sin plassering og orientering. Det er vanskelig å vite bare ved å se på bygget at det er en tomannsbolig. Disse boligene viser at det er fullt mulig å kombinere design og passivhus.

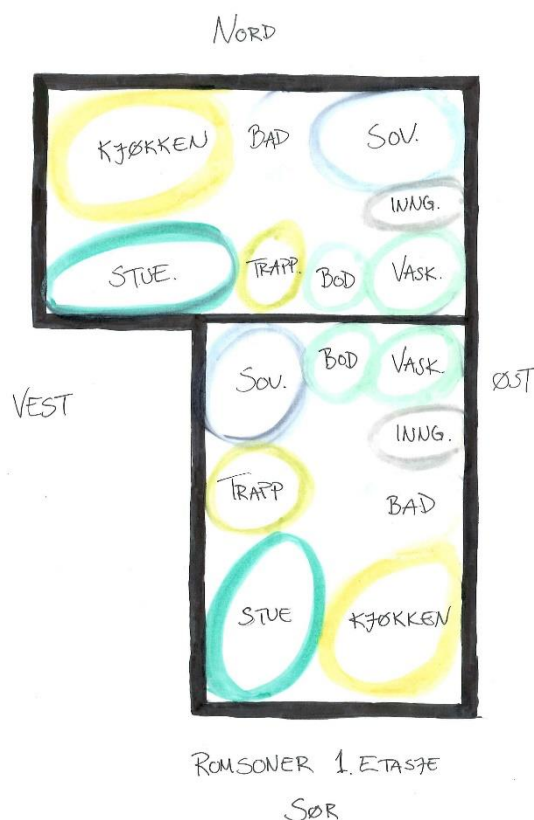


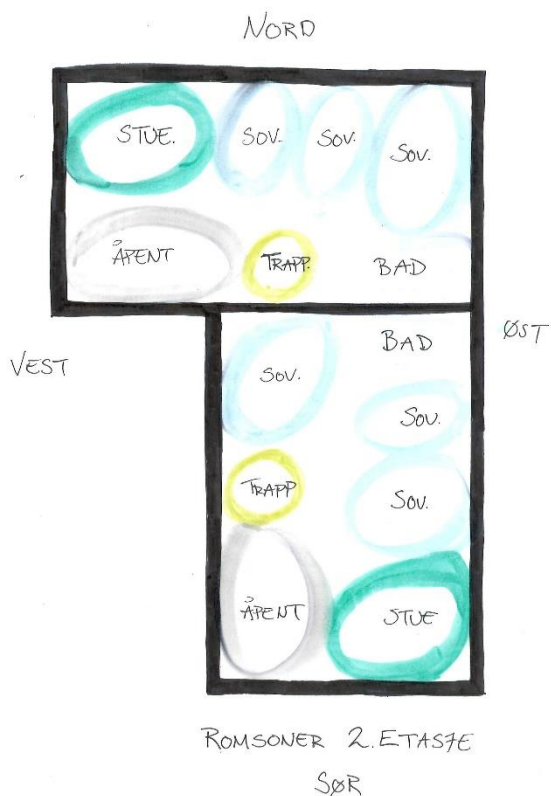
Denne løsningen gir en god utnyttelse av utearealet med både mye grøntområde og terrasse. Utgangen fra boligen vender i to forskjellige retninger, og gir boligene hvert sitt private uteområde. Felles garasje er integrert i terrenget med gress og plating oppå.

Tiltakshavers ønsker og behov har blitt vurdert ved hver løsning. Det var ikke satt for mange krav fra ham, men de som ble satt, blir oppfylt ved denne løsningen. Det blir store, adskilte uteområder med terrasse. Bygget tilfredsstillende ønsket om en tomannsbolig med et moderne arkitektonisk uttrykk. Han ønsket også at boligene og uteområdet skulle ha best mulig solforhold. Ved denne løsningen får de det.

Det var gruppen som ville ta steget videre fra TEK10-hus til et passivhus, for å få en større utfordring. Men boligen er hovedsakelig prosjektert etter teknisk forskrift, og deretter har vi tilført kriteriene for passivhus. Det skal derfor ikke være et stort tiltak å ta vekk passivhuskriteriene, slik boligen kun tilfredsstillende dagens krav.

Da vi endelig hadde bestemt oss både for plassering og bygningskropp, var det lettere å bestemme en fast planløsning. Vi delte byggene inn i logiske soner med hensyn til energi og varmetap. Stue, kjøkken og spisestue er plassert i sør/vest med tanke på beste lys- og varmekonforhold. Teknisk bod ligger innenfor isolasjonssjiktet, slik at de tekniske installasjonene og annet utstyr som produserer varme går ut i boligen. Vindfanget forhindrer at kald luft trekker inn i boligen hver gang ytterdøren åpnes.(5)





Over stuen i 1. etasje er det åpen løsning opp til 2. etasje. I det åpne område mellom de to etasjene har vi plassert store vindusflater som gir en luftig og lys romfølelse. Den åpne løsningen gjør også at varme sirkulerer lettere rundt i hele boligen, slik at alle rommene kan få samme temperatur, som er et viktig poeng med passivhus. I 2. etasje er soverommene plassert mot nord eller øst, for å unngå den sterke solen.

Det er både positive og negative sider med å planlegge en bolig etter kravene til tilgjengelig boenhet. Rommene med alle hovedfunksjonene krever mye areal, og det er vanskeligere å få planløsningen til å gå opp på en måte som er sikker og funksjonell. En bolig som er tilrettelagt for rullestolbrukere, vil ha mye å si for livskvalitet og

livsglede til beboeren. Ifølge statistisk sentralbyrå blir befolkningen eldre og kommer til å leve lenger i fremtiden, men med samme sykdommer som eksisterer i dag. Derfor mener vi at boliger som er tilrettelagt for bedre tilgjengelighet er en nødvendighet, både nå og i fremtiden.

Begge boligene er prosjektert som tilgjengelig bolig. Hver boenhet har alle hovedfunksjonene på inngangsplanet. Alle rommene med hovedfunksjoner er dimensjonert for at en rullestol skal kunne snu og betjene rommet, det vil si en snusirkel på 1.5 meter, og fri gulvplass foran dører og vindu. Inngangsdøren og alle innvendige dører har en fri bredde på 0,9 m og trinnfri adkomst. Bad i 1. etasje har trinnfri dusjsone. (5,23)

Som nevnt lenger oppe, eksisterte avkjørselen på tomten allerede før vi skulle prosjektere tomannsbolig på tomten. Derfor ble vi ganske fastlåst til den tomteløsningen. Opprinnelig ville vi ikke ha noen annen vei enn den som allerede var eksisterende på tomten. Men vi oppdaget fort at med tre meters høydeforskjell fra planert vei til inngangspartiet, klarte vi ikke å møte kravet om mindre stigning enn 1:15. Derfor prosjekterte vi inn en vei på østsiden av bygget, med en parkeringsplass i enden. Hovedtanken er fortsatt at all parkering skal skje nede ved garasjen og at veien opp til huset skal brukes som en gangvei. -Men at det er mulighet for parkering med inngangspartiet om det skulle være ønskelig, nå eller i fremtiden

Til tross for et moderne design så stikker bygget seg ikke så mye ut. Ved denne løsningen så trengte tomten minimalt med planering. Avkjørselen mot sør var allerede eksisterende, og derfor ble det naturlig å plassere garasjen integrert i terrenget. Bygget og garasjen ble tilpasset

forholdene til denne tomten og ligger godt i terrenget. For å se bygget i omgivelsene, se vedlegg nr 3.

7.6 Inneklima

I tomannsboligen vil vi oppnå et godt inneklima, siden dette er en viktig faktor for beboernes helse og trivsel. Dette innebærer blant annet tilfredsstillende temperaturer, god luftkvalitet og gode lydforhold. Simuleringen av sommerkomforten i passivhus, som SINTEF Byggforsk har utført, viser at tiltak som solskjerming og vinduslufting har svært stor betydning for innetemperaturen. Dette ser vi også igjen i erfaringene fra beboere i passivhus. De som klagde på høy innetemperatur på sommeren manglet ofte solskjerming.

Vi har valgt å ha utvendige automatiske persiener på sør- og vestfasaden. Her har vi størst vindusareal, og det er her det er mest utsatt for solinnstråling. Utvendig solskjerming stopper varmen før den kommer gjennom glasset, og er mer effektiv enn innvendig skjerming. I følge SINTEF vil utvendige bevegelige persiener gi det beste resultatet, både termisk og lysmessig, noe som er hovedgrunnen til at vi valgte dette alternativet. Persiener er svært fleksible, og vinkelen på lamellene kan justeres etter solhøyden, slik at lyset slipper inn mens solvarmen holdes ute. Vi vil ha et automatisk styringssystem, men med mulighet for individuell styring. Automatikken starter når solstrålingen overstiger en viss grense. Dette hindrer overoppheting når det ikke er folk i huset. Persiennene kan også ha en vindføler, som gjør at når vinden er for sterk kjøres de automatisk opp. En ulempe er at persiener krever jevnlig renhold og vedlikehold, for best funksjon, estetikk og levetid.

Alternativer som ulike vindusfilmer og solbeskyttende glass, som reflekterer solvarmen, vil ikke være hensiktsmessig om vinteren. Da vil vi ha mest mulig varme fra solen gjennom vinduene. Det er mange positive erfaringer med innetemperaturen om vinteren fra passivhus. Den ligger på et behagelig nivå og holder seg stabil. Det er ikke behov for mye oppvarming, heller ikke på de kaldeste dagene. Hva som oppleves som en behagelig innetemperatur, kan variere mye fra person til person. Det er derfor viktig å ha tilstrekkelige oppvarmingsmuligheter, og unngå at beboere må sette inn elektriske ovner.

Vi har to oppvarmingsenheter i hver av boenhetene i tomannsboligen. Vi har gulvvarme på bad og i vindfang, og en biopellets kamin. Ellers sørger det balanserte mekaniske ventilasjonsanlegget med varmegjenvinning for oppvarmingen. I tillegg er vinduene bevisst plassert i sør- og vestfasaden, for å utnytte den passive solvarmen. Vi har også en åpen planløsning, slik at varmen kan spre seg jevnt over store deler av boligen.

Både krav og erfaringer sier at et balansert mekanisk ventilasjonsanlegg gir den beste luftkvaliteten. CO₂-konsentrasjonen i lufta holder seg under anbefalt nivå, og det er mindre behov for å lufte med vinduer. Erfaringene sier at luften oppleves som frisk og god. Luftfuktigheten kan oppleves litt lav. En forutsetning for dette er et godt planlagt ventilasjonssystem, med gjennomtenkt plassering av tilluftsenheter. Den oppvarmede luften skal nå frem til alle rommene med krav til termisk komfort. Det er en klar sammenheng mellom et fungerende ventilasjonssystem og opplevelse av god luftkvalitet.

Fungerende ventilasjon henger nært sammen med styringssystemet og brukervennlighet. Et passivhus består av flere automatiske løsninger for styring av varme, ventilasjon, solskjerming og belysning, som skal sørge for at energibruken blir styrt ut fra det faktiske behovet. Fra erfaringene ser vi at det er en del misnøye knyttet til for dårlig informasjon om boligen og styringssystem. Vi vil ha stort fokus på at de som skal bo i huset får kunnskap om hvordan et passivhus fungerer. De skal få opplæring i styringssystemet, og ha tilgjengelig informasjon og manualer. Dette er viktig for at beboerne skal kunne få maksimal utnyttelse av huset. Det er også viktig med oppfølging og finne ut om alt fungerer som planlagt. Det er ikke alltid teorien stemmer like godt i praksis, eller kanskje fins det forhold som man ikke har forutsett.

7.7 Energikilde

Et av kravene til passivhus er at 50 % av varmtvannsproduksjonen skal dekkes av fornybar energi. I valget av energikilde har vi tenkt på kostnad og ytelse. Det første vi tenkte på var at solfangere kunne dekke halvparten av varmtvannsproduksjonen, og samtidig være den billigste av løsningene. Dessverre er det slik at om vinteren når oppvarmingsbehovet er størst, har vi lite tilgang på solenergi. Da er alternativet enten å lagre energien eller investere i et ekstra varmesystem som dekker behovet når solfangerne ikke gir energitilskudd. Dette førte til at vi vurderte andre fornybare energikilder. Felles for de fleste alternativene av fornybare energikilder var at ytelsen ble lavere ved lave temperaturer. Alternativene som gav konstant ytelse var gjerne tunge investeringer som ikke ville lønne seg i dette prosjektet. Vi fant ut at en løsning med biobrensel ville fungere optimalt sammen med solfangere.(39) En bio-pellets-kamin med vannkappe og regulerbar effekt ville være en gunstig investering i et passivhus med vannbåren varme og lite oppvarmingsbehov. I tillegg vil muligheten for peiskos være til stede for fremtidige beboere.

7.7.1 Alternativer for fornybar energi

Forskning viser at i praksis er solceller den beste teknologien for produksjon av elektrisitet. Prisene for solcellesystemer i Norge er høy. Det kan endre seg i fremtiden om prisene fortsetter å synke.(50) Investeringen er for stor til å vurdere i prosjektet vårt.

De alternativene vi vurderte nærmest, og som vi mener er de best egnede løsningene for prosjektet vårt, er solfangere og luft-til-vann-varmepumpe. Begge løsningene har akseptable kostnadsrammer og vil fungere godt alene dersom overskuddsenergi lagres for senere bruk. Luft-til-vann-varmepumpe er brukt i flere passivhusprosjekter og kan dekke både tappevann og romoppvarming. Denne typen varmepumpe vil ha lav ytelse ved lav utetemperatur og vil være mer kostbart enn solfangere.(39)

7.7.2 Solfangere

Det arkitektoniske uttrykket er en viktig faktor for oss når vi designer bygget. Derfor vil vi ha solfangere som integreres i taket og som har et moderne og minimalistisk uttrykk. Overflaten kan se ut ut som et vanlig mørkt vindu. Vi tenker å bruke solfangere fra Catch Solar Energy AS, med vann som varmemedium. Vann er det flytende mediet som har den beste evnen til å ta imot mest energi i forhold til volum og temperatur. Catch har en patentert form for energilagring i sine solfangere. Solenergien lagres i grensesjiktet mot vannet som skal motta varme. Da skjer det en direkte overføring av solenergien til vannet med en høy effektivitet. Denne solfangeren kan utnytte nesten 90% av solenergien, i motsetning til solceller som bare utnytter rundt 10% av solenes energi.(72)

Vi har plassert fire solfangere per boenhet, som har et samlet areal på 7–8 m². Et areal på mellom 3–10 m² skal være nok til å dekke tappevannsbehovet til en normal bolig.(39) Nøyaktig dimensjonering av solvarme-anlegget er avhengig av geografisk beliggenhet, antall soltimer i området, orientering av solfangeren i forhold til himmelretning og energibehovet for boligen.(73)

7.7.3 Passive solsystem

I bygningen vi prosjekterer skal vi slippe solstråler direkte inn via lysåpninger. Dette kalles for et direkte system. For å få fullt utbytte av et slit systemet kreves riktig orientering og utforming av lysåpninger.(50)

7.7.4 Bio-pellets-kamin

En bio-pellets-kamin vil gi god varmefordeling. Den vil avgi varme til luften ved direkte stråling og til vannbårent anlegg.(74) Via vannkappe kan den avgi varme til vannbårent anlegg, som videre distribuerer varmen i rør. Vi vil ha justerbar temperatur på en slik løsning. Det vil kunne gi ønsket varmeproduksjon, og dermed unngår vi overoppheting av energieffektive bygg. Der finnes også termostatstyring for slike løsninger, slik at de slår seg av og på etter varmebehovet.(39)

Calimax Twist 80/20 er en bio-pellets-kamin vi kan vurdere å bruke i boenhetene. Denne har en varmeeffekt som kan justeres mellom 3-10 kW.(74)

7.7.5 Vannbåren varme

Varme som blir produsert av de fleste fornybare energikilder må fordeles med vannbåren varme. Oppvarmet vann fra det fornybare energisystemet fordeles ut i boligen via rør i guly, radiatorer eller viftekonvektorer. En reguleringsentral kan tilpasse vanntemperaturen etter utendørstemperatur. Når temperaturen utendørs synker blir vannet i systemet varmere og gir høyere gulvtemperatur.(48)

Elektriske varmekabler kan få varmen til å virke punktvis og sentrert. Vannbåren varme oppleves derimot som jevn og behagelig. Vannet går gjennom solide rør av plast, og gulvvarmen er helt strålingsfri i motsetning til elektriske varmekabler.

Norges Astma- og Allergiforbund anbefaler vannbåren varme. Dette er fordi vannbåren varme gir lav overflatetemperatur.(49)

Gulvvarme som fordeles over hele gulv kan føre til at det blir for varmt, og det er uheldig med tanke på komfort. Fordi gulvene i tomannsboligen vår er godt isolerte, vil vi oppnå behagelig temperatur om vi bruker materiale med lav varmetransportskoeffisient. Vannbåren gulvvarme vil vi bruke i rom der det forventes, som bad og entré. I andre rom vil vi vurdere om det er nødvendig med radiatorer, forenklet gulvvarme i randsoner eller viftekonvektorer.(39)

7.8 Konstruksjon

I et passivhus stilles det strengere krav til bygningsdeler enn konstruksjoner etter TEK10. Dette vil ha konsekvenser for valg av materialer og løsninger. For tilslutningspunkter kreves det god planlegging og utførelse for å nå kravene til kuldebroverdi og lufttetthet.

7.8.1 Gulv mot grunn

Vi har valgt plate på mark med betongstøp og underliggende fuktsperre/radonmembran, og isolasjon på drenert byggegrunn. Dette er en vanlig løsning for trehus. Isolasjonstykkelsen i passivhus må normalt være minst 250 mm. (39) Vi har valgt en isolasjonstykkelse på 350 mm. Gulv mot grunn er en bygningsdel som det er enkelt å forbedre isolasjonsevnen til, uten at det får store konsekvenser for økonomi og utseende. Ved å ha mer isolasjon i gulv er det mulig å redusere noe i yttervegg, og dette kan testes ut i TEK-sjekk. Det er viktig med effektiv lufttetning i forbindelsen mellom yttervegg, ringmur og gulv. (39)

Gulvisolasjonen gjør at det blir lite varmetap til grunnen og behagelig temperatur på gulvet. Det kreves riktig dimensjonering av ringmurs- og markisolasjon, for å hindre problemer med frostgjennomslag i ringmuren og frostsikring på telefarlig grunn. (75)

7.8.2 Yttervegg

Iso3

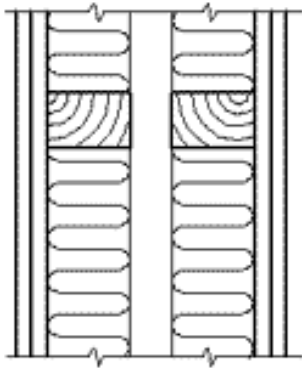
I yttervegg har vi valgt Iso3-stendere, som består av to deler treverk med bindende isolasjon imellom. Dette er altså et produkt som består av mindre treverk, og som minimerer kuldebroer i veggene. Det innvendige arealet kan bli større, fordi ytterveggene kan konstrueres med mindre tykkelse enn ved bruk av andre produkt. Denne stenderen gir også et rettere og mer dimensjonsstabilt produkt enn heltre. (40)

Iso3-stendere har en høyere kostnad enn dobbeltvegger av tre, men vil ha kostnadsinnsparing på antallet arbeidstimer ved bygging. (39)

Skillevegg mellom boenhetene

For å oppnå brannkravet (EI 30) og lydreduksjonstallet ($R'_w = 55$ dB), som tilfredsstiller kravene til skillevegger mellom boenheter, skal veggen bygges opp som i figuren under. Skilleveggen er bygd opp av to separate bindingsverk som vil svinge fritt og uavhengig av

hverandre. (5) Tykkelsen på veggen vil være 230 mm. Den vil bestå av to sjikt med dobbelt lag av gips (totalt 50 mm), to sjikt med mineralull og bindingsverk (totalt 150 mm) og et hulromsjikt (på 30 mm) i midten.



Figur 53 Skilleveggen mellom boenhetene som skal tilfredsstille krav til brann og lyd. Kilde: SINTEF Byggforsk, 524.325

7.8.3 Vindu

3-lags vindu

Vi har valgt å ha 3-lags isolerruter. Hulrommene skal være fylt med argongass, som er den billigste og mest vanlige gassen. Optimal hulromstykkelser er ca. 16 mm per hulrom. Kantene langs glasset har en tett forsegling. Dette vil gi vinduene en U-verdi på 0.58 W/(m²K). U-verdien til et vindu varierer med størrelsen, men for vinduer med isolerte karmmer og rammeprofil er variasjonen liten. (39)

Kondensproblem

Det er vanlig at godt isolerte ruter kondenserer eller rimer på utvendig side ved noen værforhold. Dette er fordi rutene får lav overflatetemperatur utvendig. Vinduene våre skal ligge 50 mm innenfor dampsperran, som gir en vindusløsning med minimale kuldebroverdier. (39) Dette kan også redusere problemet med kondens.

4-lags vindu

Ved å gå fra trelags- til firelags vinduer, vil solenergitransmisjonen reduseres med rundt 30 %. (39) Dette er ikke ønskelig i vårt tilfelle, siden vi vil ha muligheten å utnytte den passive solvarmen best mulig i perioden fra høst til vår.

7.8.4 Tilslutning mellom yttervegg og vindu

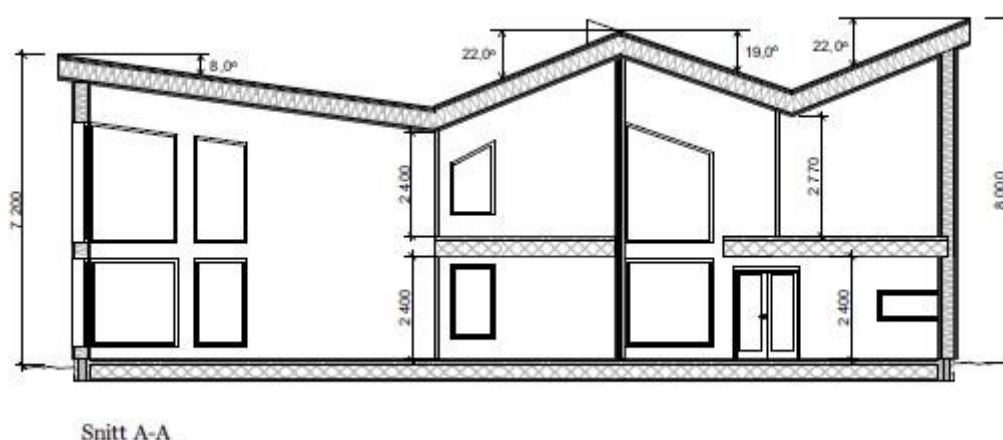
Tilslutningen mellom vindu og vegg er et kritisk kuldebropunkt. Med mange og store vinduer kan kuldebrotapet rundt vinduene utgjøre mye. Som tidligere nevnt er vinduene plassert 50 mm inn i veggen, og dette fører til at det blir en karm på utsiden som skjermer for solen. I oppholdsrommene har vi store vindusflater, og der vil ikke dette problemet oppstå. På soverommene har vi mindre vinduer. Her vil vi ikke ha så mye sol, og karmene er med på å holde solen ute.

Når vi plasserer vinduene inn i veggen, må vi passe på at regnvann som kommer inn på sidene eller under vinduet, ikke kommer videre ned i veggen, men ledes ut igjen. Det må monteres en helklebende, vanntett membran under vinduet og ca. 50 mm opp langs sidene i vindussmyget. (45)

7.8.5 Tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller

Vi har valgt en løsning for etasjeskilleren som ikke gir noen kuldebro i tilslutningen mot yttervegg. Den er utført som plattformgulv med bjelker på 200 mm, og isolasjonen mellom bjelkelagene er også 200 mm. Dampsperran vil gå kontinuerlig forbi etasjeskilleren. Det monteres en OSB-plate som danner et effektivt lufttett sjikt sammen med dampsperran. Det er viktig at plateskjøtene får understøttelse slik at vi får det lufttett. Etter at fuktinnholdet i konstruksjonen er kontrollert, festes isolasjonen og dampsperran umiddelbart. (45)

7.8.6 Tak



Figur 54 Snitt A-A av tomannsboligen

Form

Takformen vi valgte i prosjektet vårt var vi selvkritiske til i starten. I en diskusjon med fagpersoner i prosjektering av bolig fikk vi vite at løsningen var gjennomførbar. De hadde vært borti et lignende tak i et annet prosjekt, og hadde utarbeidet detaljløsninger som fungerte godt. Løsningene inneholdt blant annet utvendig nedløp.

Isolasjonsmengde

For å oppnå en lav U-verdi har vi valgt 420 mm isolasjon. Isolasjonsmengden er bestemt ut fra U-verdier vi prøvde oss frem til i TEK-sjekk. Et skråtak med utvendig nedløp av vann bør alltid ha lufting under taktekkingen. Vi har valgt krysslekting, som gir lufteåpninger i begge retninger. God lufting vil også minimere risikoen for fuktskader.

Konstruksjonsmateriale

Materialet vi tenkte å bruke som taksperrer er I-profiler. De kan ha nokså lange spenn og gir mindre kuldebro enn heltrekonstruksjoner. De kan også ha store bredder, som vil passe godt sammen med tykkelsen av isolasjon i et passivhus.

Tilslutningsdetaljer

Konstruksjonsløsningen vi har valgt for tilslutningen i takraft er prinsipielt etter figur 20. I figuren blir kravene til TEK10 tilfredsstilt, men for oss må denne tilpasses passivhus med tanke på isolasjonstykkelse og kuldebroer. Konstruksjonsløsninger som viser tilslutninger mellom takflatene i topp og bunn spares til detaljprosjekteringen.

Taktekking

I tekkingen ønsker vi å ha takstein med ru overflate. Da vil snøen ligge stabilt og fordelt utover takflatene. Solfangerne vil også kunne få full integrasjon i taket i kombinasjon med vanlig takstein.(76)

7.8.7 TEK-sjekk

For å gjøre energiberegninger i prosjekteringen brukte vi programmet «TEK-sjekk». Dette programmet var velegnet til beregninger av passivhuskriterier for energi. Sula kommune har en årsmiddeltemperatur på 6,7 C°. Av klimadataene som lå inne i energiberegningsprogrammet var klimadataene til Kjevik nærmest, med en årsmiddeltemperatur på 6,6 C°. (77) Differansen er minimal, og vi godkjente disse klimadataene til beregningene.

Vi var kommet rundt halvveis i prosjekteringsprosessen da vi tok energiberegningen. Vi ville utelukke endringer på tykkelsen til yttervegger, som i verste tilfelle kunne føre til større endringer i planene. Da var det heller bedre å justere kvalitet og isolasjonstykkelse på andre bygningsdeler. I starten av prosjektet bygde vi opp gulv, yttervegg og tak i nærheten av de typiske U-verdiene i NS 3700. De eneste endringene vi måtte gjøre for å oppnå kravene til høyeste netto energibehov var å bedre kvaliteten på vinduene. Varmetapstallet til vinduene hadde mye å si for resultatet i denne beregningen.

Material- og løsningsvalgene vi har tatt for konstruksjonsdelene i bygget er alle tatt med hensyn til at det er et passivhus vi prosjekterer. Dette er et skisse prosjekt, og derfor har vi begrenset med detaljer for konstruksjonsdelene. Likevel har vi tenkt gjennom problemstillinger knyttet til detaljprosjektering, og gjort oss opp idéer for hvordan ting kan løses.

7.9 Fuktforhold

Ett tema som passivhuskonseptet ofte mottar kritikk for, er fuktforholdene i yttervegger og tak av tre. En økning av treverk i tette konstruksjoner vil øke risikoen for fuktproblemer. Dette er fordi treverk inneholder fuktighet, og da vil økningen også føre til større mengder fuktighet i konstruksjonen. (39)

7.9.1 Konveksjonssperre

Naturlig konveksjon skjer ved omfordeling av fuktighet, som avgis øverst i ytterveggen på kald side. Meningen med en konveksjonssperre er at den skal stoppe luftstrømmene, som illustrert på figur 44. (39) Figur 43 viser resultatet for to temperaturforskjeller mellom de tre ulike ytterveggene. Resultatene her viser at konveksjonssperren vil være mer og mer avgjørende for varmetap, til høyere temperaturforskjellen er mellom innside og utside av ytterveggen. (39) I ENTRE-prosjektet viser prøveresultater av de tre samme ytterveggene som på figur 44, at gjennomsnittstemperaturfallet for måleperioden er marginalt større med konveksjonssperre enn uten, og at det er noe større på nordside enn sørside av et bygg. Det er ønskelig med høyest mulig temperaturfall gjennom isolasjonssjiktet. De to testene viser fordelene med bruk av konveksjonssperre. Men ENTRE-prosjektet viser en usikkerhet knyttet til nyttheten i forhold til kostnadene ved kjøp og installasjon. (40) SINTEF Byggforsk sin anbefaling er derimot konveksjonssperre for vegger med isolasjonstykkelse på 200 mm eller mer. (67)

I uttørkingsfasen etter bygging vil omfordelingen av luft føre til større varmetap enn ellers, og da vil konveksjonssperren være nyttig med tanke på energisparing. (40) Det er vanskelig å si på grunnlag av disse målingene, om den totale nyttheten av konveksjonssperre er verdt innkjøp og installasjon. Ut fra resultatene på figur 43 og anbefalinger fra SINTEF Byggforsk velger vi å prosjektere bygget vårt med konveksjonssperre.

7.9.2 Unngå fuktproblem

I ENTRE-prosjektet ble det gjort analyser av teip- og luftprøver til ytterveggkonstruksjonen i et passivhus omtrent ett år etter lukking. Disse viste ingen biologisk vekst. Siden mye av fuktproblematikken knyttes mot byggefasen, var konklusjonen fra denne målingen at så lenge ytterveggene holdt seg intakte, ble det ingen risiko for fuktproblematikk i fremtiden. (40)

Planen for ytterveggkonstruksjonene i tomannsboligen vår er å bruke Iso3-stendere, som har et isolasjonssjikt mellom treverk slik som i figur 10. Denne stender-løsningen gir ytterveggen minst mulig tykkelse i forhold til varmetap. Samtidig vil det ved bruk av Iso3 være mindre

treverk som blir innestengt i konstruksjonen, som er gunstig med tanke på risiko for fuktproblem.

Faren for fuktproblemer i yttervegg- og takkonstruksjoner oppstår når varm og fuktig inneluft kommer ut i konstruksjonene og blir avkjølt på vei ut. Derfor er det viktig med tetthet på innsiden. Ved kaldt uteklima vil den luften som kommer gjennom konstruksjonene før eller siden kondensere. Varmeisolasjonen i yttervegger og yttertak i et passivhus kan bli så god at den flytter kondensasjonspunktet fra utsiden av og inn i konstruksjonene, noe som kan føre til gunstige forhold for sopp- og muggvekst. Derfor vil lufttetthet og dampspærre mot innside av yttertak og yttervegg være viktig for å sikre mot ugunstige forhold inne i konstruksjonene. (40)

Ved montering av dampspærre vil vi være påpasselige med utførelsen, slik at vi sikrer god nok tetthet i forhold til luftlekkasjetall, og for å minimere risikoen for fuktproblem.

Ved tradisjonell bygging av småhus, kan innvendige trekonstruksjoner bli oppfuktet som følge av vær- og vindpåkjenninger i byggeperioden. Stenges denne fuktigheten inne vil risikoen for sopp- og muggvekst være stor. Beregninger og laboratoriemålinger viser at det tar lengre tid å tørke ut byggfukt når isolasjonen øker.

Det anbefales at boligprodusenter og deres samarbeidspartnere i en tidlig fase i byggeprosjekter måler temperatur, relativ fuktighet og trefuktighet i materialer, for å ha god dokumentasjon på at de har tilfredsstillende skjerming mot fukt. Da vil det også være mulig å ta målinger i senere tid for å ha oppfølging på hvordan dette har utviklet seg over tid. Simuleringer av mindre luftlekkasjer og bedre isolasjon viser at de positive effektene er større enn de negative med økt isolasjonstykkelse. (40)

I byggeprosjektet vårt vil vi være forsiktige med lukking av konstruksjoner med innhold av byggfukt. Vi vil også ta dokumenterte målinger av materialer som anbefalt, før vi lukker konstruksjonene.

7.10 Økonomi

For beregning av merkostnader, har vi tatt utgangspunkt i rapporten «Kostnadsoptimalitet, Energiregler i TEK», utarbeidet av SINTEF og Multiconsult.

Tiltak	TEK10	Passivhus	Merkostnad
1. Bygging under telt	-	-	0 kr/m ²
2. Tetthetsmåling	-	-	40 kr/m ²
3. Yttervegg	0,18 W/m ² K	0,12 W/m ² K	300 kr/m ²
4. Yttertak	0,13 W/m ² K	0,10 W/m ² K	150 kr/m ²
5. Gulv på grunn	0,15 W/m ² K	0,09 W/m ² K	60 kr/m ²
6. Vinduer og dører	1,2 W/m ² K	0,6 W/m ² K	350 kr/m ²
7. Lekkasjetall	2,5 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	150 kr/m ²
8. Ventilasjon	SFP = 2,5 kW/m ³ /s η = 70 %	SFP = 1,5 kW/m ³ /s η = 85 %	20 kr/m ²
9. Belysning og utstyr	-	-	0 kr/m ²
10. Oppvarmingssystem	30 W/m ²	15 W/m ²	-180 kr/m ²
11. SSBs byggekostnadsindeks for hele bygget (desember 2012 – mars 2015)			7,4 %
Avrundet sum			950 kr/m ²
12. Energiforsyning (solfanger)	-	-	450 kr/m ²
13. Energiforsyning (Biopellets)	-	-	300 kr/m ²
Total sum			1700 kr/m ²

Tabell 11 Beregningene i tabellen vise merkostnader av passivhus. Kilde: Kostnadsoptimalitet, Energiregler i TEK

Kort forklaring av de 13 punktene i tabellen:

1.) Bygging under telt er en metode som noen av produsentene bruker. Ved oppføring av bygg i vintersesong vil bygging under telt øke produktiviteten, noe som ikke er tatt med i beregningen av den estimerte kostnaden. Bygging under telt er estimert til 75 000 kr per bolig, som er 430 kr/m². Vi har ikke tatt med disse tallene i beregningen vår.

(2.) Utføring av tetthetsmåling ved ferdigstillelse er estimert til 5000-6000 kr per bolig, som er rundt 40 kr/m².

3.) En grov estimering av merkostnaden for yttervegg gir 300 kr/m² BRA. Fra rapporten til SINTEF og Multiconsult hadde de noe tykkere yttervegger, og verdien ble estimert til 350 kr/m² BRA. Tomannsboligen vi prosjekterer har en felles lyd- og brannskillevegg, som ikke er tatt med som merkostnad i dette punktet. For en enebolig ville denne veggen vært en yttervegg, som også er en årsak til at vi har skrudd ned merkostnaden for yttervegg i vårt prosjekt.

- 4.)** Vi bruker samme tall som i rapporten til SINTEF og Multiconsult på 150 kr/m² BRA. U-verdiene er de samme, men forskjellene i takform gjør at tallet er en grov tilnærming for bygget vårt.
- 5.)** For gulv mot grunn har vi en tykkelse på 350 mm trykkfast isolasjon, som gir en U-verdi på 0,09 W/m²K. Merkostnaden for å øke tykkelsen fra 250 til 350 mm trykkfast isolasjon er estimert til 60 kr per meter BRA.
- 6.)** SINTEF og Multiconsult har beregnet en merkostnad på rundt 1000 kr fra å gå fra vindu med U-verdi lik 1,2 W/m²K til 0,75 W/m²K. Det ville gi en merkostnad på 200 kr per kvadratmeter BRA, for et bygg på 175 m² BRA. I vårt tilfelle vil vi bruke vinduer med U-verdi på 0,6 W/m²K, og da estimerer vi merkostnad på 1600 kr i forhold til vinduer med U-verdi lik 1,2 W/m²K. Vi anslår at dører har samme kostnadsbilde. Totalt vindus- og dørareal for tomannsboligen vår er på 84,23 m² og har en total BRA på 394,6 m². Det vil gi en merkostnad på rundt 350 kr per kvadratmeter BRA.
- 7.)** Basert på erfaringer blir merkostnaden fra å gå fra et lekkasjetall på 2,5 til 0,6 være rundt 150 kr per m² BRA.
- 8.)** Vi bruker samme merverdikostnader som SINTEF og Multiconsult har for ventilasjonsanlegg, som er anslått til 3250 kr. For to ventilasjonsanlegg blir det kr 6500, som gir merkostnad på nesten 20 kr per m² BRA.
- 9.)** Merkostnader for belysning og utstyr gir ingen forskjell i beregning.
- 10.)** Her sparer vi oss en kostnad siden et passivhus trenger mindre oppvarming enn et TEK10 bygg. Da blir den sparte investeringen estimert til å være kr 180 per m², der oppvarmingsmetoden er vannbåren varme.
- 11.)** Byggekostnadsindeks hentet fra Statistisk sentralbyrå. (78)
- 12)** Pipe og ildsted har en kostnad på omkring 60 000 kr (medregnet byggekostnadsindeks på 7,4 %). (79) Merkostnaden knyttet til solfangere blir kr 30 000 dersom kostnaden for pipe og ildsted trekkes bort. (39) Dette gir en total kostnad (for begge enheter) på rundt 180 000 kr for denne investeringen, som er i overkant av 450 kr per m² BRA.
- 13.)** Pipe og ildsted er krav som faller bort for et passivhus i motsetning til en TEK10-bolig. Vi har likevel valgt å prosjektere bygget vårt med pipe og ildsted i form av en biopellets-kamin i hver av tomannsboligene. Tall vi har hentet fra leverandør gir oss to biopellets-kaminer med justerbar effekt, der deler av varmen avgis til vannbårent oppvarmingssystem for kr 70 000. (80) En grov kostnadskalkyle for de to pipene gir oss en pris på 46 000 kr. Merkostnaden for denne investeringen blir på i underkant av 300 kr per m² BRA.

7.10.1 Grunnlaget for å estimere mer- og total kostnad

Etter å ha antatt merkostnader for de 13 punktene i tabellen, får vi en sum på 1700 kr per m² BRA. Dersom vi hadde lagt til merkostnader for å ha elektrisk oppvarming i en TEK10-bolig til å ha vannbåren varme i et passivhus, ville det gi et tillegg på 280 kr m² BRA. (79) Det vil også komme merkostnader knyttet til brann- og lydskillevegg mellom boenhetene og systemer for solskjerming. Tilskuddsordningene hos Enova kan gi økonomisk støtte for fornybare energikilder i prosjektet vårt, men er ikke tatt med i beregningen av merkostnad.

Merkostnadstallene vi har brukt for tomannsboligen vår er hentet fra et prosjekt med en enebolig i passivhusstandard med et bruksareal på 175 m². I tomannsboligen vår er størrelsene på enhetene 193,6 og 201 m² BRA. Beregningene tar utgangspunkt i størrelsen av BRA, og estimatene blir tilpasset vårt bygg. Vi har justert noen av tallene i kostnadsestimeringen på grunnlag av ulik mengde, materiale og kvalitet. At størrelsen på enhetene våre er i nærheten av størrelsen på eneboligen, vil være fordelaktig for å estimere nærmest mulig de reelle tallene. Videre er det uvisst hvor mye ekstra arbeidstimer som er beregnet på utførelse i disse tallene. Det vil også komme en merkostnad knyttet til arbeidstimer for prosjektering.

Beskrivelse	Beregning	Resultat
Total merkostnad	Merkostnad per m ² BRA*BRA= 1700*394,6	670 820 kr
Merkostnad u/fornybar energi	Merkostnad per m ² BRA*BRA= 950*394,6	374 870 kr
Huskostnad ganger SSBs byggekostnadsindeks (13,5 % fra perioden januar 2011 til januar 2015)	Huskostnad per m ² BTA*SSBs= 13 248*1,135	15 036 kr/m² BTA
Huskostnad på tomannsboligen	Huskostnad per m ² BTA*BTA= 15 036*228,24	3 431 817 kr
Prosentvis størrelse på merkostnader u/fornybar energi	Merkostnad/Huskostnad*100%= (374 870/3 431 817)*100%	11 %
Huskostnad på tomannsboligen i passivhusstandard	Huskostnad+Merkostnad= 3 431 817+ 670 820	4 102 637 kr
Rammekostnad ganger SSBs byggekostnadsindeks (13,5 % fra perioden januar 2011 til januar 2015)	Rammekostnad per m ² BTA*SSBs= 19 429*1,135	22 052 kr/m² BTA
Rammekostnad på tomannsboligen	Rammekostnad per m ² BTA*BTA= 22 052*228,24	5 033 148 kr
Rammekostnad på tomannsboligen i passivhusstandard	Rammekostnad+Tot. merkostnad= 5 033 148+670 820	5 703 968 kr

Tabell 12 Kostnadsestimering av hus- og rammekostnad, samt kostnad

Tallene vi har brukt for å regne huskostnad og rammekostnad er hentet fra Norsk Prisbok fra 2011 for tomannsbolig uten kjeller. Andre kostnadstall som er blitt studert har vært i området 12 000 - 15 000 kr for huskostnad og 18 000 – 24 000 kr for rammekostnad. Vi har lagt grunnlag for valg av rammekostnad ut ifra vurderinger av tomtekostnad, kompleksitet og arbeidsmarked. For å komme nærmere dagens priser er det blitt lagt til byggekostnadsindeks fra SSB på både hus- og rammekostnader.

7.10.2 Huskostnaden vår

Kunden vår eier tomten fra før og prosjekteringen får han gratis. Så de viktigste tallene våre i estimeringen er huskostnad med passivhusstandard og merkostnader. Huskostnad med passivhusstandard er beregnet til å være 4 102 637 kr, der 670 820 kr består av merkostnader for passivhus. Usikkerheten av kostnadsestimering kan fortsatt være stor i denne fasen.

7.10.3 Sammenligning av merkostnader

Ut fra prosjektet til Treteknisk institutt, der de sammenlignet byggtekniske kostnader for tre ulike småhus, viser overslagstallene de har beregnet, likhetstrekk med våre. Overslagene deres viste 900 – 1100 kr/m² inklusive påslag og merverdiavgift på timepris, men fornybar energi og prosjektering av passivhus vil komme som tilleggskostnader. Det tilsvarte en kostnadsøkning på 13 – 16 % i forhold til TEK10-utførelse. (39) Hvis vi ser bort fra kostnadene til prosjektering og fornybar energikilde, blir merkostnadene i prosjektet vårt på 950 kr/m² BRA. Dette tilsvarende en kostnadsøkning på 11 % i forhold til kravene i TEK10. Kostnadsøkningen i prosent vil variere ut fra flere faktorer, for eksempel bygningsstørrelse og bygningsstandard. Differansen på overslaget mellom de tre ulike småhusene og vårt bygg kan være tilfredsstillende med tanke på beregningen vi har gjort.

I rapporten som er utarbeidet av Multiconsult og SINTEF anslår de merkostnader for passivhusprosjekt sammenlignet med TEK10. Merkostnaden de beregner for en enebolig er 790 kr per m², inkludert solfangere som fornybar energikilde. Merkostnaden går ut ifra vannbåren varme i både TEK10-hus og passivhus, noe som utgjør vesentlig forskjell i beregningene av merkostnaden. Samtidig viser beregningen at pipe og ildsted har samme kostnadsramme som solfangere. (79) Andre kilder sier at kostnadsrammen for solfangere er 30 000 kr større enn pipe og ildsted, som vi også har tatt utgangspunkt i. (39) Det er også en av årsakene til at merkostnadene våre på 1700 kr per m², skiller seg stort fra 790 kr per m², samtidig som vi har en ekstra fornybar energikilde.

7.10.4 Tilskuddsordningene til Enova

Før vi kontaktet Enova over e-post var vi usikre på avgrensingen til programstøtten deres for energieffektive nybygg. På hjemmesiden deres var det vanskelig å se en klar avgrensing, og vi håpet at en støtte av merkostnader kunne være realistisk. Tilbakemeldingen vi fikk fra Enova var at passivhus i seg selv ikke er nok til å få tilskudd som energieffektive nybygg. Andre tilskuddsordninger de kunne tilby for et prosjekt som vårt, var for enkelttiltak som solfangere og bio-ovn med varmekappe. For disse to typene fornybare energikilder var det mulig å få en

støtte på inntil 10 000 kr for hver. Videre beskjed var at det ikke skulle søkes i forkant av et slikt tiltak, men at det skulle rapporteres inn senest 4 måneder etter at siste faktura var utsendt.

Dersom byggeprosjekter som vårt hadde fått tilskudd i vesentlig grad av merkostnader, ville det ha vært en utløsende faktor for slike prosjekter. Vi tror dessverre at tilskudd på inntil 20 000 kr ikke er utløsende faktor for byggeprosjekt i vår størrelsesorden, men absolutt en fin bonus å ta med.

7.10.5 Besparelser og tilbakebetalingstid

Energisimuleringer som SINTEF og Multiconsult har foretatt, viser at et energibehov til en enebolig etter TEK10 krav og passivhus-standard ligger på henholdsvis 135 kWh/m²år og 70 kWh/m²år. Dette gir oss en årlig besparelse på 65 kWh/m²år.

Energibesparelse	65 kWh/m ² år
Redusert årlig energikostnad	66 kr/m ² år
Merkostnad passivhus	1700 kr/m ²
Tilbakebetalingstid av merkostnad	25,8 år

Tabell 13 Grunnlagstall for tilbakebetalingstid. Brukte 101,5 øre per kWh som var gjennomsnittet av kraftpris og nettleie for Norge 2012. Kilde: Kostnadsoptimalitet, Energiregler i TEK og ssb.no (elpris)

7.10.6 Nåverdiberegning

Tilbakebetalingstiden ovenfor tar ikke hensyn til renter. Renten brukes ofte for å illustrere kapitalkostnaden. Kostnaden kan for eksempel være direkte rentekostnad for lån, eller alternativkostnad fordi vi kunne ha brukt pengene på en annen måte.

Lønnsomheten i å investere i et passivhus kan vi beregne ut fra prosjektets kontantstrøm. Årlige kontantstrømmer diskonteres ned til en nåverdi. Nåverdien er avhengig av diskonteringsrenten vi velger.(81)

Beregningene baseres på fast kroneverdi, og renten vil da være realrente. Realrenten er tilnærmet lik differansen mellom nominell rente og inflasjon.(82)

For passivhuset har vi en merkostnad på 670 000 kr. Årlig vil vi på energibesparelse tjene inn igjen 26 000 kr. Vi vil se på nedbetalingstiden med rente på 3%, 5 % og 10 %. Vi bruker da tabellen for sumfaktor i NS 3454. Sumfaktoren tilsvarer nåverdien av betalingsstrøm på én krone innbetalt i slutten av hvert år. Denne kan benyttes siden kontantstrømmen har like årlige beløp.(82)

Tabellen går til 60 år. Tabellen under viser sumfaktorene for dette året med kalkulasjonsrente 3-10 %.

T	Kalkulasjonsrente, r							
År	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
60	27,6756	22,6235	18,9293	16,1614	14,0392	12,3766	11,0480	9,9672

Tabell 14 Sumfaktor for år 60. Kilde: NS 3454:2013

Med en rente på 10 % vil man etter 60 år få tilbakebetalt $9,9672 \times 26\ 000 = 260\ 000$ kr. Da gjenstår fortsatt 410 000 kr.

Med en rente på 5 % vil man etter 60 år få tilbakebetalt $18,9293 \times 26\ 000 = 490\ 000$ kr. Da gjenstår fortsatt 180 000 kr.

Vanlig levetid på bolighus regnes ofte til ca. 60 år. Det har derfor ikke noen hensikt å snakke om inntjening etter 60 år. Dersom man fortsetter flere år frem i tid, vil innsparte årlige beløp nesten ikke gi noen nåverdi.

Med en rente på 3 % vil man etter 60 år få tilbakebetalt $27,6756 \times 26\ 000 = 720\ 000$ kr. Man vil da ha gått i overskudd med -50 000 kr. Vi ville da ha komt i balanse med huset etter ca. 50 år.

Dersom realrenten er 3 % vil prosjektet gå i balanse ti år før forventet levetid. Det vil si at dersom du får låne penger til 6 % rente i banken, og inflasjonen er 3 % per år, så vil det omtrent akkurat lønne seg å lånefinansiere dette tiltaket. Får du låne til 3 % rente og inflasjonen er 3 %, blir realrenten 0 %, og tilbakebetalingstiden blir 25,8 år.

Merkostnad og inntjeningsstid av bygningsdeler

Bygningsdel	Merkostnad	Pris per kvadratmeter
Yttervegg	$300 \text{ kr/m}^2 \text{ BRA} * \text{BRA} = (300 * 394,6) \text{ kr} = 118\ 000 \text{ kr}$	Merkostnad / $\text{m}^2 = (118\ 000 / 500) \text{ kr/m}^2 = \mathbf{236 \text{ kr/m}^2}$
Yttertak	$150 \text{ kr/m}^2 \text{ BRA} * \text{BRA} = (150 * 394,6) \text{ kr} = 59\ 000 \text{ kr}$	Merkostnad / $\text{m}^2 = (59\ 000 / 250) \text{ kr/m}^2 = \mathbf{236 \text{ kr/m}^2}$
Gulv mot grunn	$60 \text{ kr/m}^2 \text{ BRA} * \text{BRA} = (60 * 394,6) \text{ kr} = 24\ 000 \text{ kr}$	Merkostnad / $\text{m}^2 = (24\ 000 / 220) \text{ kr/m}^2 = \mathbf{109 \text{ kr/m}^2}$

Tabell 15 Merkostnad per kvadratmeter yttervegg, yttertak og gulv mot grunn.

Graderingstall for Sula er 3564 graddager (gjennomsnitt 1981-2010) = $3564 * 24 = 85\ 536$ gradtimer per år. (83)

Bygningsdel	Varmetapsbesparelse (Bespart U-verdi * gradtimer per år = [Wh])	Kostnadsbesparelse (Varmetapsbesparelse * gj.snitt kraftpris og nettleie = [kr/m ² år])	Beregning av inntjeningsstid (Rente 0 %) (Pris per m ² [kr/m ²] / kostnadsbesparelse = [år])
Yttervegg	$0,06 * 85\ 536 = 5\ 132$	$5,1 * 1,015 = 5,2$	$236 / 5,2 = \mathbf{45,4}$
Yttertak	$0,03 * 85\ 536 = 2\ 566$	$2,6 * 1,015 = 2,6$	$236 / 2,6 = \mathbf{90,8}$
Gulv mot grunn	$0,06 * 85\ 536 = 5\ 132$	$5,1 * 1,015 = 5,2$	$109 / 5,2 = \mathbf{21}$
Vinduer og dører	$0,6 * 85\ 536 = 51\ 322$	$51,3 * 1,015 = 52$	$1600 / 52 = \mathbf{30,8}$

Tabell 16 Viser inntjeningsstid av bygningsdeler.

Ut fra tabell 16 ser vi at tilleggisolering av yttervegg og yttertak ikke er lønnsomt med dagens energipriser. Derimot vil en tilleggisolering av gulv mot grunn og vinduer/dører kunne forsvares økonomisk. Med hensyn på kravet til isolering etter TEK10, vil tilleggisolering for passivhus gi relativt liten effekt. Mye av gevinsten til passivhus kan være reduksjonen i

investering av varmeanlegg. Dette kan i en viss grad skyldes bedre isolasjon, men like mye de strengere kravene til tetthet og varmegjenvinning av ventilasjonsluft.

7.10.7 Estimering av usikkerhet

Etter hvert som prosjekter videreutvikles blir detaljene mer og mer kjent. Samtidig som detaljer i et prosjekt bestemmes, blir usikkerheten for estimering mer og mer presis. I starten av prosjektet, i fasen som kalles prosjektidentifisering, er usikkerheten stor. Da regnes estimatets usikkerhet til å være opp mot 40 – 50 %. Den fasen som vi har kommet til i prosjektet kalles konseptdefinering, og skal gi oss en usikkerhet på estimerer i området 15 – 20 %. Dette gjør at usikkerheten rundt estimering av mer- og total kostnader fortsatt kan utgjøre en vesentlig forskjell i prosjektet. (81)

7.10.8 Fremtidige krav

Forslag til nye krav

I Stortingsmelding nr. 28 «Gode bygg for et bedre samfunn» (2012) ble det varslet om at krav til nybygg skulle være på passivhusnivå fra 2015 og nesten-nullenergibygg fra 2020. Offentlige bygg skal allerede i 2018 være nesten-null-energi. (39) De varslede kravene til nybygg i 2015 har ennå ikke kommet, og det ser heller ikke ut som de vil komme i den grad de ble varslet. Forslaget til nye energiregler i teknisk forskrift har ulike tilnærminger til passivhusstandard, se figur 3. For småhus vil kravene skjerpes inn med rundt 26 % i forhold til energibruk. Dersom kravene for småhus ble til passivhusstandard, ville innsparingen ifølge figur 3 vært omkring 37 % for energibruk. Videre i forslaget skal energibruken skjerpes inn med rundt 36 % for boligblokk og rundt 38 % for kontorbygg. Blir disse kravene innført, vil energibruken til boligblokk og kontorbygg ligge i nærheten av kravene for energibruk i passivhusstandardene. (34)

Bygningsdirektiv

EUs bygningsdirektiv definerer konkrete krav om energieffektivisering av bygg. Kravene skal føre til nye minimumsstandarder for energiytelse, energimerking og energieffektiv rehabilitering av bygg. I Norge er direktivet implementert gjennom TEK10 og forskrift om energimerking. Målsetningen om nesten-null-energibygg er utfordrende. (39)

Fremtidsutsikter

Framtidsutsiktene for bygg er at de stadig vil påvirkes av nye innstramminger til energieffektivisering. Innføring av nye tekniske krav vil medføre en hel del tilpassing av bransjen og markedet. Det er mange hensyn som må tas, og utviklingen bør komme når forutsetningene ligger til rette for det. Utviklingene av tekniske løsninger vil med tiden bli billigere og bedre, og det kan gjøre overgangen til nye krav mer naturlig. Kommer innstramminger av nye krav raskere enn tilpasningen, vil det medføre store utfordringer. Da tenker vi spesielt på utfordringer som kan komme i boligmarkedet.

Forslaget til nye energiregler i teknisk forskrift kan se ut som et steg i riktig retning. Da vil nye tekniske forskrifter følge opp forventningene til EUs-bygningsdirektiv, og samtidig vil politiske signaler om å redusere energibruken i bygg bli fulgt opp. (39) Multiconsult og SINTEF har samarbeidet om en rapport der de har beregnet merkostnader knyttet til enebolig, leilighetsbygg og kontorbygg. Rapporten viser lavere merkostnad for leilighetsbygg (430 kr per m²) og kontorbygg (610 kr per m²), enn for enebolig (790 kr per m²). (79) Vi synes at innskjerpingene i forslaget til nye energiregler i teknisk forskrift kan være fornuftig med tanke på disse merkostnadstallene. Dersom inntjeningene i byggets levetid vil tangere eller overgå merkostnadene ved bygging og prosjektering, er utviklingen naturlig.

8 Konklusjon

Denne rapporten har handlet om å tilegne seg kunnskap om de to temaene, prosjektering og passivhus. Det har blitt prosjektert et skisseprosjekt av en tomannsbolig med passivhusstandard på en tomt i Langevåg i Sula kommune. Samtlige krav har blitt gjennomgått og tatt hensyn til. Det er blitt sett på ulike konstruksjonsløsninger for bygget, og spesielle hensyn som må tas med tanke på passivhus. For å oppnå en funksjonell bolig har det blitt sett nærmere på problematikken med inneklime, fukt og merkostnader.

I denne oppgaven har vi hentet inn mye informasjon for å skaffe oss et godt grunnlag. Vi har tatt utgangspunkt i TEK10 og krav for passivhus. Prosjektering av et passivhus innebærer ikke bare tekniske krav, men kunnskap om hvordan konstruksjonen er oppbygd og hvordan huset fungerer. Ved å lese forskningsrapporter, studere målinger som er gjort og lære fra tidligere erfaringer, har vi tilegnet oss kunnskap som er nyttig å ha med seg i prosjekteringen.

Vi var opptatt av at boligen skulle ha et godt inneklime. Ved å studere erfaringer har vi sett viktigheten av tilstrekkelig solskjerming, god ventilasjon og et brukervennlig styringssystem. Problemer med overoppheting om sommeren kan ofte forklares med manglende solskjerming. Hva som oppleves som behagelig temperatur er individuelt fra person til person. For å oppnå en tilfredsstillende innetemperatur om vinteren, er det viktig med tilstrekkelig oppvarmingsmuligheter. En åpen planløsning som vi har, vil gjøre at varmen sprer seg i boligene. På grunn av tettheten til passivhus er det svært viktig med et godt balansert ventilasjonsanlegg. Det vil gi en god luftkvalitet i huset. Det er ofte en sammenheng mellom et brukervennlig styringssystem og fornøyde beboere. Disse faktorene bør tas hensyn til tidlig i planleggingsprosessen. Det er også svært viktig at beboerne får tilstrekkelig informasjon om huset og det tekniske anlegget. Beboerne skal kunne utnytte huset maksimalt.

Det vil være dyrere å bygge et passivhus i forhold til et TEK10-hus. Det har vist seg at merkostnaden kan variere mye fra prosjekt til prosjekt. Det er viktig å se på beregningsgrunnlaget bak en merverdikostnad. Den avhenger blant annet av hvilke løsninger som er valgt og hvilke tall som er tatt med/ikke tatt med i beregningene.

For å få ned merverdikostnaden må først og fremst de tekniske anleggene bli billigere. Det er ofte de tunge investeringene i passivhus som fører til at det blir dyrere, som strømstyring, varmpumper og fornybare energikilder. Teknologien må utvikles enda mer. Eksisterende løsninger må utbedres, eller nye, bedre løsninger må komme på markedet. Dette må utbedres uten at kostnaden øker. Økt etterspørsel etter passivhus kan gi mer konkurranse og reduisering av priser på materialer og tekniske anlegg.

Siden kostnadene er større, er det flere som ser negativt på å bygge passivhus. Merkostnaden må ses i et større perspektiv. Klimaendringer er et alvorlig problem, og får følger for mennesker, dyr og planter. Endringene utgjør for mange innbyggere i verden direkte trusler, og påvirker livsgrunnlag og helse. Dette er et globalt problem, og hele verden må samarbeide for å begrense de mest alvorlige klimaendringene. Norge er pålagt fra FN å sende inn sine klimamål til en ny klimaplan, og regjeringen har sagt at de vil forplikte seg til minst 40 % utslippsreduksjon i 2030 sammenlignet med 1990.(84) Bygninger står for nesten halvparten av den totale energibruken i Norge, og her vil passivhus være en bidragsyter for redusert klimagassutslipp.

Nærmere 99 % av all strøm som produseres i Norge kommer fra vannkraft. Likevel importerer vi energi som kommer fra kull og gass fra Europa. Ved et fremtidig redusert energibehov kan den rene norske energien være med på å erstatte annen forurensende energi.(85) Den fremtidige energisituasjonen er usikker. Passivhus er bedre rustet mot eventuelle energikriser og uforutsigbare strømpriser. De er også mindre utsatt dersom elektrisiteten skulle bortfalle en periode. På grunn av dette kan passivhus blir ettertraktet i fremtiden. Selv om passivhus kanskje ikke vil være lønnsomt for hver enkelt person, vil det ha stor samfunnsmessig gevinst.

I vår tomannsbolig skal vi ha solfangere og bio-pellets-kamin med vannkappe som fornybare energikilder. De valgte løsningene vil fungere godt sammen og utfylle hverandre. Solfangerne vil varme opp over halvparten av tappevannet og biobrensel kan styre oppvarmingsbehovet i de kaldeste periodene i året.

Hvor mye hver enkelt vil spare på energi i boligen sin vil variere. Dette kommer an på størrelsen på huset, hvor stort oppvarmingsbehovet er og hvor høye strømprisene er. Faktorer som også spiller inn er hvor i landet huset ligger, hvor mange som bor der og hvor høyt energiforbruk beboerne har. Et stort hus med høyt oppvarmingsbehov kan for eksempel spare mer på strømregningen enn et mindre hus, med lavt energiforbruk. Det er derfor vanskelig å beregne nøyaktig energibesparelse. Vi har utført en TEK-sjekk for denne tomannsboligen, og den oppfylder kriteriene i NS 3700. Se vedlegg nr. 5.

I prosjekteringsprosessen har vi vært innom mange forskjellige forslag til utforming. Vi mener at vi har kommet frem til en av de beste løsningene for denne tomten. Det har vært gjennomgang av mye stoff og vi har økt kunnskapen og forståelsen for passivhus. Det har vært godt samarbeid, blitt diskutert frem og tilbake og rådført med veileder. Det har ikke vært noen arbeidsgiver som har kontrollert arbeidet vårt, så dette er kun basert på våres egne valgte løsninger og begrunnelser. En viktig forutsetning for et vellykket passivhus er at håndtverkerne utfører arbeidet på riktig måte. Når det skal oppføres et passivhus vil det være lurt å ta en gjennomgang med dem, for å sikre god forståelse for prosjektet.

8.1 Anbefalinger

Tall for både merkostnader og årlig energibesparelse kan beregnes på flere måter. Selv om kostnadene ved bygging av et passivhus blir høyere, bør dette ses i sammenheng med fremtidens klimautfordringer. Dersom passivhus skal bli en standard, bør det legges ressurser i å utvikle tekniske systemer og materialer, som kan tilbys til fornuftig pris. En forutsetning for et vellykket passivhus er god håndtverksmessig utførelse.

8.2 Videre arbeid

Passivhus er et relevant og interessant tema. Vi har lagt et grundig og godt grunnlag for videre forskning. Forslag til videre arbeid:

- Prosjektere et boligfelt med passivhusstandard.
- Fordypning i merkostnader knyttet til passivhus.
- Fordypning i realistisk energibesparelse.
- Utforme nye innovative tekniske løsninger for passivhus.
- Hva vil skje i forhold til energiproduksjon i fremtiden. Vil vi bli rammet av en eller flere energikriser?

9 Referanse

1. FN. Hvordan endres klimaet? IPCC og naturvitenskapen / FN-sambandet [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.fn.no/Tema/Klima/FNs-klimapanel/Hvordan-endres-klimaet-IPCC-og-naturvitenskapen>
2. Edvardsen KI, Ramstad T. Håndbok 53 Trehus. 9. utgave. Oslo; 2010. 333 p.
3. miljødepartementet K. Meld. St. 21 (2011–2012) [Internet]. regjeringen.no; 2012 [cited 2015 May 19]. Available from: <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld-st-21-2011-2012/id679374/?docId=STM201120120021000DDDEPIS&ch=1&q=>
4. Dette er passivhus - Lavenergiprogrammet [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: <http://www.lavenergiprogrammet.no/dette-er-passivhus/category123.html>
5. KI E, TØ R. Håndbok 5 Trehus. 10. Utgave. Oslo: SINTEF akademisk forlag; 2014.
6. Kommune S. Reguleringsbestemmelser, Langevåg Nord 1. Langevåg; 1982.
7. Kommune S. Kommuneplan - arealdel 2013-2023. 2014.
8. Husbanken, SINTEF, Moderniseringsdepartementet K. Byggeskikknøkkelen [Internet]. 2011 [cited 2015 Feb 19]. Available from: <http://bsn.husbanken.no/bsn/planstrategi/nasjonalemal/Sider/B%C3%A6rekraftig-utvikling.aspx>
9. Departementene. arkitektur. nå Norsk arkitekturpolitikk. Oslo; 2009.
10. Byggkvalitet D for. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Feb 26]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk>
11. Sintef B. 520.706 Sikring mot radon ved nybygging [Internet]. Juni. 2013 [cited 2015 Mar 13]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=326>
12. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Feb 27]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dpx=/dpx/content/tekniskekrav/13/>
13. Sintef B. 321.020 Plassering og utforming av mindre bygninger på værharde steder [Internet]. 2005 [cited 2015 Feb 20]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=78>

14. Sintef B. 311.110 Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder [Internet]. 2005 [cited 2015 Feb 20]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=48>
15. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Feb 27]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/8/>
16. Sintef B. 330.033 Utforming av arealer mellom veg og inngang på småhustomter [Internet]. 2000 [cited 2015 Feb 20]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2917>
17. Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Veiledning Grad av utnyttning Beregnings- og måleregler [Internet]. H-2300 B. 2014 [cited 2015 Mar 3]. p. 64. Available from: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/boby/grad_av_utnyttning.pdf
18. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Mar 4]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/5/>
19. Norge S. NS 3940:2012 Areal- og volumberegninger av bygninger. 2012.
20. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Mar 3]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/11/>
21. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Feb 27]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dyp=/dyp/content/tekniskekrav/12/>
22. Likestillingsdepartementet B. Norge universelt utformet 2025. Oslo; 2009.
23. Etat SB og husbanken. Bygg for alle. 2004.
24. Sintef B. 330.205 Krav til tilgjengelighet i boligbygninger [Internet]. 2012 [cited 2015 Feb 17]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=4038>
25. Sintef B. 220.310 Evaluering av tilgjengelighet for funksjonshemmede [Internet]. 2000 [cited 2015 Feb 17]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2966>
26. Sintef B. 220.312 Kravnivåer ved evaluering av tilgjengelighet for funksjonshemmede [Internet]. 2000 [cited 2015 Feb 17]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2967>

27. Sintef B. 361.215 Sanitærutstyr og plassbehov [Internet]. 2014 [cited 2015 Feb 17]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=142>
28. Sintef B. 361.216 Baderom, toalettrom og vaskerom i boliger [Internet]. 2011 [cited 2015 Feb 17]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=143>
29. Sintef B. 421.602 Dagslys Egenskaper og betydning [Internet]. 2001 [cited 2015 Feb 24]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=200>
30. Sintef B. 421.610 Krav til lys og belysning [Internet]. 1997 [cited 2015 Feb 24]. p. 20–3. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=201>
31. Norge S. NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper. 2012.
32. Turunen-Rindel I, Norge S. Lydklasser for bygningstyper NS 8175 : 2012. 2013;
33. Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet [Internet]. [cited 2015 Mar 13]. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dpx=/dpx/content/tekniskekrav/14/>
34. TEK15: Slik er forslaget - Lavenergiprogrammet [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.lavenergiprogrammet.no/nyheter-fra-lavenergiprogrammet/tek15-slik-er-forslaget-article2447-122.html>
35. SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/PortalPage.aspx?pageid=207>
36. Hva er et passivhus? - Husbanken [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: http://www.husbanken.no/miljo-energi/hva_er_et_passivhus/
37. Norge S. NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger. 2013.
38. Sintef B. 523.111 Yttervegg mot terreng. Varmeisolering og tetting. 2007.
39. Lavenergiprogrammet. Prosjektering av passivhus. 3. opplag. Oslo: Lavenergiprogrammet;
40. Clementz CA, Nore K, Steiner Y, Glasø G, Eide S. Delrapport 2 – Yttervegger i tre som kan tilfredsstille Sammendrag. 2011;(84):3–132.
41. Eide S. FOKUS på tre Yttervegger i tre med passivhuskrav. 2012;(55).
42. FOKUS på tre Massivtre. (20).

43. Sintef B. 533.102 Vinduer. Typer og funksjoner [Internet]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=437>
44. Sintef B. 571.953 Isolerruter. Typer konstruksjon [Internet]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=581>
45. Sintef B. 472.435 Passivhus i tre. Eksempler på detaljer for varmeisolering og tetting [Internet]. mai. 2012 [cited 2015 Mar 13]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=4036>
46. Norge S. NS-EN 1995-1-1 Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. 2009.
47. Norge S. NS-EN 1991-1-1 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-1: Allmenne laster - Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger. 2008.
48. Boligvarme - Vannbåren varme [Internet]. [cited 2015 May 12]. Available from: <http://www.boligvarme.no/hva-er-vannb-ren-varme-/index.php>
49. Gulvvarme [Internet]. [cited 2015 May 12]. Available from: <http://www.boligvarme.no/hva-er-vannb-ren-varme-/gulvvarme.html>
50. Norge. NEI. No Title [Internet]. [cited 2015 Mar 9]. Available from: <http://www.fornybar.no/solenergi>
51. AS CSE. No Title [Internet]. [cited 2015 May 13]. Available from: http://www.catchsolar.no/pages/solenergi_fakta.php
52. Sintef B. 533.163 Solskjerming [Internet]. 2000. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&docNumber=533163>
53. Solskjemingsforbundet. Persiennner ute [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.solskjerming.no/13-generelt/solkjemingsprodukter/2-persiennner-ute.html>
54. Solskjemingsforbundet. Rullesjalusier [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.solskjerming.no/13-generelt/solkjemingsprodukter/10-rullesjalusier.html>
55. Solskjemingsforbundet. Markiser [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.solskjerming.no/13-generelt/solkjemingsprodukter/13-markiser.html>
56. EnerLogic | Consol [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.consol-solskjerming.no/produkter/vindusfilm/enerlogic/>
57. Glassfagkjeden. Solbeskyttende glass [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.glassfagkjeden.no/glass/solbeskyttende-glass>

58. Glass - NorDan [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.nordan.no/vindu/nordan-vinduer/glass>
59. Thomsen J. Inneklima i energieffektive boliger - en litteraturstudie. 2012;
60. Folkehelseinstituttet. Anbefalte faglige normer for inneklima. 2015.
61. Sintef B. 421.501 Temperaturforhold og lufthastighet. Betingelser for termisk komfort [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=193§ionId=2>
62. Klinski M, Berg TF, Maltha M, Mellegård S, Kristjansdottir T, Berge M, et al. Systematisering av erfaringer med passivhus – oppfølging. 2012.
63. Om Løvåshagen | Løvåshagen borettslag [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.lovashagen.no/om-lovashagen2/>
64. Klinski M, Berg TF, Maltha M, Mellegård S, Kristjansdottir T, Berge M, et al. Systematisering av erfaringer med passivhus – oppfølging. 2012.
65. Myhrerenga borettslag [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.myhrerenga.no/>
66. Passivhus Skøyen, Oslo | RATIO arkitekter as [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.ratioark.no/no/prosjekt/45>
67. Sintef B. 523.002 Yttervegger over terreng. Egenskaper og konstruksjonsprinsipper. Krav og anbefalinger [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=348>
68. Program støtte til energieffektive nybygg - Enova [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/program-stotte-til-energieffektive-nybygg/245/1664/>
69. Våre tilbud - Enova [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.enova.no/finansiering/privat/slik-stotter-vi-deg/vare-tilbud/904/0/>
70. Forskningsprosessen: Et veiledningshefte [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: http://www.holbergprisen.no/images/materiell/2008_skole_elevkompendium.pdf#page=14
71. Sintef B. 473.010 Generelt om passivhus. Valg og konsekvenser [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=4108§ionId=2>

72. Solenergi - FAQ - solfangere med effektiv utnyttelse av solens energi - Catch Solar Energy [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: http://www.catchsolar.no/pages/solenergi_qa_spmsvar.php
73. Solenergi - solfanger med optimal utnyttelse av solenergi - Catch Solar Energy [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: http://www.catchsolar.no/pages/solenergi_produkter_shx.php
74. Pelletskamin | Sør-Vest Biobrensel [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: <http://www.svbio.no/varme/pelletskamin>
75. 521.112 Golv på grunnen med ringmur. Varmeisolering, frostsikring og beregning av varmetap [Internet]. [cited 2015 May 19]. Available from: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=1541>
76. Solenergi - fordeler med optimal utnyttelse av solenergi - Catch Solar Energy [Internet]. [cited 2015 May 22]. Available from: http://www.catchsolar.no/pages/solenergi_fordeler.php
77. forbrukerrådet [Internet]. Available from: http://www.forbrukerradet.no/_attachment/1155527/binary/21968
78. Byggjekostnadsindeks for bustader - SSB [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://ssb.no/priser-og-prisindekser/statistikker/bkibol>
79. Multiconsult, Sintef. Kostnadsoptimalitet Energiregler i TEK. Oppdrag fra DiBK. 2012;
80. Pelletskamin | Sør-Vest Biobrensel [Internet]. [cited 2015 May 18]. Available from: <http://www.svbio.no/varme/pelletskamin>
81. Rolstadås A, Langlo JA, Johansen A, Olsson N. Praktisk prosjektledelse. 2014.
82. Norge S. NS 3454:2013 Livssyklus kostnader for byggverk. 2013.
83. Graddagstall - Enova [Internet]. [cited 2015 May 25]. Available from: <http://www.enova.no/radgivning/naring/kundenare-radgivere/bygningsnettverket/graddagstall/290/0/>
84. miljødepartementet K. Meld. St. 13 (2014-2015) [Internet]. regjeringen.no; 2015 [cited 2015 May 25]. Available from: <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld.-st.-13-2014-2015/id2394579/?docId=STM201420150013000DDDEPIS&ch=1&q=>
85. Slik fungerer strømmarkedet [Internet]. [cited 2015 May 25]. Available from: http://www.hafslund.no/strom/bedrift/slik_fungerer_strommarkedet/2063



VEDLEGG 1
FORPROSJEKTRAPPORT
18 sider

OPPDRAGSGIVER: AALESUND BOLIGKONSEPT	REFERANSE:
--------------------------------------	------------

<p>TITTEL:</p> <p style="text-align: center;">Bacheloroppgave IB 302812 2015</p> <p style="text-align: center;">Forprosjektrapport</p>	Dokument:
	Dok.: nr.:
	Dok.: type: Forprosjekt
	Dok. Tilgang:
	Dok.:status:
	Versjon nr.: 1
	Antall sider: 18
	Bibl. nr.:

STUDENTGRUPPE (NAVN/UNDERSKRIFT):	STUDIERETNING/KLASSE:
THEA SOFIE HOFF VEGSUND ELLING FLISTER LIV RANDI LIDARENDE	BYGG / KONSTRUKSJON
	DATO: 30.01.15

<p>PROSJEKTOPPGAVE</p> <p>UTFORME EN FUNKSJONELL TOMANNSBOLIG MED PASSIVHUSSTANDARD, SOM BÅDE OPPFYLLER TEKNISKE KRAV, KUNDENS ØNSKER OG BEHOV. FORDYPNING I PASSIVHUS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - HVILKE KRAV MÅ FØLGES FOR PROSJEKTERING AV EN TOMANNSBOLIG? - HVILKE HENSYN MÅ TAS I UTFORMINGEN AV EN BOLIG? - HVA BLIR KONSEKVENSENE DERSOM PASSIVHUS BLIR INNFØRT SOM STANDARD I BYGGTEKNISK FORSKRIFT? - HVA ER FORDELENE OG ULEMPENE MED PASSIVHUS?

EMNER:
<ul style="list-style-type: none"> - PROSJEKTERING - PASSIVHUS - ARCHICAD

Godkjent (sign/dato)	Veileder	Ekstern kontakt
4/2-2015	Max Dugan/MPH	

FORORD

Dette forprosjektet er et grunnlag for videre arbeid med bacheloroppgaven. Bacheloroppgaven har et omfang på 20 studiepoeng og er et avslutningsarbeid på ingeniørstudiet innenfor bygg, konstruksjon.

I dette forprosjektet har vi i fellesskap formet det vi mener er et spennende og utfordrende prosjekt. Det hele startet med tanken om å prosjektere en tomannsbolig. Vi følte at det ikke var utfordrende nok, derfor utviklet vi idéen til prosjektering av en tomannsbolig med bruk av passivhusstandard, samt å fordype oss mer i den teoretiske delen av passivhus. Vi tror dette er noe som politikerne i Norge vil satse på i fremtiden.

Vi vil takke Ståle Vegsund, Sigrid Flisnes Jelle, Kenneth Villarente Lindin og Rolf Solevåg i Murgårdhus som gav oss en kort innføring i innholdet av ulike faser i prosjektering av bolig. Samtidig vil vi takke veilederen vår på Høgskolen i Ålesund, Max Ingar Mørk, for god veiledning.

Dato/Sted:

2/2-15, ÅLESUND

Underskrift:

Thora H. Vegsund

Dato/Sted:

2/2-15, ÅLESUND

Underskrift:

Siv Randi Lidarinde

Dato/Sted:

3/2-15

Underskrift:

Elling Flister

1	INNHOLDSFORTEGNELSE	
1.1	Revisjonsoversikt	Side 4
1.2	Begreper	Side 4 og 5
1.3	Innledning	Side 6 og 7
2	PROSJEKT	
2.1	Prosjektgruppe	Side 7
2.1.1	Oppgaver for prosjektgruppen	Side 7
2.1.2	Oppgaver for prosjektleder	Side 8
2.1.3	Oppgaver for sekretær	Side 8
2.2	Styringsgruppe	
3	AVTALER	
3.1	Arbeidssted og ressurser	Side 8
3.2	Gruppenormer	Side 9
4	PROSJEKTBESKRIVELSE	
4.1	Målsetting	Side 9
4.1.1	Hovedmål 1	Side 9
4.1.2	Hovedmål 2	Side 10
4.2	Spesifikasjon	Side 10
4.3	Innformasjonsinnsamling	Side 10 og 11
4.4	Vurdering	Side 12
4.5	Hovedaktiviteter i videre arbeid	Side 13
4.6	Detaljbeskrivelse	Side 13 og 14
4.7	Framdriftsplan	Side 14
4.8	Intern kontroll	Side 15
5	DOKUMENTASJON	
5.1	Rapporter og tekniske dokumenter	Side 15 og 16
5.2	Framdriftsrapporter	Side 16
6	MØTER	
6.1	Møter med styringsgruppen	Side 17
6.2	Prosjektmøter	Side 17
7	PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	Side 17
8	UTSTYRSBEHOV	Side 18
9	REFERANSELISTE	Side 18

1.1 REVISJONSOVERSIKT

Revisjonsdato	Revisjonsnr	Tema	Godkjenning

1.2 BEGREPER

Byggforskserien – angir dokumenterte løsninger som kan benyttes for å tilfredstille funksjonskravene i byggt teknisk forskrift.

Kommunearealplan – en plan som viser sammenhengen mellom fremtidig samfunnsutvikling og arealbruk i kommunen. Planen skal angi hovedtrekkene i arealdisponeringen, rammer og betingelser for hvilke nye tiltak og ny arealbruk som settes i verk, samt viktige hensyn som må ivaretas.

NS – Norsk Standard. Dokument som beskriver standarder for viktige deler av et produkt, en tjeneste eller en arbeidsprosess. Standard Norge fastsetter og har opphavsretten til Norsk Standard.

NS-EN – Standard som er utviklet i Europa, og deretter fastsatt som Norsk Standard. Norge er som medlem av den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN, forpliktet til å implementere alle europeiske standarder og fastsette dem som Norsk Standard.

Passivhus – bygg som bruker lite energi til oppvarming sammenlignet med vanlige hus. Energibehovet reduseres gjennom passive tiltak, som ekstra isolasjon, ekstra god tetthet og varmegjenvinning.

PBL - Plan- og bygningsloven.

Reguleringsplan – en plan som fastsetter vilkårene for arealbruk og bebyggelse innenfor et nærmere avgrenset område. Den består av et kart med tilhørende bestemmelser.

Situasjonskart – et kartutsnitt, hvor offentlige rammebetingelser for plan- og byggesaksbehandlingen er tegnet inn.

Situasjonsplan – en oversiktsplan der de bygninger og anlegg det søkes byggetillatelse for, er tegnet inn og målsatt for å vise deres forhold til eksisterende omgivelser. Skal leveres inn sammen med byggesøknaden.

TEK10 – Byggteknisk forskrift. Beskriver tekniske krav til byggverk.

Tilgjengelig boenhet – Omfatter generelle krav til brukbarhet og sikkerhet, krav til tilgjengelighet for bevegelseshemmede.

1.3 INNLEDNING – SAMMENDRAG

I løpet av dette semesteret skal vi prosjektere en tomannsbolig, med de kravene som gjelder for passivhus. Vi skal også se nærmere på hva som skjer dersom passivhusstandarden blir grunnleggende for fremtidens boliger, og problematikken rundt dette.

Regjeringen la i stortingsmeldingen om norsk klimapolitikk [1] frem en handlingsplan for energieffektivisering, der målet er å redusere samlet energibruk vesentlig i byggsektoren innen 2020. Ett av tiltakene er at de vil skjerpe energikravene i byggt teknisk forskrift til passivhusnivå i 2015 og nesten nullenerginivå i 2020.

TEK15 lar fortsatt vente på seg. Vi vil se på konsekvensene av hva som skjer dersom disse kravene trer i kraft, og på fordeler og ulemper med passivhus. Vi vil først prosjektere en tomannsbolig, deretter fordype oss i passivhusproblematikken. Problemstillingen vår blir:

- Utforme en funksjonell tomannsbolig med passivhusstandard, som både oppfyller tekniske krav, og en kundes ønsker og behov. Fordypning i passivhus.
- Hvilke krav må følges for prosjektering av en tomannsbolig?
- Hvilke hensyn må tas i utformingen av en bolig?
- Hva er konsekvensene dersom passivhus blir innført som standard i byggt teknisk forskrift?
- Hva er fordelene og ulempene med passivhus?

Grunnen til at vi har valgt denne oppgaven er at vi gjennom den får fordype oss i to tema som vi synes er interessante og som vi vil lære mer om. Boligprosjektering er et felt vi vil bli bedre kjent med for å finne ut om det er et aktuelt område å jobbe innenfor etter endt utdanning. Valget falt på passivhus fordi det er et svært aktuelt tema, som det er mange diskusjoner og meninger rundt. Vi vil være forberdt på den nye tekniske forskriften som kommer, og forhåpentligvis få god nytte av det i arbeidslivet fremover. Opprinnelig hadde vi en avtale om å prosjektere for Murgaardhus AS. Dette var et spennende firma, som prosjekterer hus i både mur og tre. En uke før prosjektet skulle begynne, fikk vi beskjed om at firmaet dessverre hadde slått seg konkurs. Siden det var så tett opp mot prosjektstart og fordi vi ikke ville legge fra oss oppgaven vi hadde utarbeidet, bestemte vi oss for å ta utfordringen og fortsette som planlagt uten dem.

Vi tror at hovedutfordringen vår blir å sortere aktuell litteratur, og klare å avgrense oppgaven. Det er et stort tema, og vi må akseptere at vi ikke kan skrive om alt. De

største truslene vil være for lite tid beregnet på aktivitetene, sykdom i gruppen eller mangelfull veiledning fra en arbeidsgiver.

Vi vil fokusere på en kontinuerlig arbeidsprosess og effektivitet i arbeidet. Den største suksessfaktoren vår vil være interesse for oppgaven og lysten til å øke kompetansen vår mest mulig.

2 PROSJEKT

2.1 Prosjektgruppe

Navn	Adresse	Post nr	Mobil	e-post
Thea S. H. Vegsund	Borgundvegen 295 B	6008 Ålesund	41616284	Thea_hoff@hotmail.com
Liv Randi Lidarende	Nørvegjerdet 2B	6009 Ålesund	98846468	Llidarende@hotmail.com
Elling Flister	Lerstadtoppen 45	6014 Ålesund	92062731	Elling_flister@hotmail.com

2.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen

- Bevisst holde seg innenfor oppgavens rammer
- Holde framdriftsplanen
- Notere referanser fortløpende
- Skrive logg
- Ha god kommunikasjon

Planen er å rullere på å være prosjektleder og sekretær. På denne måten vil vi unngå at én person sitter med ansvaret hele veien, eller at det blir urettferdig fordeling av arbeidet.

2.1.2 Oppgaver for prosjektleder

- Innkalle til møter
- Lede prosjektmøter
- Ajourføring av fremdriftsplan
- Fordele oppgaver
- Tilrettelegge for effektivt arbeid

2.1.3 Oppgaver for sekretær

- Skrive framdriftsrapport hver 14.dag
- Skrive referat ved møter
- Samle og sortere papir i en perm
- Kontrollere at alle husker å skrive logg

2.2 Styringsgruppe

Høgskolen i Ålesund: Max Ingar Mørk, Førstemanuensis

Mobil: 95185921

E-post: maim@hials.no

3 AVTALER

3.1 Arbeidssted og ressurser

Tilgang til arbeidsplass:

- Fast arbeidsplass på betonglaben på Høgskolen i Ålesund
- Eventuelt bibliotek og grupperom

Tilgang til ressurser:

- Biblioteket på høgskolen
- Internett

Tilgang til personer:

- Max Ingar Mørk, veileder

- Lærere på høgskolen.
- Eventuelt andre fagpersoner

3.2 Gruppenormer

- Holde avtaler når det gjelder møtetidspunkt, avsatt tid og ferdigstilling av individuelle oppgaver.
- Ha en åpen og ærlig kommunikasjon, der konstruktiv kritikk er tillatt.
- Alle må ha samme høye kvalitet til form og innhold.
- Ambisjonsnivået man har satt seg må vise igjen på innsatsen til samtlige.
- Beslutninger blir tatt i fellesskap. Om uenighet dukker opp, rådfører man seg med veilederen for prosjektet.
- Ha belønninger for å nå milepælene som en ekstra motivasjon.

4 PROSJEKTBEKRIVELSE

4.1 Målsetting

Prosessmål:

- ✓ Øving i å organisere og lede en prosjektgruppe.
- ✓ Få trening på å arbeide i gruppe med forskjellige individ, over lengre tid.
- ✓ Lære seg nytt dataverktøy
- ✓ Bedre økonomisk forståelse
- ✓ Lære å finne fram til riktig kunnskap
- ✓ Læring om rapportskrivning

4.1.1 Hovedmål 1: Prosjektene en tomannsbolig med passivhusstandard.

Resultatmål:

- ✓ Produsere et skisseprosjekt av en tomannsbolig etter kundens ønsker, samtidig som lover, forskrifter og passivhusstandardene må tilfredstilles.
- ✓ Bolig med en kreativ løsning, god funksjonalitet og arkitektonisk uttrykk.
- ✓ God utnyttelse av tomten

Effektmål:

- ✓ Økt kompetanse innenfor prosjektering som kan brukes videre i arbeidslivet.
- ✓ Energibesparing

- ✓ Reduserte kostnader ved videre bruk av tegninger
- ✓ Økonomisk innsikt.

4.1.2 Hovedmål 2: Faglig fordypning i passivhus.

Resultatmål:

- ✓ Dokumentasjon og utforsking innen passivhus
- ✓ Finne fram til kreative problemløsninger og innovative prosesser innenfor energibesparing

Effektmål:

- ✓ En aktuell rapport for formidling av kunnskap og videre bruk
- ✓ Økt kompetanse som vi kan bruke videre i arbeidslivet
- ✓ Oppnå en rapport som er fremtidsrettet
- ✓ Økt bevissthet rundt passivhus

4.2 Spesifikasjon

Avgjørelsene man tar i prosjekteringen vil grovt sett bli bestemt ut fra å tilfredstille lover og forskrifter, samt kundens ønsker. Eksempelvis kan dette være å bestemme tomteplassing og planløsning. De økonomiske rammene vil kunden kunne påvirke innenfor visse grenser.

Å følge Norsk Standard vil forme bygget og sikre kvaliteten i prosjekteringen. Preaksepterte løsninger fra Sintef vil også være føringer for løsningene som blir valgt. Siden vi har valgt å fokusere mye på passivhus i oppgaven vil NS3700, som inneholder kriterier for passivhus og lavenergihus, være en viktig kilde for prosjektet.

4.3 Informasjonsinnsamling

Aktuell litteratur og dokumenter:

- ✓ Offentlig informasjon:
 - Tomtekart
 - Kvotehøyder
 - Reguleringsplan
 - Kommunearealplan
 - Vann- og avløpsplan

- ✓ Bøker:
 - Prosjektering av passivhus, Lavenergi programmet
 - Trehus, SINTEF Byggforsk
 - Gretes Hus, ArchiCad lærebok
 - Prosjektstyring, Roger Brustad og Ivar Jarle
 - Praktisk rapportskriving, Nils Olsson
 - Praktisk Prosjektledelse, Rolstadås, Olsson

- ✓ Krav fra tiltakshaver:
 - Utforming av boligene
 - Budsjett
 - Behov

- ✓ Byggforsksblad:
 - 330.205 – Krav til tilgjengelighet i boligbygninger
 - 361.215 – Sanitærutstyr og plassbehov

- ✓ Norsk Standard:
 - NS3031 – Beregning av bygningers energiytelse, metode og data
 - NS3700 – Kriterier for passivhus og lavenergihus
 - NS-EN 13829 – Bygningens termiske egenskaper – Bestemmelse av bygningers luftlekkasje
 - NS-EN 15242 – Ventilasjon i bygninger

- ✓ Rapporter:
 - Stortingsmelding 28 (2011/2012)
 - Bygg for fremtiden (2009/2012)
 - Arnstadrapporten

Vil sikre oss videre informasjon om prosjektet ved bruk av:

- ✓ Biblioteket, bibsys
- ✓ Bøker
- ✓ Tidligere prosjekt
- ✓ Interenett
- ✓ Informasjon fra kunden

- ✓ Andre aktuelle fagpersoner
- ✓ Artikler
- ✓ Konferanserapporter

4.4 Vurdering

Etter nøye vurdering av hva oppgaven skal innholde har vi avgrenset oss til de temaene vi vil fordype oss i. Avgrensningen av temaer gjør at oppgaven er realistisk å gjennomføre innenfor tidsrommet vi har tilgjengelig.

Underveis i forprosjektet har det skjedd uforutsette ting som gjør at vi ikke har noen oppdragsgiver å støtte oss på lengre. Hvilket betyr at vi heller ikke har de tilgjengelige ressursene og personene som ville vært betydlige hjelpemidler i denne prosessen vi skal gjennom. Dette blir en ekstra utfordring for oss og gjør prosjektet noe mer usikkert enn det opprinnelig var.

Mangel på erfaring kan føre til avvik fra fremdriftsplanen. Disse avvikene må man avgrense for at aktivitetene skal gå som planlagt. Murgaardhus som veileder kunne vært til stor hjelp for å rettlede oss til å lage en realistisk fremdriftsplan. Fremdriftsplanen vil bli justert etter hvert som vi ser hvor lang tid de ulike aktivitetene tar.

Andre trusler for fremgangen av prosjektet kan være at det oppstår mangel på tid og ressurser. For eksempel at noen av de involverte i oppgaven blir utsatt for sykdom eller lignende som gjør at de ikke kan bidra som planlagt. Eventuelt kan vi ha tatt på oss for mye arbeid som gjør at vi ikke kommer i mål ved planlagt prosjektslutt. -Eller at avtaler blir brutt, enten mellom oss i gruppen eller med kunden vi prosjekterer for.

Suksesskriterier for prosjektet vårt vil være at vi har nok innsikt og forståelse for prosjektering, til at gjennomføringen av aktivitetene går som planlagt i henhold til fremdriftsplan. Kommunikasjonen innad i gruppen blir essensiell for å nå målsetningene. For å oppnå suksess, er det nødvendig at aktivitetene i oppgaven generelt blir varierte og effektiviserte. Det er viktig og sette av nok tid til å prøve ut forskjellige løsninger, for deretter å velge ut den beste og begrunne valget.

4.5 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Nr	Hovedaktivitet	Ansvar	Tid/omfang i timer
A1	Forprosjektrapport	Elling	300
A2	Tomtebefaring	Liv Randi	70
A3	Prosjekteringsgrunnlag	Thea	300
A4	Utforming	Elling	300
A5	Passivhus teori	Liv Randi	260
A6	Archicad	Thea	230
A7	Avsluttende fase	Elling	340
AT	Totalt timeantall		1800

Vi planlegger å sitte fulle arbeidsdager, med unntak av forelesningsdagene.

Dersom det er avvik i fremdriftsplanen har vi satt av helger og påsken til tids margin.

4.6 Detaljbeskrivelse

Aktivitet 1.1 «Befaring»: Befaring til tomten i Langevågen som skal prosjekteres for. Forholdene skal vurderes og fotograferes. Etterpå blir det kundemøte med tiltakshaver.

Aktivitet 1.2 «Befaringsrapport»: Skrive en rapport om tomteforholdene.

Aktivitet 2.1 «Tekniske krav»: Finne tak i alle tekniske krav vi må ta hensyn til i prosjektering av tomannsbolig etter passivhusstandarden.

Aktivitet 2.2 «Annen litteratur»: Se etter teori i bøker, artikler, m.m.

Aktivitet 3.1 «Idéfase»: Lage kreative forslag om hvordan utformingen og plasseringen av tomannsboligen kan se ut.

Aktivitet 3.2 «Skissefase»: Bruke idéene til å forme en løsning, og skissere den.

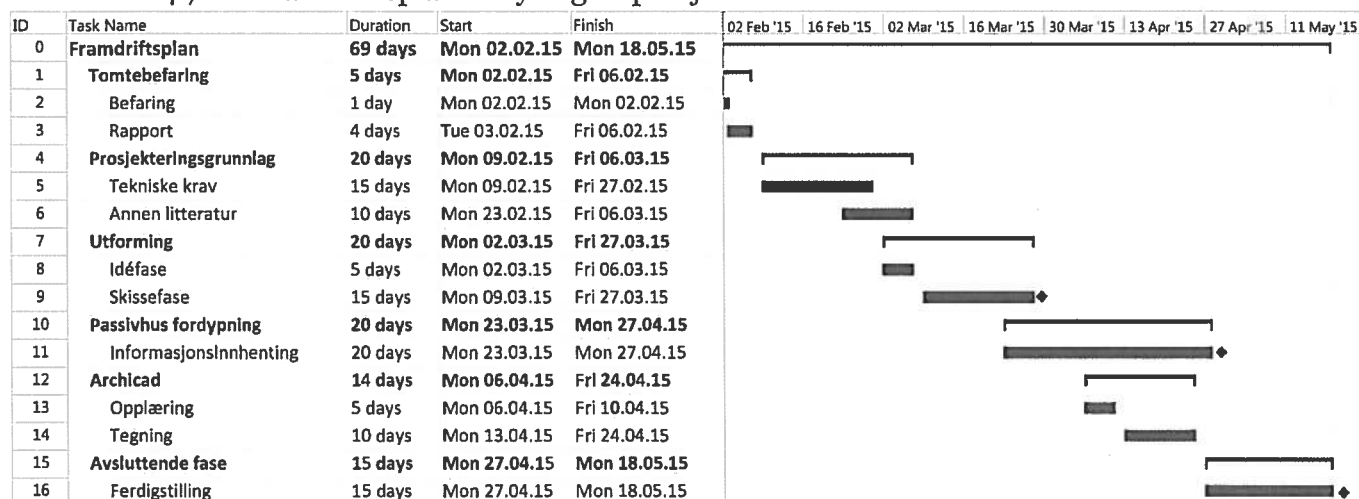
Aktivitet 4.1 «Informasjonsinnhenting»: Finne diskusjoner, dokumentasjon og forskning på passivhus

Aktivitet 5.1 «Opplæring»: Lære seg å tegne i Archicad

Aktivitet 5.2 «Tegning»: Produsere tegninger av tomannsboligens plassering, fasader, plan, m.m.

Aktivitet 6.2 «Ferdigstillelse» Samle trådene for oppgaven. Skrive ferdig rapporten for oppgaven med bla.a diskusjon og konklusjon.

4.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet



4.8 Intern kontroll – evaluering

I slutten av hver uke vil vi ha interne møter hvor vi evaluerer det nåværende stadiet i prosjektet. Møtet er for å påse at vi har kontroll i forhold til fremdriftsplan og kvalitetssikring. Dersom det oppstår avvik, vurderer vi tiltak for å komme tilbake på riktig spor.

Gruppelederen vil ha et hovedansvar for oppfølging av fremdriften. Arbeidsoppgaven går derfor ut på å kontrollere det individuelle arbeidet til gruppen og godkjenne det. Veiledningsmøter hver 14. dag vil også være en vurdering av at vi er på riktig kurs i prosjektet.

Kriteriene som må være oppfylt for å nå et delmål eller mål, er når det er enighet hos samtlige i gruppen om ferdigstilte løsninger. Alle valgte løsninger må bevises og begrunnes. I tillegg må veileder godkjenne arbeidet.

5 DOKUMENTASJON

5.1 Rapporter og tekniske dokumenter

- ✓ Inviduell logg skal føres hver arbeidsdag.
- ✓ Framdriftsrapport
- ✓ Befaringsrapport og kundemøte:
 - Dato, sted, hvem var tilstede
 - Utført arbeid
 - Status av området
 - Areal
 - Planstatus
 - Reguleringsformål
 - Utnyttelsesgrad
 - Mønehøyde
 - Gesimshøyde

- Typetak/takvinkel
- Plassering
- Reguleringsplan
- Ønsker fra tiltakshaver
- Utforming på tomten
- Bilder fra tomten

- ✓ Skissetegninger som skal utarbeides:
 - Plantegninger
 - Fasader
 - Snitt
 - Situasjonsplan
 - Perspektiv
 - Eventuelt nødvendige detaljer

- ✓ Energiberegning dokumentasjon

- ✓ Sjekkliste for prosjekteringskontroll av 1:100 tegninger

5.2 Framdriftsrapporter

Framdriftsrapport blir utført hver 14. dag og levert til veileder på høghskolen.

Vi skriver logg daglig for det arbeidet vi gjør. Loggen blir grunnlag for fremdriftsrapporten vi skriver.

Fremdriftsrapporten leveres til veileder disse datoene:

- ✓ 13. og 27. februar
- ✓ 13. og 27. mars
- ✓ 10. og 24. april
- ✓ 9. (og 23.) mai

6 PLANLAGTE MØTER

6.1 Møter med styringsgruppen

Møte med veileder fra høgskolen i utgangspunktet hver 14.dag eller etter behov.

Foreløpige møtedatoer:

- ✓ 16. februar
- ✓ 2., 16. og 30. mars
- ✓ 13. og 27. april
- ✓ 11.mai

6.2 Prosjektmøter

Møte etter behov for å samkjøre og få tilbakemelding på det man har gjort.

Møte i slutten av hver uke, for å passe på at man klarer å følge framdriftsplanen.

7. PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Det er prosjektlederen som har hovedansvaret for å følge med på framdriftsplanen. Dersom det blir avvik skal gruppen sette seg ned og se på alternativene for å finne en løsning.

Det skal holdes internmøte i slutten av hver uke for å passe på at framdriften går som planlagt. Om det oppstår et avvik mellom planen og utført arbeid, oppdages det tidlig. Det blir da mindre sannsynlig at det påvirker prosjektets helhet. Vi har flere alternativer dersom det oppstår avvik, avhengig av omfanget:

Justere framdriftsplanen.

Legge ned ekstra arbeidstimer.

Redusere omfanget av oppgaven.

Rådføre med veileder

8 UTSTYRSBEHOV

Programvare som gruppen selv anskaffer:

Graphisoft, ArchiCad 18

Microsoft Office, Word 2013

Microsoft Office, Exel 2013

Microsoft Office, Project 2013

Adobe Acrobat

Utstyr som gruppen selv anskaffer:

Kamera

Datamaskin

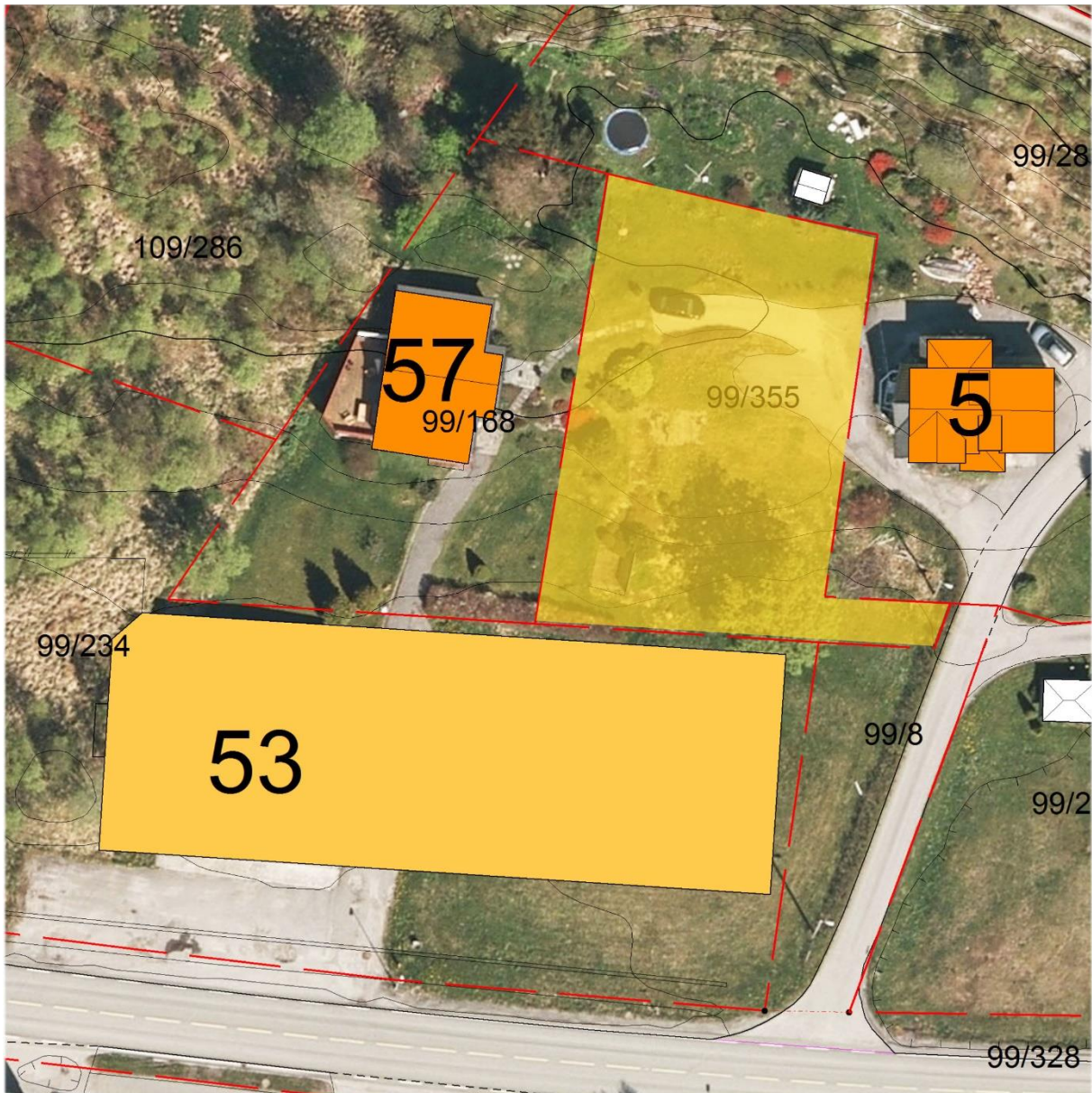
9 REFERANSELISTE

- [1] Melding til Stortinget, "Meld. St. 21 (2011–2012): Norsk Klimapolitikk," vol.21, 2012.



VEDLEGG 2
BEFARINGSRAPPORT
8 sider

RAPPORT ETTER BEFARING, LANGEVÅGEN, 03.02.2015



Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept

Byggeadresse: Djupdalsbrauta

Gnr / bnr: 99/355

Kommune: Sula

RAPPORT ETTER BEFARING

Dato, sted: 03.02.2015, Langevågen

Tilstede: Thea Sofie Hoff Vegsund, Elling Flister og Liv Randi Lidarende

Utført arbeid: Tomtebefaring, kundemøte med registrering av romprogram og utforming av bolig.

STATUS AV OMRÅDET

Areal: 952,2 m²

Planstatus: Stedfestet reguleringsplan: «Langevåg nord 1» plan, 10.12.1982

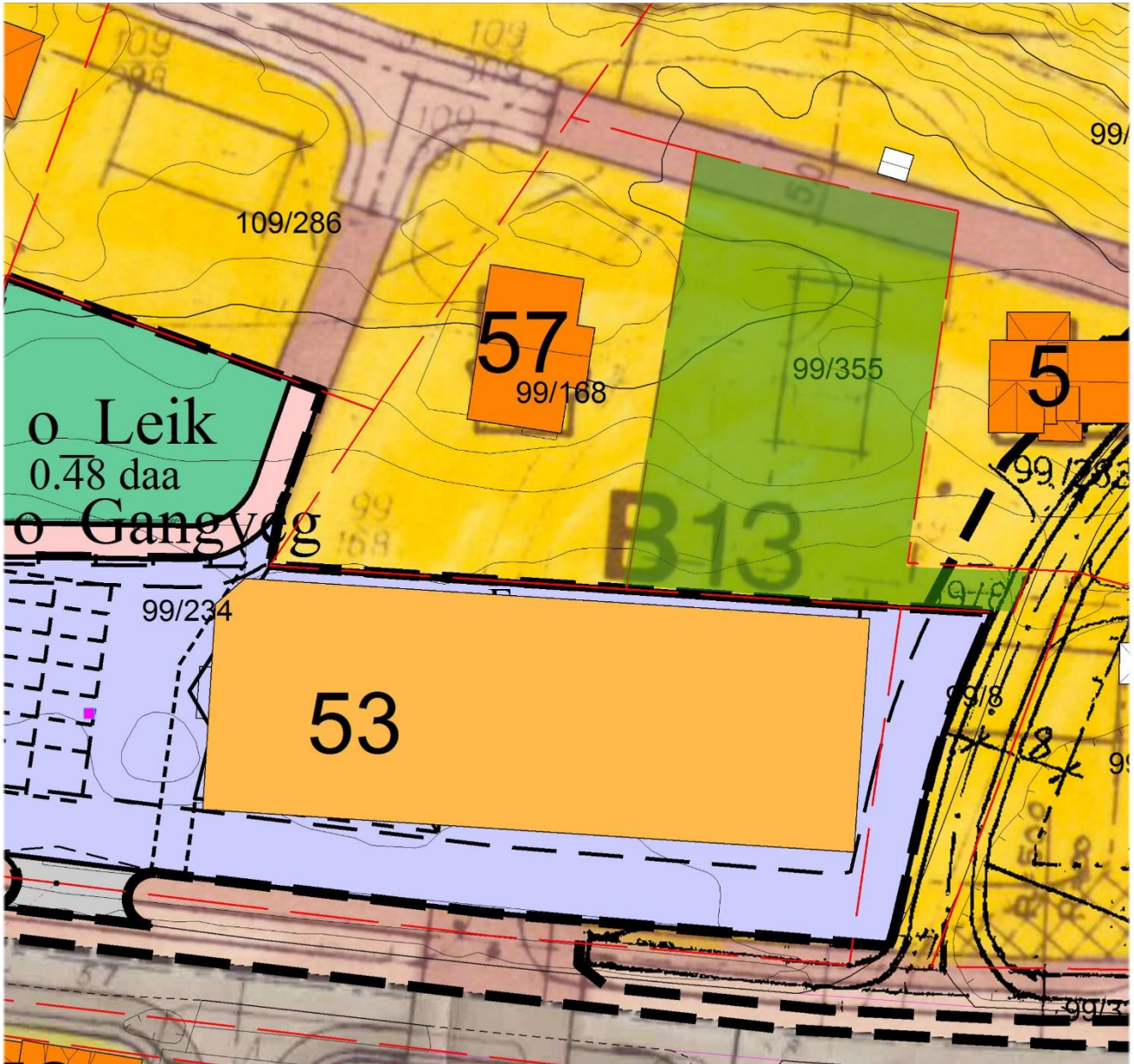
Reguleringsformål: Tomten er regulert til byggeområde – «Byggeområde for konsentrert busetnad». I området kan det oppføres bolighus i inntil 2 etasjer med tilhørende garasje. Det skal avsettes plass for minst 1 overdekt bilplass (garasje plass), pluss 1/2 biloppstillingsplass per boenhet.

Utnyttelsesgrad: 15-25%

Mønehøyde: Maks mønehøyde er ikke oppgitt i reguleringsbestemmelsene, da gjelder bestemmelsene fra plan- og bygningsloven § 29-4; maks mønehøyde til 8,0 m.

Gesimshøyde: Maks gesimshøyde er ikke oppgitt i reguleringsbestemmelsene, da gjelder bestemmelsene fra plan- og bygningsloven § 29-4; maks gesimshøyde til 9,0 m.

Typetak/takvinkel: Ingen krav i bestemmelsene.



Utsnitt fra reguleringsplan som viser aktuell tomt. Det viser også området som er regulert for lek.

TOMTEN

Området består mest av eneboliger, men det har nylig blitt bygget en Kiwi-butikk på sørsiden av tomten. Selv om Kiwi-bygget er relativt høyt, ligger det på en lavere kvote enn den tenkte boligen, og kommer ikke til å være et problem. Avkjørselen til tomten er eksisterende og avkjørselsrett er gitt. Mot nord og nordvest er det et lite skogområde og fjell.

UTFORMING

Tiltakshaver ønsker en vertikaldelt tomannsbolig med pulttak. Bygget skal ha et moderne arkitektonisk uttrykk.

Kunden ønsker gode løsninger som utnytter solforholdene på tomten, og helst en stor terrasse som får ettermiddagssolen.

Boenhetene skal være utformet som tilgjengelig bolig.

Ønsker en carport/garasje for hver boenhet.

ROMPROGRAM

Hovedplan, 1.etg: Stue, kjøkken, bad, innvendig bod/teknisk rom, ett soverom. Uteplass, eventuelt med platting. Skal være tilgjengelig boenhet.

2.etg: 3 soverom, bad, vaskerom. (evt. loftstue om mulig)

DISPENSASJON FRA REGULERINGSBESTEMMELSENE/PLAN

Det anbefales en forhåndskonferanse med Sula kommune for å få avklaring angående:

Utnyttelsesgrad: Reguleringsbestemmelsene for dette området er fra 1982. Da gjelder byggeforskrift 1969 og NS 3940. Kapittel 25 i byggeforskriften 1969 definerer utnyttingsgraden slik: «*Forholdet mellom brutto gulvareal i bebyggelse og brutto grunnareal inklusive halvparten av tilstøtende veg, bane, plass, parkvann eller elv, maksimalt 10 m*». Utnyttingsgraden skal ligge mellom $U = 0.15$ og $U = 0.25$. Hvordan skal dette tolkes i forhold til dagen BRA krav som er i prosent. Vil søke dispensasjon for grad av utnyttelse.

BILDER



Bilde tatt fra nabohuset. Mot Nordøst



Bilde mot nord.



Bilde mot nord.



Bilde mot sørøst



Bilde mot Sør



Bilde mot vest



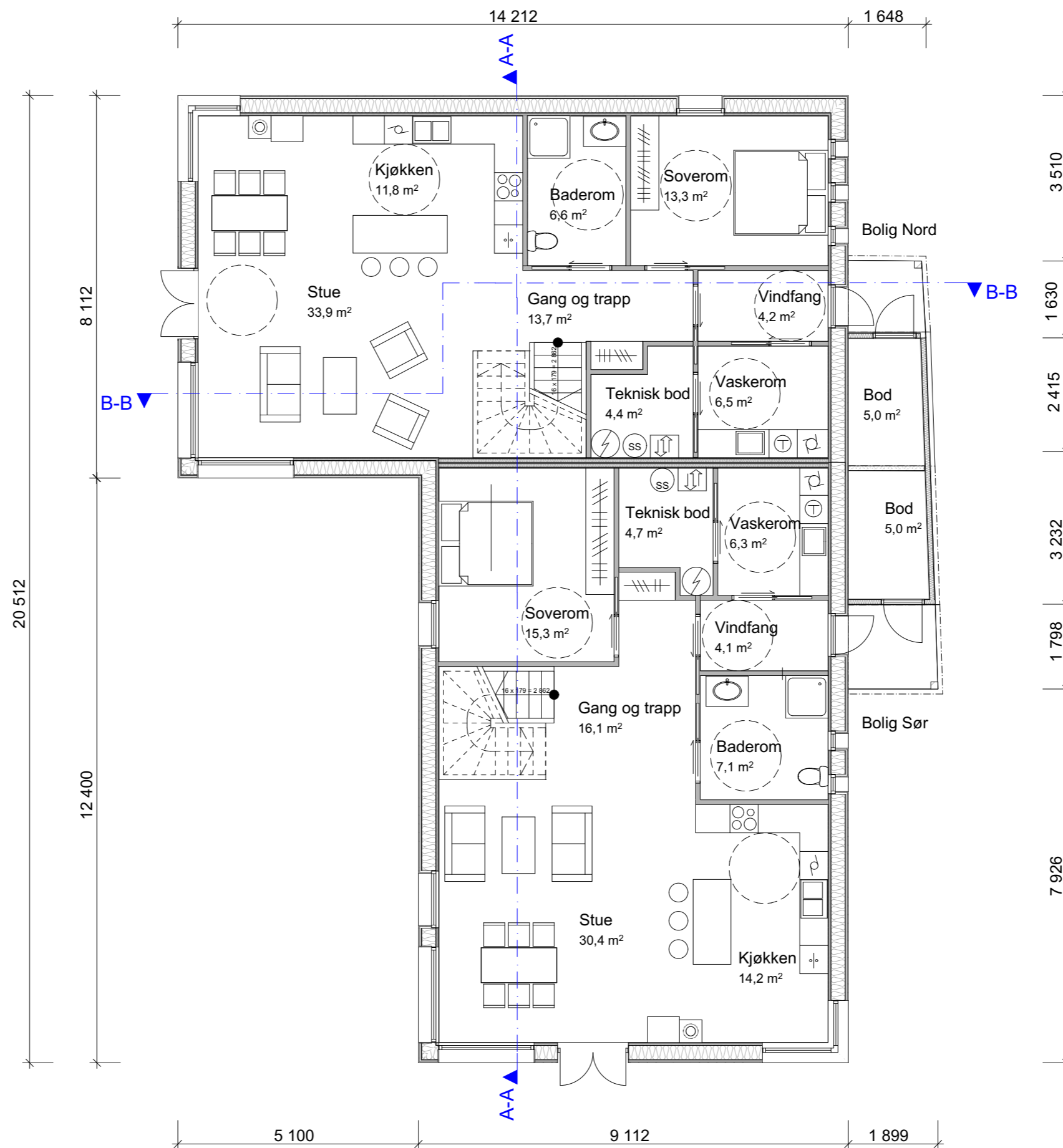
Bilde tatt med drone fra sørvest



Bilde tatt med drone fra øst



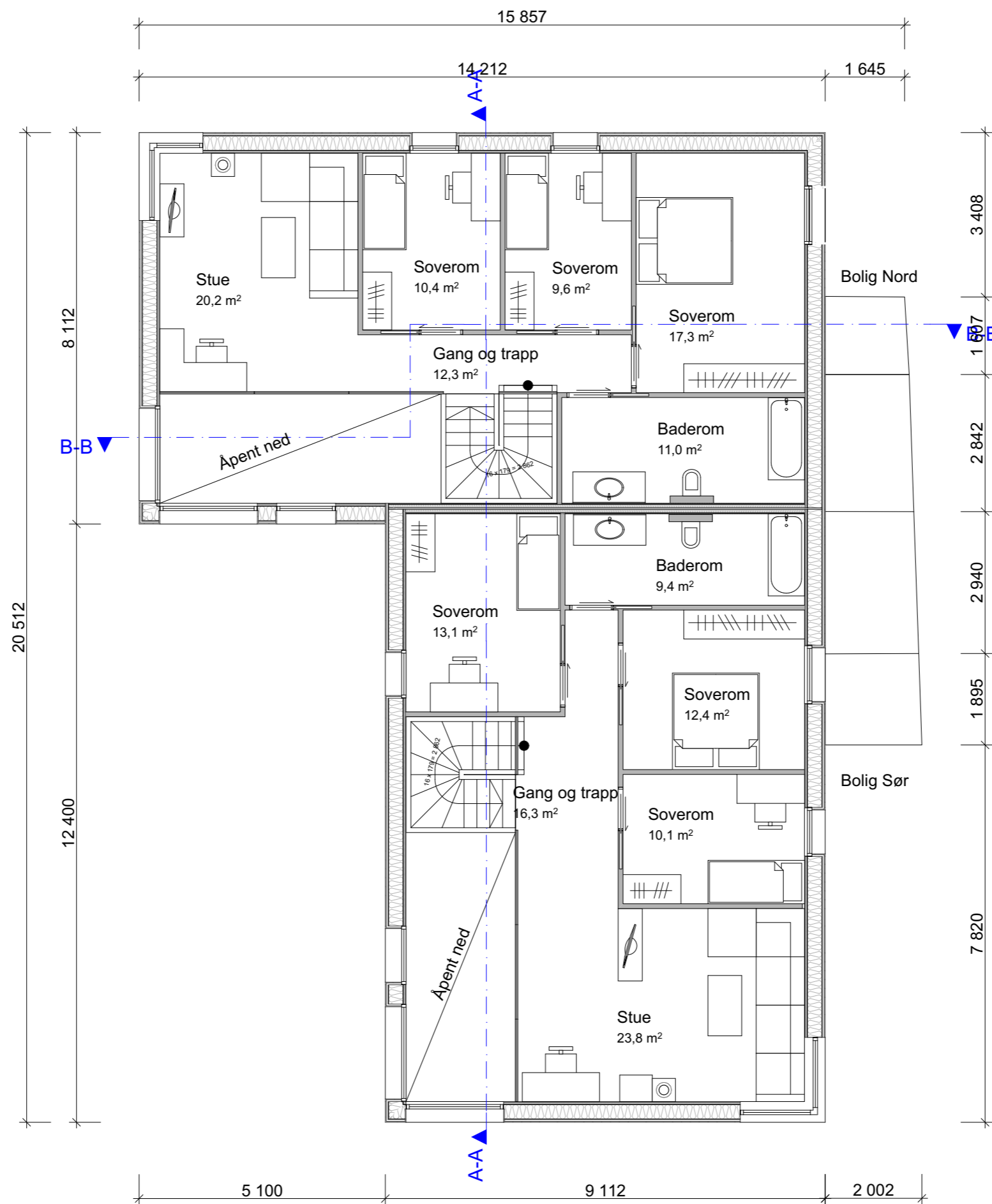
VEDLEGG 3
TEGNINGER
12 sider



Plan 1. Etasje

BYA - 300.14 m²
 BRA - Leilighet Nord, 104.3 m²
 BRA - Leilighet Sør, 108.6 m²
 BRA - Parkering, 55 m²

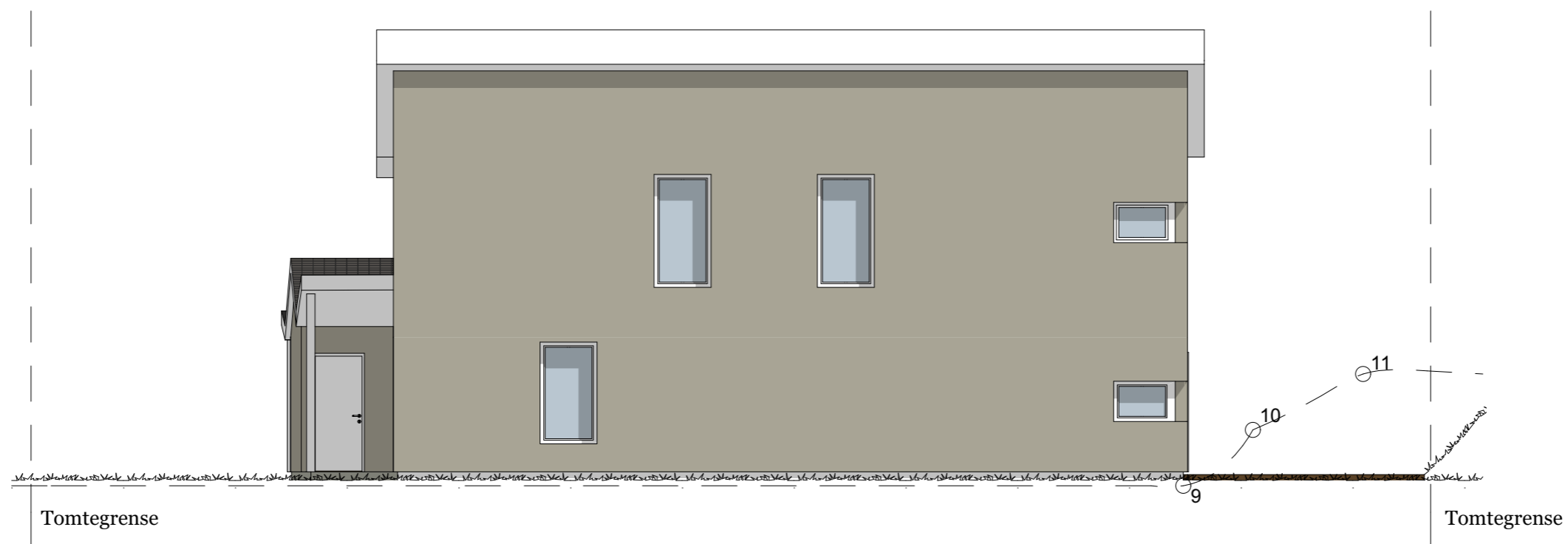
KREMMERHUS AS	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Plan 1. Etasje	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 1.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:500	Rev.



Plan 2. Etasje

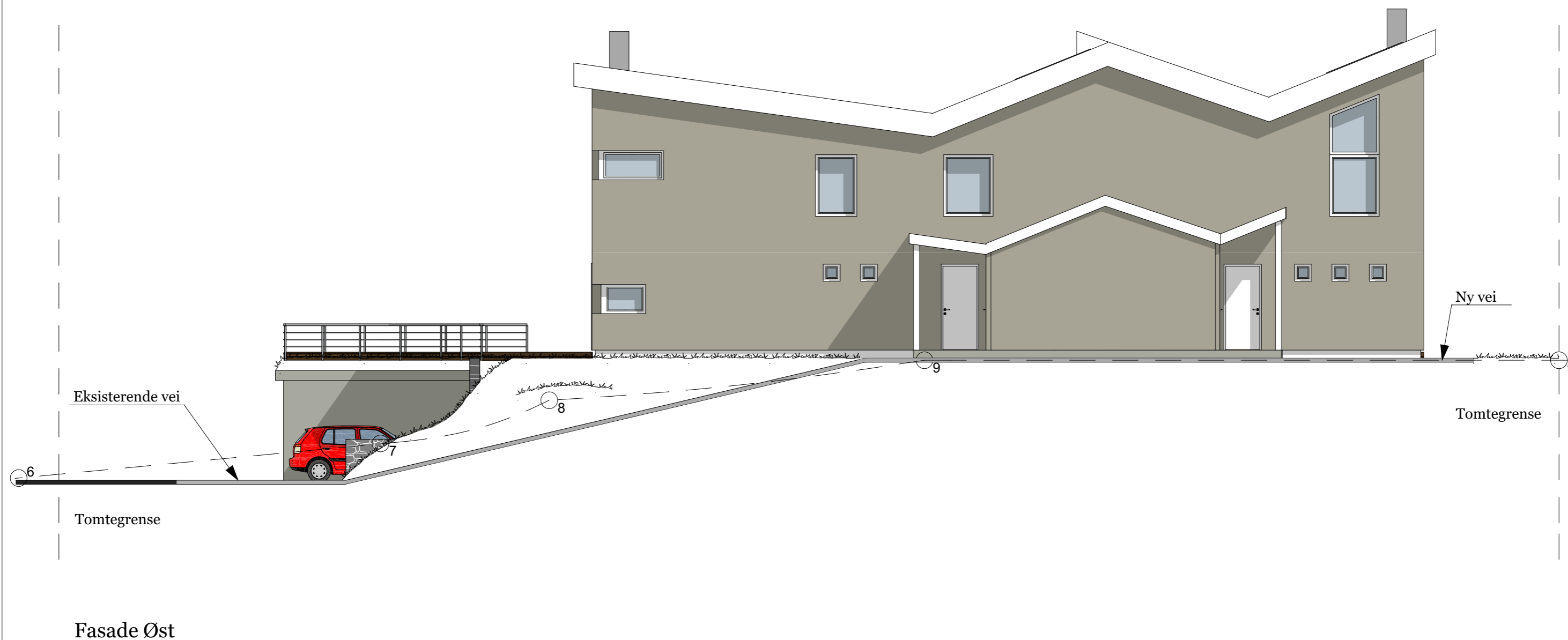
BRA - Leilighet Nord, 96.8 m²
BRA - Leilighet Sør, 100.5 m²

KREMMERHUS AS	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Plan 2. Etasje	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 2.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:500	Rev.



Fasade Nord

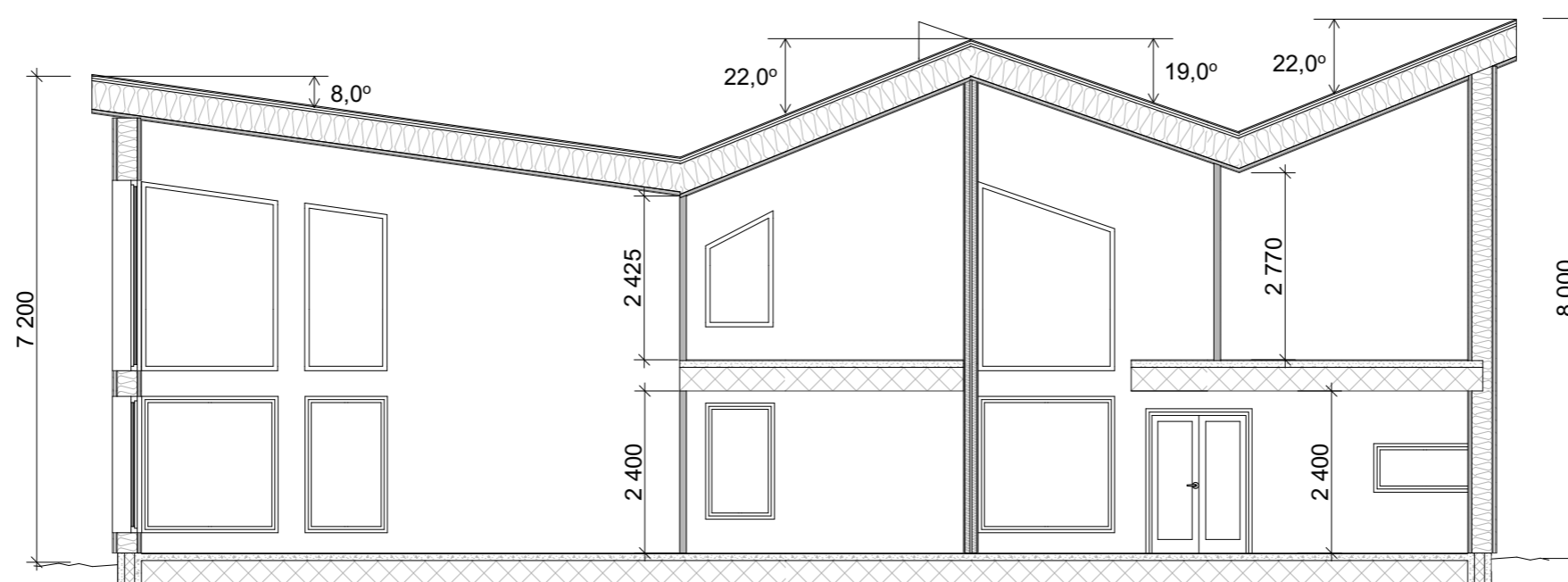
<u>KREMMERHUS AS</u>	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Fasade Nord	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 3.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:100	Rev.



<u>KREMMERHUS AS</u>	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Fasade Øst	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 4.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:100	Rev.

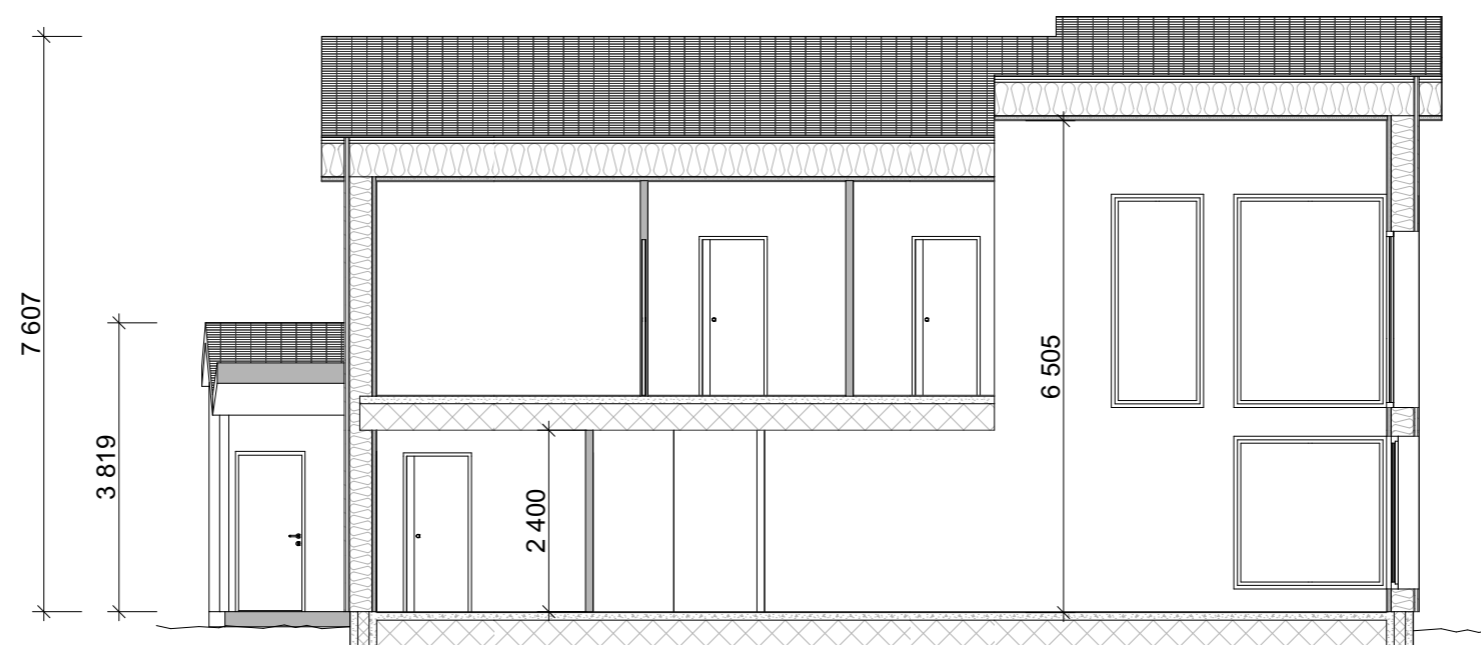


<u>KREMMERHUS AS</u>	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Fasade Sør	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 5-15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:100	Rev.



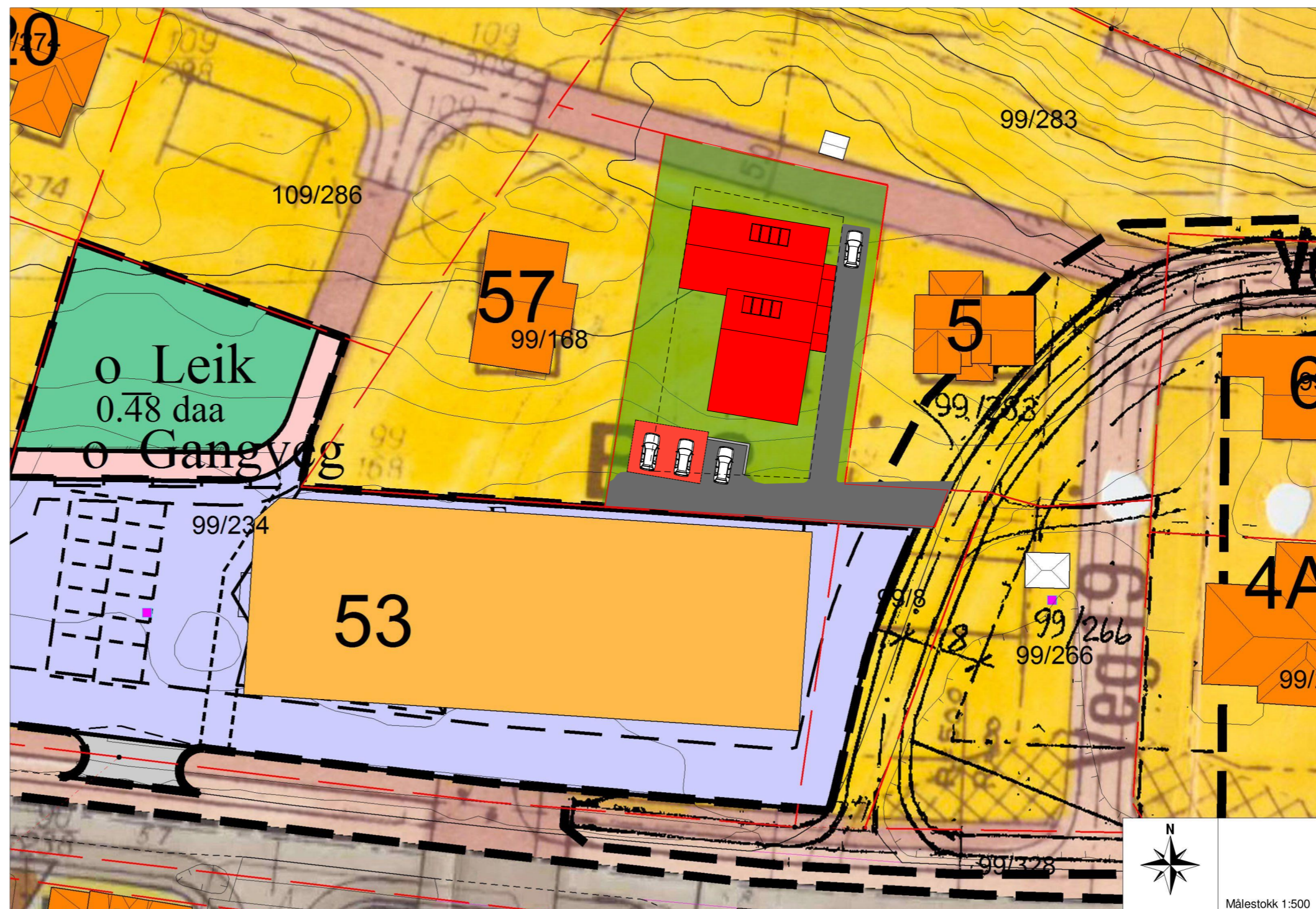
Snitt A-A

KREMMERHUS AS	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Snitt A-A	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 7.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:500	Rev.



Snitt B-B

KREMMERHUS AS	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Snitt B-B	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 8.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:500	Rev.



$$\text{BYA} = \frac{300.14 \times 100}{952.2} = 31.5\%$$

KREMMERHUS AS	Tiltakshaver: Aalesund Boligkonsept	Gnr/Bnr: Sula 99/355	Tittel: Situasjonsskart	Rev:	Revisjon gjelder	Tegn	Dato	Ansv. PRO TSHV	Ansv. KPR EF	Dato 24.04.2015	Tegn.nr. 9.15
	Byggeadresse: Djupdalsbrauta	Tiltakets art: Tomannsbolig	Status: Byggemelding					Tegnet av TSHV	Kontr. av EF	Målestokk 1:500	Rev.











VEDLEGG 4
SJEKKLISTE FOR KONTROLL
3 sider

SJEKKLISTE FOR PROSJEKTERINGSKONTROLL 1:100

PROSJEKTNUMMER:

Tegningsdato:

24.4. 2014 2015

FORHANDLER: KREMMERHUS AS

Operatør/egenkontroll: TBW

Kont.dato: 10.15.2014 2015

TILTAKSHAVER: AALESUND BOLIGKONSEPT

Sidekontroll: EF

Kont.dato: 18.5.2014 2015

FORKORTELSER I BRUK: OK kontrollert og funnet i orden

- ikke aktuelt i denne sak

F feil funnet

KONTROLLPUNKT	GRUNNLAG KRAV	O.KONT	S.KONT	MERKNADER	RET.DATO/SIGN
TITTELFELT					
Navn og adresse korrekt skrevet	NORM	ok	ok		
Sak, prosjektnummer og tittel påført	NORM	ok	ok		
Revisjon bokstav og revisjon dato påført	NORM	ok	ok		
YTRE RAMMER					
Areal kontroll BTA, BRA, BYA	NORM	ok			
Utforming i samsvar med Reguleringsbestemmelser	NORM	ok	ok		
Mønehøyde, gesimshøyde og avstand kontrollert	TEK 10-6	ok	ok		
Etasjetall i samsvar med reguleringsbestemmelser	TEK 10 §5-6	ok	ok		
Minste uteoppholdsareal ivaretatt (MUA)	TEK 10 §5-6	ok	ok		
Særlige krav i forhåndskonferanse eller vedtak ivaretatt	NORM	-	-		
Brannkrav påført hvis avstand til nabohus < 8m	TEK 10-11	-	-		
Areal for bta, bra påført hvert plan	NORM	ok	ok		
Areal for BYA påført	NORM	ok	ok		
TILGJENGELIG HET					
Tilgjengelig boenhet aktuelt?	TEK 10- § 12-2	ok	ok		
Snusirkler inntegnet hvis TB samt avstander ved dører	TEK 10- § 12-3	ok	ok		
Trinnfri adkomst hovedinngang ivaretatt	TEK 10-§12-4	ok	ok		
Krav til heis eller løfteplattform	TEK 10-§12-3	-	-		
BRANN OG RØMNING					
Fluktruter og rømningsforhold vurdert	TEK 10-11	ok	ok		
Brannskille mot naboel. og garasje er løst (plan)	TEK 10-11	ok	ok		
Rømning via kjellervindu ivaretatt	TEK 10-11	-	-		
Rømning fra loft ivaretatt	TEK 10-11	-	-		
Evt. hybel egen branncelle	TEK 10 §11-8	-	-		
Sluse mellom garasje og boligdel	NORM	-	-		
BÆRESYSTEM					
Beresystem gjennomgått og vist på tegning	TEK 10-§10-1,2	-	-		
Avstand/lengde støttemur mot jortrykk u.etg	NORM	-	-		
Spenn mellom bærevegger ikke for store	NORM	-	-		
Avstander mellom vindu i murhus tilpasset blokk	NORM	-	-		
Tilstrekkelig opplagring ved punktlast	TEK 10-§101,2	-	-		
Innvendig opplegg for plank ved karnapp	TEK 10-§101,2	-	-		
Dragere og søylepunkt vist	NORM	-	-		
Dragere opplagret på lydvegg unngås'	TEK 10-§13-6	-	?		
PLANLØSNING OG INNVENDIGE HØYDER					
Vurdering av planløsning utført	TEK § 10	ok	ok		
Inntrinn trapp>0,25m, stigning <36 grader	TEK § 10-51 + VEIL	ok	ok		
Fri høyde 2,04m o/ trapp, ved veksling og ev. skrå himl.	TEK § 10-51	ok	ok		
Fri høyde over badekar (minst 1,5m) under skrå himling	TEK § 10-31	ok	ok		
Fri høyde over garderobeskap (minst 2,1m) (loft)	TEK § 10-31	ok	ok		
Tilstrekkelig høyde ok dør og vindu mot skrå flate		-	-		
Minstevolum opphold. 15 kbm kontrollert, spes. loft	TEK § 7-41 + VEIL	ok	ok		
Pipe i modul, ikke konflikt grad/ kil/ dobbeltakstol	NORM	-	-		
To inspeksjonsluker loft vist (på ev. knevegg)	NORM	-	-		
Evt. loftsluke stiple	NORM	-	-		
Vindu/dører					
Vinduer merket åpningsvindu eller fastvindu (A/F)	NORM	-	-		

Vindu til side for overliggende punktlaster	NORM	-	-	
Lysareal min 10% av golvareal, tillegg hvis overbygd	TEK 10 §13-12	ok	ok	
Vindu tilpasset møblering	TEK 10 §12-5 (1)	ok	ok	
Teknisk utstyr				
Vv. Bereder vist, alle boenheter	NORM	ok	ok	
Ventilasjons agregat vist	NORM	ok	ok	
Støvsuger enhet vist	NORM	ok	ok	
Ventilasjon framføring avklart, evt nedsenket himling	NORM	-	-	
Oppbevaring, skap, boder				
Boder innv. >3kvm, sport>5kvm	TEK 10 §12-10	ok	ok	
Hvis sportsbod i garasje, teksblokk om dette på tegn.	NORM	-	-	
Kjøøl, oppvaskbenk, oppv.maskin og komfyr vist	NORM	ok	ok	
Nedløp Wc, lufting over tak vurdert	NORM	-	-	
Diverse				
Ikke store glassfelt nederst i trapp	TEK 10 §10-1	ok	ok	
Evt. ark tilpasset modul	NORM	-	-	
Pipe/ildsted på alle boenheter hvis ikke alternativ løsn.	TEK 10 §14-7(5)	ok	ok	
Realistisk lengde utvendig trapp i forhold til høyde	NORM	-	-	
Spesialmål tofløyet dør/skyvedør	NORM	-	-	
Flermannsboliger				
Brannkrav påført skillende konstruksjoner	TEK 10 §11-8,9	ok	ok	
Påføring når sanitærutstyr eller kjøk.innredn mot lydveg	TEK 10 §13-7	ok	ok	
ESTETIKK OG TILPASSING				
Vurdering av estetikk fasader	PBL § 74-2	ok	ok	
Ant. type vinduer minisert	PBL § 74-2	ok	ok	
Vurdering av estetikk terrengtilpassing	PBL § 74-2	ok	ok	
Snitt				
Snitt korrekt tegnet, realistisk høyde på tak		ok	ok	
Snitt gjennom alle bygningformer	NORM	ok	ok	
Bredde for bruksareal mellom skrå flater vist	NORM	-	-	
Høyder for møne, gesims og gj.snitt terreng vist		ok	ok	Mangler gj-snitt terreng
Takvinkel påført		ok	ok	
Takfot i samsvar med fasade (flat eller skrå kasse etc)		-	-	
Evt løftet undergurt eller nedsenket himl. Vist		-	-	
Terrengprofiler				
Terrengprofiler eks og nytt vist på fasader	NORM	ok	ok	
Gammelt og nytt terreng nulles ut (møtes)	NORM	ok	ok	
Terrengprofiler relatert til situasjonskart	NORM	ok	ok	
Diverse				
Himmelretning vist på fasader, sjekk med kart	NORM	ok	ok	
Rekkverk inntegnet på trapp/ terrasser	TEK 10 §12-17	ok	ok	
Adkomst for evt. rullestolbruker inntegnet (evt rampe)	TEK § 12-4	ok	ok	
Behov for innv. skjakt/nedløp fra flatt tak vurdert /vist	NORM	-	-	
Evt. lysgrav markert	NORM	-	-	
	NORM			
ENERGI				
Varmetapsberegning foretatt	TEK10 § 14-3	ok	ok	
Vegtykkelse korrigert for nye U-verdier	TEK10 § 14-3	ok	ok	

KONTROLLPUNKT	GRUNNLAG KRAV	O.KONT	S.KONT	MERKNADER	RET.DATO/SIGN
SITUASJONSPLAN					
Navn, adresse,gnr,bnr påført	NORM	ok	ok		
Tegningsnummer og prosjektnummer påført	NORM	ok	ok		
Korrekt Kartgrunnlag (Kom. Krav)	NORM	ok	ok		
Grenser kontrollert mot evt målebrevkart	NORM	ok	ok		
Kartet har rutenett (koordinatnett)	NORM	-	-		
Korrekt målestokk basiskart	NORM	ok	ok		
Nordpil markert	NORM	ok	ok		
Alle hovedinnganger markert	NORM	-	-		
Nødv. Parkeringsplasser vist (gjest)	REG.BEST	ok	ok		
Hovedmål påført	NORM	-	-		
Avstander til nabogrense påført	NORM	-	-		
Evt. utstikkende bygningsdeler bestemmer avstand	NORM	-	-		
Snuplass på egen tomt mulig	NORM	ok	ok		
Garasje eller carport vist	NORM	ok	ok		
Terrengprofiler markert med referanse	NORM	ok	ok		
Plassering på tomtkart foretatt m/garasje, biloppstilling	NORM	ok	ok		
Eventuelle siktlinjer vist	NORM	ok	ok		
Eventuelle sikkerhetsoner påført (kraftlinjer etc)		-	-		
Eventuelle støttemurer markert		ok	ok		
Beregning av utnyttelsesgrad påført	NORM	ok	ok		
Utnyttelsesgrad mot reg. best.	TEK § 3-2	-	-		



VEDLEGG 5

TEK-SJEKK
4 sider

Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Bygningsbeskrivelse, adresse: Tomannsbolig med passivhusstandard, bolig sør	Byggeår 2016. Kunde/ref: Alesund boligkonsept
Lokalt klima: Kjevik i Vest-Agder	(Landlig Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning: NS 3700: Passivhuskriterier, bolig	En bruksdel er beregnet
Beregning utført av: Kremmerhus AS	v/ Elling Flister

SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningskategori	Småhus	Tomannsbolig vertikal delt (1 boenhet)
Arealer [m ²]	Yttervegger	Yttervegg av bindingsverk og isolasjon
	Tak	Isolert kompakt tak
	Gulv	Støpt betong over EPS
	Vinduer, dører, og glassfelt	bl.a. 3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, isolert trekarm, isolerende avst.-list
Oppvarmet del av BRA (A_{op}) [m ²]	201 m ²	-
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]	581 m ³	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m ² ·K)]	Yttervegger	Yttervegg passivhus
	Tak	Kompakt tak passivhus
	Gulv	Gulv-mot-grunn passivhus
	Vinduer, dører, og glassfelt	bl.a. Trelagsglass
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt (γ_{sol})	21 %	-
Normalisert kuldebroverdi (Ψ'') [W/(m ² ·K)]	0,03	Minimumskrav passivhus
Normalisert varmekapasitet (C'') [Wh/(m ² ·K)]	32	-
Lekkasjetall (n_{50}) [1/h]	0,6	Minimumskrav passivhus
Temperaturvirkningsgrad (η_{T}) for varmeveksler	85,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m ³ /s)])	85,0 %	Avkast>-15°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m ³ /s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenfor driftstiden [kW/(m ³ /s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ($V_{\text{om}}/A_{\text{fl}}$) [(m ³ /h)/m ²]	1,2	Infiltrasjon (dvs. luftlekkasjer) utgjør ca. 0,12 (m ³ /h)/m ² i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden ($V_{\text{om}}/A_{\text{fl}}$) [(m ³ /h)/m ²]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingssystemet	144 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m ²]	25,9	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for oppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m ²]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(l/s)]	0,5	-
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jfr. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden (q''_{lys}) [W/m ²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden (q''_{uts}) [W/m ²]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden (q''_{w}) [W/m ²]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden (q''_{pers}) [W/m ²]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor (g_{T}) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	-/0,056/0,121/0,056/-	Beregnet iht. EN 13363-1. Manuell (ute) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor (F_{F})	0,11	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,77	-

KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig

19. mai 2015

dato

Elling Flister
underskrift

Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	Tomannsbolig med passivhusstandard, bolig sør	Kunde / byggherre / referanse:	Alesund boligkonsept	
	Beregningssonens kategori:	Småhus: Tomannsbolig vertikal delt		Utførende	Beregningen utført av firma: Kremmerhus AS
Type beregning	Type kontrollberegning:	NS 3700: Passivhuskriterier, bolig	Beregningen utført av person:	Elling Flister	
	Beregningen omfatter:	En bruksdel		Lokalt klima:	Kjevik i Vest-Agder
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i sonen:	1	Ytre klima	Vindeksponeering:	Landlig Lave trær / boligstrøk / jordbruk
	Ev. matrikelinfo:	Byggeår: 2016		Jordart:	Sand og grus

2: SONE i bygningen				Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	201	m ²	BRA for hele bygningen er	368,7 m ²
	Oppvarmet luftvolum	580,6	m ³		
	Eksponert omkrets	38,2	m		
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, ψ''	0,03	W/(m ² K)		Minimumskrav passivhus
	Lekkasjetall (lekkasjetest), n_{50}	0,6	Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h ⁻¹)	(tilsvarer ca. 0,12 (m ³ /h)/m ²)	Minimumskrav passivhus
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m ² K)	(tidskonstant ca. 66 timer)	
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert			
	Ventilasjon, luftmengde (normal)	1,2	(m ³ /h)/m ² = 241 m ³ /h.	Spesifikk vifteeffekt (normal):	1,5 kW/(m ³ /s)
	Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)	som over		Spesifikk vifteeffekt (natt/helg):	som over kW/(m ³ /s)
	Virkningsgrad, varmegjenvinning	85 %		Oppgitt virkningsgrad gjelder for:	Varmevexleren (EN 308)
Klimatisering	Varmegjenvinner, frostsikring	-15	°C		
	Styring av tilluftstemperatur	18°C			
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting		Arealandel vinduer som kan åpnes:	38 %
Belysning	Nattsinking (utenom brukstid)	Ja			
	Styring av belysning	Vanlig manuell			
	Ønsket lysstyrke	300	Lux		

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m ² K)	Ekstra motstand +ΔR, (m ² K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Konstruksjonstype	Yttervegg mot friluft	Yttervegg av bindingsverk og isolasjon	0,120	-	Ventilert, mørk	Yttervegg passivhus
	Golv på grunnen	Støpt betong over EPS	0,090	(+jord)	-	Golv-mot-grunn passivhus
	Flatt tak mot friluft	Isolert kompakt tak	0,100	-	Ventilert, midd.	Kompakt tak passivhus

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m ² K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g%	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↓ [;↔] [;->]	Dokumentasjon / kommentar
Vindus-/dørtype	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, isolert trekarm, isolerende	0,600	80 %	72/51	Manuell (ute)	07/59	0,1/1;0,1/1	Trelagsglass
	Ytterdør, nyere isolert, 50 % glass	0,600	50 %	72/51	Manuell (inne)	07/59	0,1/1;0,1/1	Trelagsglass
	Ytterdør, nyere isolert, 0% glass	0,600	0 %	-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m ²	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m ²	Horisonten grader	Utspring ↑ [;↔] [;->]	Dokumentasjon / kommentar
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	58,44	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	12,06	10°	0	
				Ytterdør, nyere isolert, 50 % glas	3,36	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	125,2	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	5,82	10°	0	
				Ytterdør, nyere isolert, 0% glass	1,95	-	-	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	73,44	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	18,05	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	111,34	-	-	-	-	
Tak	Flatt tak mot friluft	-	116,6			10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)	Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Solfanger, kombisystem romoppvarming (golvvarme) og tappevann		50 %	NS 3031 Tillegg B (ηv=45,1 ηvv=50. Med pumpe)
	Biobrensel Sentral biokjel (pellets/briketter) med vannbåren varme fra radiatorer og tappevann		10 kW	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,67 ηvv=0,77. Med pumpe)
	Elektrisitet Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm)		rest	NS 3031 Tillegg B

Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Bygningsbeskrivelse, adresse:	Tomannsbolig med passivhusstandard, bolig nord	Byggeår 2016. Kunde/ref: Alesund boligkonsept
Lokalt klima:	Kjevik i Vest-Agder	(Landlig Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	NS 3700: Passivhuskriterier, bolig	En bruksdel er beregnet
Beregning utført av:	Kremmerhus AS	v/ Elling Flister

SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningskategori	Småhus	Tomannsbolig vertikal delt (1 boenhet)
Arealer [m ²]	Yttervegger	Yttervegg av bindingsverk og isolasjon
	Tak	Isolert kompakt tak
	Gulv	Støpt betong over EPS
	Vinduer, dører, og glassfelt	bl.a. 3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, isolert trekarm, isolerende avst.-list
Oppvarmet del av BRA (A_{η}) [m ²]	194 m ²	-
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]	547 m ³	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m ² ·K)]	Yttervegger	Yttervegg passivhus
	Tak	Kompakt tak passivhus
	Gulv	Gulv-mot-grunn passivhus
	Vinduer, dører, og glassfelt	bl.a. Trelagsglass
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt (γ_{sol})	22 %	-
Normalisert kuldebroverdi (Ψ'') [W/(m ² ·K)]	0,03	Minimumskrav passivhus
Normalisert varmekapasitet (C'') [Wh/(m ² ·K)]	32	-
Lekkasjetall (n_{50}) [1/h]	0,6	Minimumskrav passivhus
Temperaturvirkningsgrad (η_T) for varmeveklser	85,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-)	85,0 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m ³ /s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenfor driftstiden [kW/(m ³ /s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden (V_{ov}/A_{η}) [(m ³ /h)/m ²]	1,2	Infiltrasjon (dvs. luftlekkasjer) utgjør ca. 0,12 (m ³ /h)/m ² i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden (V_{ov}/A_{η}) [(m ³ /h)/m ²]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingssystemet	144 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m ²]	27,1	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for oppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m ²]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(l/s)]	0,5	-
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jfr. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden (q''_{lys}) [W/m ²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden (q''_{utst}) [W/m ²]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden (q''_{wv}) [W/m ²]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden (q''_{pers}) [W/m ²]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor (g_T) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	0,056/0,056/0,056/0,11/-	Beregnet iht. EN 13363-1. Manuell (ute) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor (F_T)	0,05	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,77	-

KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig

19. mai 2015

dato

Elling Flister
underskrift

Boligen oppfyller kriteriene i NS 3700: Passivhuskriterier, bolig

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	Tomannsbolig med passivhusstandard, bolig nord	Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Ålesund boligkonsept
	Beregningssonens kategori	Småhus: Tomannsbolig vertikal delt		Beregningen utført av firma:	Kremmerhus AS
Type beregning	Type kontrollberegning:	NS 3700: Passivhuskriterier, bolig	Ytre klima	Beregningen utført av person:	Elling Flister
	Beregningen omfatter:	En bruksdel		Lokalt klima:	Kjevik i Vest-Agder
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i sonen:	1	Byggeår:	Vindeksponeering:	Landlig Lave trær / boligstrøk / jordbruk
	Ev. matrikkelinfo:			Jordart:	Sand og grus

2: SONE i bygningen				Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	193,6	m ²	BRA for hele bygningen er	368,7 m ²
	Oppvarmet luftvolum	546,9	m ³		
	Eksponert omkrets	34,1	m		
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, ψ "	0,03	W/(m ² K)		Minimumskrav passivhus
	Lekkasjetall (lekkasjetest), n_{50}	0,6	Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h ⁻¹)	(tilsvarer ca. 0,12 (m ³ /h)/m ²)	Minimumskrav passivhus
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m ² K)	(tidskonstant ca. 65 timer)	
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert			
	Ventilasjon, luftmengde (normal)	1,2	(m ³ /h)/m ² = 232 m ³ /h.	Spesifikk vitteeffekt (normal):	1,5 kW/(m ³ /s)
	Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)	som over		Spesifikk vitteeffekt (natt/helg):	som over kW/(m ³ /s)
	Virkningsgrad, varmegjenvinning	85 %		Oppgitt virkningsgrad gjelder for:	Varmevexleren (EN 308)
Klimatisering	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C		
	Styring av tilluftstemperatur	18°C			
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting		Arealandel vinduer som kan åpnes:	71 %
Belysning	Nattsinking (utenom brukstid)	Ja			
	Styring av belysning	Vanlig manuell			
	Ønsket lysstyrke	300	Lux		

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m ² K)	Ekstra motstand +ΔR, (m ² K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Yttervegg mot friluft		Yttervegg av bindingsverk og isolasjon	0,120	-	Ventilert, lys	Yttervegg passivhus
Golv på grunnen		Støpt betong over EPS	0,090	(+jord)	-	Gulv-mot-grunn passivhus
Skråtak (>20°) mot friluft		Isolert kompakt tak	0,100	-	Ventilert, midd	Kompakt tak passivhus

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m ² K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g %	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindusmyg ↓ [;<->] [;->]	Dokumentasjon / kommentar
Vindus-/dørtype								
3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, isolert trekarm, isolerende		0,600	80 %	72/51	Manuell (ute)	07/59	0.1/1;0.1/1	Trelagsglass
Ytterdør, 50% glass		0,600	50 %	72/51	Manuell (inne)	03/74	0.1/1;0.1/1	Trelagsglass
Ytterdør, nyere isolert		0,600	0 %	-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m ²	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m ²	Horisonten grader	Utspring ↑ [;<->] [;->]	Dokumentasjon / kommentar
VeggN	Yttervegg mot friluft	N (0°)	101,79	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	7,54	10°	0	
						10°	0	
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	36,12	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	13,22	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	49,59	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	3,91	10°	0	
				Ytterdør, nyere isolert	1,95	-	-	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	51,44	3-lags, argon, 2 lav-e-belegg, iso	13,01	10°	0	
				Ytterdør, 50% glass	3,36	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	109,65	-	-	-	-	
Tak	Skråtak (>20°) mot friluft	N (0°)	123,06	-	-	10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)		
Sol	Solfanger, kombisystem romoppvarming (golvvarme) og tappevann	50 %	NS 3031 Tillegg B (ηv=45,1 ηvv=50. Med pumpe)
Biobrensel	Sentral biokjel (pellets/briketter) med vannbåren varme fra radiatorer og tappevann	10 kW	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,67 ηvv=0,77. Med pumpe)
Elektrisitet	Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm)	rest	NS 3031 Tillegg B



VEDLEGG 6

INTERVJU
7 sider

Intervju

Intervju 1

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Lite, har vært borti det i ett eller to tilfeller.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Ingen.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Jeg følger med og leser om det på egenhånd.

Hva synes dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Jeg synes at det er både positivt og negativt. Det var litt ukjent i begynnelsen, men når man fikk satt seg inn i de tekniske løsningene, var det ikke så ille likevel.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Hvis klimaet er kaldt nok.

Intervju 2

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Vi har lite erfaringer.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Vi har ingen etterspørsel. Det er lite fokus på passivhus. Folk er heller opptatt av hvor fint kjøkken de kan få.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Vi har ikke vært på noen kurs som direkte er rettet mot passivhus, men vi har vært på noen kurs som har hatt mer fokus på energibesparelse, solfangere, ventilasjon, økt isolasjon og så videre.

Hva synes dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Det er jeg negativ til. Det fører til økte kostnader.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Nei.

Intervju 3

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Vi har bygget ett par stykker.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Det er ikke slik at vi har veldig stor etterspørsel etter det, men når folk ser at vi kan tilby det, så spør de litt rundt det. Det er jo det at passivhus blir dyrere, og pengene har veldig mye å si for folk.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Vi har tatt kurs i lavenergiprogrammet og sånne ting for å tilegne oss kunnskap. Og vært på en del reiser til utlandet og sett på en del løsninger der, Tyskland og Sverige.

Hva syns dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

For vår del så er jo det veldig positivt, for vi har nå utviklet et helt konsept som kan gjøre at vi kan levere et passivhus til en bedre pris enn det mange andre kan. Men så klart, det økonomiske aspektet rundt det.. det er vanskelige tider nå, og det skal bli innstramming i bankene. Det gjør det ikke noe lettere for folk å kjøpe hus, og å kjøpe miljøvennlige hus, for det er jo litt dyrere i dag enn et vanlig hus.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Det er veldig vanskelig å si, det kommer an på strømpriser og sånn i Norge. Det er veldig dyrt og tidkrevende å bygge hus. Når det kommer mer ny teknologi så vi kan få billigere solceller og solfangere og mer robust anlegg i huset, så tror jeg at det kan. Vi ser på en teknologi nå der vi kan bruke solceller og så lagre hydrogen, så vi kan bruke den energien til å varme opp huset og så vi kan fylle på en hydrogenbil hjemme. Vi er i dialog med flere firma rundt om løsning på det. Så får vi til sånne ting, der du kan få ned utgiftene til både bilbruken din og til huset ditt, så blir totaløkonomien for en husholdning bedre.

Får prosjekterende og håndverkere opplæring eller kurs i passivhus?

I de tilfellene der vi skal sette opp et passivhus, så tar vi gjennomgang med alle de håndtverkerne som vi har selv og underretreprenørene, og går gjennom alt.

Hvordan er erfaringene når det gjelder kostnader knyttet til passivhus?

Det er dyrere, du må ha mer isolasjon, og det er dyrere i seg selv. Det blir et høyere tidsforbruk på byggeplass, fordi det er helt andre krav til tetthet. Det vil variere fra prosjekt til prosjekt; det kommer litt an på hvordan huset er og hva kunden selv ønsker. Det kan plutselig bli veldig dyrt, og man kan klare det til en fornuftig pris, men da kan selvsagt ikke huset være altfor stort. Men totalbildet er litt vanskelig å få frem, for man kan si at materialkostnaden er kanskje ikke så mye større, i forhold til isolasjon og hva som kreves. Men så har jo det litt å si hvor huset ligger også for å nå energikravet. Det er ikke det samme i Bergen, som på Røros eller Tynset, der hvor det er veldig kaldt.

Hvordan er erfaringene til kundene som har kjøpt passivhus?

De har vært gode så langt. Nå har jo de et veldig godt teknisk anlegg i sine hus, og så klart det tar litt tid for de å lære seg det anlegget, men ellers har det vært positivt.

Intervju 4

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Vi har ikke utarbeidet mye på passivhus enda, men vi er en gruppe som har kursing på det, og som har grunnlag for å drive med det. Men årsaken til at vi venter er endringer nå i TEK og den nye som sannsynligvis kommer i 2016/2017 igjen.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Relativt beskjeden.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Ja, det har vi gjort. Vi er flere som har kurset oss og i tillegg så prøver vi å følge med litt ekstra rundt det og ser også på andre alternative løsninger for å holde oss oppdatert. Flere av de vi samarbeider med også spiller inn mye rundt den biten sånn at vi eventuelt kan dra nytte av det når vi er der ved nye krav i forskriftssammenheng.

Hva syns dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Det er vanskelig å svare for firmaet som sådan, så det blir litt personlig synsing. Nå har jeg tilfældigvis jobbet litt innenfor det som kan kalles samarbeid med Sintef rundt den biten der helt tilbake i 1992, så det er jo veldig interessant hele temaet. Samtidig så mener jeg jo det at det må gå et skjæringspunkt et sted som tilsier det at inntjening er relevant i forhold til det det koster, så det må være et økonomisk forvarlig ståsted rundt det hele, for ellers så blir det feil fokus rundt det.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Jeg tror at alt avhenger av hva vi nå havner på. Nå var jo det en høring ute som tilsier blant annet det kravet på tetthet som blir så urealistisk i forhold til det som er realitetene, at da skal det godt gjøres å forsvare de tingene der økonomisk. Og da snakker jeg om realitetene. For en ting er hva det teoretisk beregnes til, noe helt annet er hva det koster i praksis å gjøre det.

Får prosjekterende og håndverkere opplæring eller kurs i passivhus?

Slik som det har vært nå, så lenge ikke kravet har vært reelt og gjelder alt, så har vi valgt ut en gruppe som får opplæring i sammenhengen. De øvrige de kjører ut fra det som er krav og standarder. Og så prøver vi å dele de kunnskapene med de andre, og det kommer til å bli mer og mer aktuelt og mer og mer opplæring ettersom kravet trer i kraft, altså da det er entydig og da regelverket endres. Altså det som er passivhus/aktivhus, det er så mange begreper som i praksis defineres under ett, men som i realiteten er helt forskjellige ting.

Hvordan er erfaringene til kundene som har kjøpt passivhus?

Det vet jeg lite om, for vi har jo ikke levert noen passivhus. Vi har bare sett på det i forkant. Det som jeg har erfart ellers det er jo samarbeid med andre som har drevet å levert passivhus, og det er et delt bilde. De som er mest positive er jo kanskje de som har bygd hus nå i den senere tid, altså ut av de nyeste passivhusene. Før det så har det kanskje blitt uteglemt fokus på ting som gjør at passivhuset har blitt en ulempe istedet for en fordel. Og da tenker jeg på sånn som manglende fokus på solskjerming og så videre, som gjør at du håndterer ting feil. Selve huset kan være det samme, men med og uten solskjerming så har du et problemhus eller et veldig positivt hus.

Intervju 5

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Vi som firma har ikke satset på noe passivhus enda. Jeg skrev bacheloren min om passivhus selv også, så har jo jeg også tatt litt kursing på det. Jeg har jo vært borti problematikken, men vi har egentlig merket det at sånn økonomisk sett så er det husbankhus og lavenergihus det går mest i. Det er litt vanskelig å få det til å bli lønnsomt ennå.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Nei, det har ikke vært etterspørsel. Kunden ønsker å bo i et hus som er kostnadseffektivt, og for å ta det direkte tilbake til bacheloroppgaven som jeg skrev en gang i tiden, da tok jeg tak i tre typiske husmodeller: Et lite hus, et mellomstort hus, og et ganske stort hus, hvor det minste lå på en 90 kvadrat og det største rundt 250. Og i alle fall med den teknologien og de materialene som vi hadde tilgjengelig den gangen, så viss man skal se på passivhus som en investering, så ble det en nedbetalingstid, før du tjener inn på strømregningen blant annet, på ca 50 år for det minste huset. Og det er ikke lønnsomt idag. Men derimot viss du har et veldig stort hus, med mye større oppvarmingsbehov, da kom jeg vel fram til en nedbetalingstid på sånn 20 år. Da begynner det å bli litt mer realistisk i forhold til husets levetid og sånn.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Ja, det har vi. Jeg har jo vært på 3 passivhuskonferanser sammen med en kollega, hvor jeg har vært med hver gang og det har variert litt hvilken kollega som har vært med som nummer to. Vi har sørget for å til enhver tid ha en i staben som kan det, som er klar for det.

Hva syns dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Personlig så syns jeg ikke teknologien er klar for det ennå. Fordi husene våre er så dyre som de er den dag i dag, så viss det skal bli et minstekrav så må staten på banen og sponse, eller gjøre noe med moms eller ett eller annet for å være med å finansiere dette her. For det kan ikke være sånn at det kun er folk opp i 50-60-årene som er ferdig med å ha familie, som bygger hus. Det er jo gjerne barnefamilier som trenger det, og de har ikke økonomi til å bygge så avansert ennå.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Kommer an på størrelsen på huset. Og så mener jeg personlig at det må skje mer med teknologien ennå. Det må bli billigere og mer effektivt. Men det har jo blitt mye bedre allerede bare på et par år. Men at den har blitt god nok til at vi kan gjøre det til et krav fra staten sin side, etter min mening, det holder ikke mål.

Slike enkle ting som at Glava publiserte den proff 35 kontra proff 37, det var jo noe de gjennomførte uten at det ble dyrere, det er jo fantastisk tiltak. Det er en kjempegod start. Men det er jo fortsatt ekstremt mye teknologi i husene. Strømstyring, varmpumper, det er store tunge investeringer som man må ha før man får igjen noen ting. De tradisjonelle byggematerialene begynner å bli såpass god nå, både vinduer, dører, isolasjon, så det er ikke der hovedproblemet ligger. Det er de kravene til de investeringer du har i passivhus, med alternativ oppvarming og sånne ting. Der går det jo fort 300 000 kr viss du skal ha passivhus.

Intervju 6

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

Det er ikke så mye. Vi har tegnet noen forslag som egentlig ikke har blitt noe av, så i skissefasen har vi holdt litt på, men det er ikke noe som har blitt bygget.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Det er jo litt. Vi er under mestagruppen og systemhus, og de har vel utviklet et par-tre stykker som de har i katalogen nå.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen innenfor passivhus?

Ja, vi har vært på noen kurs. Også har jeg selv skrevet masteroppgave på passivhus.

Hva syns dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Det syns jeg ikke noe særlig om. Det er det med kostnadene for det første. Og så er jeg litt skeptisk til det her. Tettheten, at det blir for tett. Først og fremst så kunne vi tatt alle offentlige bygg, det er jo der de største utgiftene oppstår.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Nei, ikke i levetiden som er akseptabel for vanlige folk.

Intervju 7

Hvor mye erfaring har dere med passivhus?

En del. Jeg har vært med å bygget.

Hvor stor er etterspørselen etter passivhus fra kunder?

Minimal.

Har firmaet gjort noen tiltak for å øke kompetansen for å bli kjent med passivhus?

Jeg er godkjent som prosjekterende av passivhus.

Hva syns dere om at passivhus skal bli et minimumskrav ved nybygg og rehabilitering?

Det synes jeg er feil, enkelt og greit. Jeg tenker at dette er en sammensatt ting. Det å bygge passivhus, det løser ingenting sånn energikrise, det er ikke der skoen trykker. Boliger bygget i forhold til TEK10, de er mer enn gode nok, du trenger ikke å ta deg av det. Det må gjøres noe med den gamle bygningsmassen. Og gjerne få den opp til TEK10 eller der omkring. Samfunnsøkonomisk mener jeg at det bare er tull å gjøre det til en standard, at alt skal være passivhus.

Tror dere at de høye kostnadene knyttet til bygging av passivhus betaler seg inn igjen med energibesparelse?

Ikke med dagens teknologi. Kommer an på hvilket perspektiv du ser i, og det tenkes på hvordan du sammenligner dette. Hvis du tar steget fra TEK10-hus til passivhus så vil du aldri hente noen ting inn tilbake igjen.



VEDLEGG 7
FREMDRIFTSRAPPORT
14 sider

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ingen	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 6 og 7	Antall timer denne perioden (Fra logg) 118 timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 13.02.15

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:

Få oversikt over tomten og kundens ønsker slik at vi hadde et grunnlag som vi kunne jobbe videre ut ifra. Startet innhenting av tekniske krav som gjelder for en tomannsbolig.

Planlagte aktiviteter i denne perioden:

Tomtebefaring – befaringsrapport

Kundemøte

Innhenting av informasjon om tekniske krav i prosjekteringsgrunnlaget

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:

Tomtebefaring – befaringsrapport

Kundemøte

Innhenting av offentlig informasjon; situasjonskart, arealplan, reguleringsplan- og bestemmelser.

Innhenting av informasjon om tekniske krav i prosjekteringsgrunnlaget.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:

På grunn av dårlig vær og en del snø utsatte vi å ta bilder til befaringsrapporten. Vi oppdaget under utformingen av rapporten at det manglet kartgrunnlag, og måtte innhente det.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:

Befaringsrapporten må skrives ferdig. Dette planlegger vi å gjøre når vi starter på utformingen i uke 10.

Erfaring fra denne perioden:

Tomtebefaring- og rapport tok mindre tid enn antatt.

Den måten vi har valgt og fordele oppgavene på, gjør arbeidet mer effektivt.

Hovedhensikt/fokus neste periode:

Grunnlaget for store deler av prosjekteringen skal fastsettes. Fokus på innhenting av informasjon om tekniske krav og skriving av hovedrapporten.

Planlagte aktiviteter neste periode:

Finne tak i alle tekniske krav som vi må ta hensyn til i prosjekteringen.

Lete etter informasjon og teori i bøker, artikler, m.m.

Annet:

1) Noter her kort tilbakemelding om antall møter – fordelt på typer (interne, styringsgruppe, møte med veileder) - i denne rapportperioden

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ingen	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 6 og 7	Antall timer denne perioden (Fra logg) 118 timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 13.02.15

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:

Godkjenning/signatur gruppeleder

Thea Vegsund

Signatur øvrige gruppedeltakere

Liv Randi Lidarende Elling Flister

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Et møte	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 8 og 9	Antall timer denne perioden (Fra logg) 171.5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 27.02.15

<p><i>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:</i></p> <p>Få oversikt over alle tekniske krav som gjelder for en tomannsbolig. Og introdusere all litteratur i teoridelen, som senere vil bli brukt i prosjektet.</p>
<p><i>Planlagte aktiviteter i denne perioden:</i></p> <p>Innhenting og skriving av tekniske krav. Innhenting og skriving av annen litteratur.</p>
<p><i>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:</i></p> <p>Ferdig med innhenting av tekniske krav. Halvveis ferdig med innhenting av annen litteratur.</p>
<p><i>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:</i></p> <p>Ingen avvik.</p>
<p><i>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:</i></p> <p>Ingen endringer nødvendig i denne perioden.</p>
<p><i>Erfaring fra denne perioden:</i></p> <p>Vi bukte for lang tid i begynnelsen på innsamling og lesing av et konkret tema før vi kom i gang med skrivingen. Derfor var vi på de neste temaene mer effektive, og startet skrivingen tidligere.</p>
<p><i>Hovedhensikt/fokus neste periode:</i></p> <p>Avslutte hovedaktiviteten; prosjekteringsgrunnlag. Og begynne på en ny hovedaktivitet; utforming.</p>
<p><i>Planlagte aktiviteter neste periode:</i></p> <p>Innhenting og skriving av passivhus konstruksjonen. Gjennomføre idéfasen, der vi skal lage kreative forslag om hvordan utformingen og plasseringen av tomannsboligen kan se ut. Starte på skissefasen, der vi skal bruke idéene fra forrige fase til å forme en konkret løsning.</p>
<p><i>Annet:</i></p> <p>Hvor mange timer er forventet per person? Gjelder timene for forprosjektrapporten inni totalt timeantall?</p>

1) Ett møte med veileder, Max Ingar Mørk, Tirsdag 24.02.2015

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Et møte	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 8 og 9	Antall timer denne perioden (Fra logg) 171.5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 27.02.15

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:

Neste veiledermøte som planlagt, mandag 9. Mars kl. 10.00.

Godkjenning/signatur gruppeleder <i>Liv Randi Lidarende</i>	Signatur øvrige gruppedeltakere <i>Thea Vegsund Elling Flister</i>
--	---

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Null	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 10 og 11	Antall timer denne perioden (Fra logg) 224 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 13.03.15

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:

Avslutte hovedaktiviteten «prosjekteringsgrunnlag».

Starte på utformingen.

Planlagte aktiviteter i denne perioden:

Innhenting og skriving av passivhus konstruksjonen.

Gjennomføre idéfasen, der vi skal lage kreative forslag om hvordan utformingen og plasseringen av tomannsboligen kan se ut.

Starte på skissefasen, der vi skal bruke idéene fra forrige fase til å forme en konkret løsning.

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:

Ferdig å skrive om passivhus konstruksjonen.

Har satt inn referanser, korrekturlest og finskrevet en stor del av teksten i litteraturdelen.

Vært på tomtebefaring, tatt bilder og skrevet ferdig befaringsrapporten fra uke 6.

Startet på idéfasen: Søkt på tomannsboliger og passivhus på nettet for å få idéer. Begynt å tenke på plassering på tomt og skisset litt.

Vært på befaring til en tomannsbolig på gåseid som er under bygging for mer innsikt og inspirasjon.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:

Har brukt en uke mer enn planlagt på prosjekteringsgrunnlaget. Ligger derfor litt på etterskudd med idéfasen og skissefasen.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:

Det blir stort fokus på utforming de neste to ukene. Det blir derfor en rolig start på fordypningen i passivhus som vi etter planen skal begynne på i uke 13. Følger i utgangspunktet framdriftsplanen som planlagt.

Erfaring fra denne perioden:

Det tar tid å finskrive, justere på teksten og sette inn referanser. Vi har fått god erfaring med at vi gjør dette med det samme, og ikke utsetter det til senere. Det er viktig å gjøre seg ferdig med ting.

Hovedhensikt/fokus neste periode:

Hovedfokus blir utformingen og plasseringen av boligen.

Dersom vi har tid begynner en eller flere av oss på fordypningen i passivhus.

Planlagte aktiviteter neste periode:

-Blir ferdig med idéfasen, der vi skal lage kreative forslag om hvordan utformingen og plasseringen av tomannsboligen kan se ut.

- Gjennomføre skissefasen, der vi skal bruke idéene fra forrige fase til å forme en konkret løsning.

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Null	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 10 og 11	Antall timer denne perioden (Fra logg) 224 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 13.03.15

-Begynne på informasjonsinnhenting: Finne diskusjoner, dokumentasjon og forskning på passivhus.

Annet:

Møte med veileder har blitt utsatt på grunn av sykdom, derfor har vi ikke hatt veiledningsmøte. Har i stedet hatt kontakt på mail, og fått bekreftet at vi er på riktig vei.

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:

Neste planlagte veiledermøte: Onsdag 18.mars kl.10.00.

Godkjenning/signatur gruppeleder

Liv Randi Lidarende

Signatur øvrige gruppedeltakere

Thea Vegsund Elling Flister

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). To	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 12 og 13	Antall timer denne perioden (Fra logg) 174.5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 27.03.15

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:

Avslutte hovedaktiviteten «Utforming»

Starte på ny hovedaktivitet «Passivhus fordypning»

Planlagte aktiviteter i denne perioden:

Finne inspirasjon og prøve ut aktuelle løsninger for plassering og utforming av tomannsboligen. Deretter vil vi bruke elimineringsmetoden for å komme frem til den løsningen vi mener er den beste.

Begynne å samle inn teori som finnes om diskusjon, erfaring og forskning av passivhus.

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:

Fortsatte å søke etter idéer for tomannsboliger og passivhus. Diskuterte ulike løsninger før vi kom frem til en løsning som vi kunne argumentere for og som vi var fornøyde med. Begynte å samle inn teori om fordypning av passivhus.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:

Vi var på etterskudd i forhold til utformingen og måtte ta raske avgjørelser for å ta oss inn igjen etter fremdriftsplanen. Vi ble derfor en dag forsinket til å begynne med passivhus fordypning, men dette er små avvik som må regnes med.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:

Vi var nesten en uke bak fremdriftsplanen, men har klart å jobbe effektivt for å ta oss inn igjen. Videre skal vi fortsette å jobbe med passivhus fordypning og lære oss tegneprogram.

Erfaring fra denne perioden:

Har vært nødt å ta raske avgjørelser for utformingen, men er likevel fornøyd med resultatet. Siden konseptet med passivhus er relativt nytt, er det vanskelig å finne mye forskning og erfaring. Noen av konsekvensene av å ha et passivhus vil først vises igjen etter å ha vært i bruk i lengre tid.

Hovedhensikt/fokus neste periode:

Hovedfokus blir å fordype seg i forskning, erfaring og diskusjon angående passivhus. Samtidig er planen å lære seg tegneprogram og deretter produsere tegninger.

Planlagte aktiviteter neste periode:

- Prøve å bli ferdig med innhenting av teori om passivhus fordypning.
- Begynne å skrive om passivhus fordypning.
- Lære tegneprogram
- Begynne å lage tegninger.
- Sende ut spørreundersøkelse til boligprodusenter

Annet:

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). To	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 12 og 13	Antall timer denne perioden (Fra logg) 174.5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 27.03.15

<p><i>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:</i></p> <p>Neste planlagte veiledermøte: Onsdag 8.april kl.14.00</p>	
<p>Godkjenning/signatur gruppeleder</p> <p><i>Thea Vegsund</i></p>	<p>Signatur øvrige gruppedeltakere</p> <p><i>Liv Randi Lidarende Elling Flister</i></p>

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ett	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 14 og 15	Antall timer denne perioden (Fra logg) 41,0 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 10.04.15

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:

Fordype seg i forskning, erfaring og diskusjon angående passivhus.

Lære tegneprogram og begynne å produsere tegninger.

Planlagte aktiviteter i denne perioden:

-Prøve å bli ferdig med innhenting av teori om passivhus fordypning

-Begynne å skrive om passivhus fordypning.

-Lære tegneprogram

-Begynne å lage tegninger

-Sende ut spørreundersøkelse til boligprodusenter

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:

-Har hentet inn mye teori om passivhus fordypning.

-Skisset flere tegninger.

-Nesten ferdig å lage spørreundersøkelsen.

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:

Den første uka gikk til påskeferie. I den andre uka brukte vi to av dagene til forelesning og forberedelse til eksamen i ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling. Det har derfor blitt få timer i denne perioden.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:

Vi må lage ferdig spørreundersøkelsen og sende den ut. Ellers holder vi oss til opprinnelig plan.

Erfaring fra denne perioden:

Det var positivt med en pause fra oppgaven i påsken. Vi kan nå se på oppgaven med uthvilte øyner, vi har fått ny motivasjon og er klare for en siste innsats.

Hovedhensikt/fokus neste periode:

Vi skal bli ferdig med fordypningen i passivhus og tegne tomannsboligen inn i archicad.

Planlagte aktiviteter neste periode:

-Utføre spørreundersøkelse

-Skrive ferdig passivhus fordypning

-Bli ferdig med alle tegninger i archicad

Annet:

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ett	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 14 og 15	Antall timer denne perioden (Fra logg) 41,0 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 10.04.15

Godkjenning/signatur gruppeleder <i>Liv Randi Lidarende</i>	Signatur øvrige gruppedeltakere <i>Elling Flister Thea Vegsund</i>
--	---

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Null	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 16 og 17	Antall timer denne perioden (Fra logg) 235,5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 24.04.15

Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:

Bli ferdig med fordypningen i passivhus og tegne tomannsboligen inn i ArchiCad.

Planlagte aktiviteter i denne perioden:

- Utføre spørreundersøkelse
- Skrive ferdig passivhus fordypning
- Bli ferdig med alle tegninger i ArchiCad

Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:

- Utført spørreundersøkelse
- Nesten ferdig med passivhus fordypning
- Nesten ferdig med tegninger i ArchiCad

Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:

Vi hadde beregnet mye arbeid som skulle gjennomføres disse to ukene, og mangler noen timer før vi er helt i mål.

Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:

Framdriftsplanen går som planlagt og vi legger inn ekstra timer for å bli ferdig med forrige periodes arbeid.

Erfaring fra denne perioden:

Opprinnelig plan var at alle skulle tegne i ArchiCad. Vi innså at dersom tre personer skulle arbeide med de samme tegningene, ville det krevd mer tid, samtidig som det kunne blitt vanskelig å holde oversikten. Vi måtte også ha startet med opplæring i programmet mye tidligere i prosjektet, helst allerede fra starten i prosjektet.

Hovedhensikt/fokus neste periode:

Går inn i avsluttende fase, hvor vi skal samle alle trådene for oppgaven i metode, resultat, diskusjon og konklusjon.

Planlagte aktiviteter neste periode:

- Bli helt ferdig med fordypning og ArchiCad
- Skrive metode, resultat, diskusjon, konklusjon
- Dersom vi har tid: Begynne å ferdigstille oppgaven med forord, oppsett, rettskriving, referanser osv.

Annet:

Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Null	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 16 og 17	Antall timer denne perioden (Fra logg) 235,5 Timer	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 24.04.15

Ønsker et møte med veileder neste uke, gjerne onsdag 6.mai.

Godkjenning/signatur gruppeleder <i>Liv Randi Lidarende</i>	Signatur øvrige gruppedeltakere <i>Thea Vegsund Elling Flister</i>
--	---

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ett	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 1 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 18 og 19	Antall timer denne perioden (Fra logg) Timer 195,5	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 11.05.15

<p><i>Hovedhensikt / fokus for arbeidet i denne perioden:</i></p> <p>Går inn i avsluttende fase, hvor vi skal samle alle trådene for oppgaven i metode, resultat, diskusjon og konklusjon.</p>
<p><i>Planlagte aktiviteter i denne perioden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bli helt ferdig med fordypning og ArchiCad -Skrive metode, resultat, diskusjon, konklusjon -Dersom vi har tid: Begynne å ferdigstille oppgaven med forord, oppsett, rettskriving, referanser osv.
<p><i>Virkelig gjennomførte aktiviteter i denne perioden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Ferdig med fordypning og Archicad -Skrevet delvis resultat og diskusjon
<p><i>Beskrivelse av/begrunnelse for eventuelle avvik mellom planlagte og virkelige aktiviteter:</i></p> <p>Ikke helt ferdig med resultat og diskusjon, og har ikke begynt på metode og diskusjon. Brukt ene uken på eksamensforberedelser.</p>
<p><i>Beskrivelse av /begrunnelse for endringer som nå ønskes i selve prosjektets innhold eller i den videre framgangsmåten - eller framdriftsplanen:</i></p> <p>Målet er bli ferdig med hele oppgaven i løpet av uke 20.</p>
<p><i>Erfaring fra denne perioden:</i></p> <p>Lese korrektur og fikse på oppsett har tatt mye lenger tid enn antatt. Ser at vi skulle kontrollert og samordnet arbeidet vårt litt tidligere.</p>
<p><i>Hovedhensikt/fokus neste periode:</i></p> <p>Nå skal hele oppgaven ferdigstilles. Vi må blant annet skrive ferdig det vi mangler, sette sammen oppgaven og korrekturlese.</p>
<p><i>Planlagte aktiviteter neste periode:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Skrive ferdig metode, resultat, diskusjon og konklusjon. -Skrive forord, sammendrag, innholdsfortegnelse og innledning. -Sette sammen alle delene i logisk rekkefølge. -Sette inn alle referansene. -Figur- og tabelliste. -Lese korrektur.
<p><i>Annet:</i></p>
<p><i>Ønske om /behov for veiledning, tema i undervisningen – drøfting ellers:</i></p>

IB303312 Bacheloroppgave	Prosjekt: Prosjektering passivhus	Antall møter denne periode 1). Ett	Firma - Oppdragsgiver Høgskolen i Ålesund	Side 2 av 2
Rapport fra prosess Framdriftsrapport	Periode/uke(r) Uke 18 og 19	Antall timer denne perioden (Fra logg) Timer 195,5	Prosjektgruppe (navn) Thea Vegsund, Liv Randi Lidarende, Elling Flister	Dato 11.05.15

Møte med veileder mandag 11.mai kl. 10.00.

Godkjenning/signatur gruppeleder <i>Thea Vegsund</i>	Signatur øvrige gruppedeltakere <i>Liv Randi Lidarende Elling Flister</i>
---	--



VEDLEGG 8

MØTEREFERAT
11 sider

Bacheloroppgave 2015

Møtereferat nr. 1

Åpner:

Møtested: Høgskolen i Ålesund

Oppstart: Klokken 10.30

Dato: 24.02.2015

Innkalling: Muntlig

Møtedeltakere:

Max Ingar Mørk (veileder)

Liv Randi Lidarende (møteleder)

Elling Flister (sekretær)

Thea Sofie Hoff Vegsund (gruppemedlem)

Møtetema:

Fremgang, innhold og referansebruk

Referat:

1. Hvordan er innholdet og fremgangen i oppgaven?

Veilederen har lest gjennom det som er produsert så langt og synes det ser greit ut.

Foreløpig ser det ut som fremgangen i oppgaven er etter planen.

2. Hvordan skal vi referere til de ulike kildene i oppgaven?

I innledningen på oppgaven går vi gjennom punkt for punkt av det som er relevant for oss i TEK 10.

Når vi refererer til TEK 10 så skriver vi paragraf og/eller TEK 10 i teksten. Prøver å variere hvordan refereringen gjøres I referanselisten skriver vi bare én referanse til TEK 10. Det trengs bare å referere en gang i hovedavsnittet, og ikke hvert eneste underavsnitt. Når vi refererer til lovtekst i referanselisten bruker vi websidemetoden. I resultatdel i utformingen av tomannsboligen refererer vi tilbake til TEK 10.

3. Hvordan skal vi plassere tabeller og figurer, og hvordan skal de refereres?

Vi nummererer tabeller og figurer, beskriver innholdet og henviser til kilde.

4. Hva gjør vi med de standardene vi mangler?

Vi kan finne noen av standardene på bibliotekets sider. Der finnes blant annet standarden om universell utforming. (Bruk «Greenshot» om nødvendig).

5. Er det noen møte tidspunkt som ikke passer?

Flytter møtene fra 06.04 til 07.04 og fra 04.05 til 06.05. I utgangspunktet skal alle møtene starte kl. 10.00.

Referent: Elling Flister

Godkjent av: Thea S. H. Vegsund 27.02.2015

Liv Randi Lidarende 27.02.2015

Bacheloroppgave 2015

Møtereferat nr. 2

Åpner:

Møtested: Høgskolen i Ålesund

Oppstart: Klokken 10.00

Dato: 18.3.2015

Innkalling: Muntlig

Møtedeltakere:

Max Ingar Mørk (veileder)

Liv Randi Lidarende (møteleder)

Elling Flister (sekretær)

Thea Sofie Hoff Vegsund (gruppemedlem)

Møtetema:

Fremgang, innhold og utforming

Referat:

1. Hvordan er innholdet og fremgangen i oppgaven? Hva skal vi gjøre med kapittelet om lyd, der vi har brukt en utgått lydstandard?

Veilederen har lest gjennom teksten som er produsert, og synes gruppen har jobbet godt. Noe av prosjekteringsgrunnlaget kan kortes ned, men dette kan tas i avsluttende fase. Kapittelet om lyd kan også revideres mot slutten.

Vi ligger bak tidsskjema med nesten en uke i forhold til fremgangsplanen, slik at det må jobbes hardt for å ta seg inn igjen.

2. Hvordan skal vi på best mulig måte utforme tomannsboligen på tomten?

Vi tenker oss at det innvilges en søknad om dispensasjon på tomten om 30 % BYA. Dette kan for eksempel begrunnes med prinsipper om fortetting nær sentrum.

Å vri bygget i ulike retninger på tomten skal man være forsiktig med når det gjelder byggeskikk, selv om det kan være gunstig med tanke på solforhold.

Husk å bruke mye tid for å prøve ulike løsninger. Tenk på prinsipper og magasinering i romplasseringen. Utnytt solen hovedsakelig i sørvest.

Ta med noen av ideene i oppgaven. Legg frem noen forslag til løsninger og begrunnelse for det vi har valgt. Eventuelt skrive begrensninger ved passivhus. Målgruppe for tomannsboligen og hvilke funksjoner har den? Kan for eksempel ta med at der fins en lekeplass i nærheten.

3. Er det mulig å bruke buer i formen på bygget?

Vanskelig å få til buer i trehus. Kan heller prøve med flere vinkler om det er en god løsning.

4. Flytte neste møte?

Onsdag 24.3 Kl. 10.00

Referent:

Elling Flister

Godkjent av:

Thea S. H. Vegsund

24.03.2015

Liv Randi Lidarende

24.03.2015

Bacheloroppgave 2015

Møtereferat nr. 3

Åpner:

Møtested: Høgskolen i Ålesund

Oppstart: Klokken 10.00

Dato: 25.3.2015

Innkalling: Muntlig

Møtedeltakere:

Max Ingar Mørk (veileder)

Thea Sofie Hoff Vegsund (møteleder)

Liv Randi Lidarende (sekretær)

Elling Flister (gruppemedlem)

Møtetema:

Utforming, utsending av spørreskjema

Referat:

Gruppen har siden forrige møte skisset flere ideer når det gjelder plassering på tomten og planløsninger. Vi har valgt ut det vi syns er en bra løsning, og videreutviklet den. På møtet hadde vi med skisser av tomannsboligen plassert på tomten, skisser av fasadene og et par forslag til planløsning.

1. Med tanke på solfangerene vi skal ha på taket har vi lurt på å ha en ekstra vridning på taket for å utnytte solen mest mulig. Kan dette fungere?

Veileder sier at med to vridninger blir det en litt mer komplisert konstruksjon, og at vi må ta det med i vurderingen. Den beste retningen for solfangerene er sørvest. Vi bør innhente litt

mer informasjon om hva som er en god plassering. Dersom retningen ikke blir optimal kan vi eventuelt kompensere med flere solfangere.

2. Vi har ikke plassert garasjene ennå, men har tenkt på å lage en garasje integrert i en bakke på nedsiden av huset. Vi vil også ha en platting oppå garasjen. Kan dette være en god løsning? Skal vi plassere garasjene til begge boligene her?

Dette kan være en god ide. Dersom det er plass til en dobbelgarasje vil det være mest naturlig å ha parkeringsplassene samlet der. Det vil framstå mer ryddig, og man sparer plass på tomten ved å unngå vei langs hele langsiden av tomten. Vi kan plassere garasjen inntil 1 meter fra byggegrensen. Vi må finne kotene i dette området. I begynnelsen av prosjektet spurte vi kommunen etter kotehøydene i området, men fikk ikke noe svar. Vi skal sende mail en gang til.

Ellers har vi en kompakt bygningskropp, noe som er typisk for passivhus. Vi må se mer nøye på plassering av vinduer, og hvor stort vindusareal vi kan ha. Vi har plassert en del vinduer rett under taket. Dette er en teknisk vanskeligere utførelse. Kanskje vi bør senke de litt, slik at det blir vegg mellom vinduer og tak.

Planløsningen vår ser bra ut. Rommene er greit plassert i forhold til sola. Boden krever ikke mye varme og kan legges mot yttervegg.

3. Vi har lyst til å sende ut et spørreskjema til boligprodusenter om temaet passivhus. Har veileder forslag/tips til hva vi kan spørre om?

Vi må tenke på hvem det er vi skal sende til. Vet vi om de allerede tilbyr passivhus? Kanskje vi kan dele boligprodusentene i to grupper. De vi ser allerede tilbyr passivhus, og de som ikke gjør det. Vi kan ha to-tre hovedtema i undersøkelsen. Forslag til spørsmål:

- Har de arbeidet noe med passivhus?
- Hvor godt kjenner de til konseptet?
- Har de noe interesse av passivhus?
- Har de hatt etterspørsel av passivhus fra kjøpere?
- Har de gjort noen beregninger når det gjelder kostnader knyttet til passivhus vs energibesparelse?
- Passivhus krever god utførelse av håndtverkere. Er det spesielle problemer for snekkerene? Trenger de kurs? Er det behov for skjerpet kontroll?

Det er viktig at det er en kort og enkel undersøkelse, slik at vi får svar fra flest mulig.

Neste planlagte møte: Tirsdag 7.april kl. 10.00

Referent:

Liv Randi Lidarende

Godkjent av:

Thea S. H. Vegsund

25.03.2015

Elling Flister

25.03.2015

Bacheloroppgave 2015

Møtereferat nr. 4

Åpner:

Møtested: Høgskolen i Ålesund

Oppstart: Klokken 14.00

Dato: 08.04.2015

Innkalling: Muntlig

Møtedeltakere:

Max Ingar Mørk (veileder)

Liv Randi Lidarende (møteleder)

Elling Flister (sekretær)

Thea Sofie Hoff Vegsund (gruppemedlem)

Møtetema:

Utsending av spørreskjema og oppbygging av rapport

Referat:

1. Hva syntes veileder om spørsmålene vi har laget i spørreskjemaet? Er det noen spørsmål vi burde ta med?

Det er mer enn nok spørsmål på spørreskjemaet. Kunne endre ene spørsmålet til: «Kjenner dere til konseptet passivhus?». Vi kan godt ringe å spørre spørsmålene direkte istedenfor å sende skjemaet.

Kan endre «høye kostnader» til «ekstra kostnader».

2. Hvor mange er det sannsynlig som svarer?

Vi kan prøve å få tak i 4-5 gode svar fra de som vi vet kjenner konseptet «passivhus». Og prøve å få til like mange svar fra de som ikke tilbyr passivhusboliger.

3. Hvor skal vi sette inn forskningsdelen og spørreskjemaet i rapporten?

Kan lage egne kapittel med passivhus fordjupning og spørreskjemaene. Rekkefølgene på delene i rapporten kan vi finpusse etter hvert.

Utsetter møtet 13. april. Neste møte vil bli avtalt ved senere tidspunkt.

Referent:

Elling Flister

Godkjent av:

Thea S. H. Vegsund

09.04.2015

Liv Randi Lidarende

09.04.2015

Bacheloroppgave 2015

Møtereferat nr. 5

Åpner:

Møtested: Høgskolen i Ålesund

Oppstart: Klokken 10.00

Dato: 11.05.2015

Innkalling: Muntlig

Møtedeltakere:

Max Ingar Mørk (veileder)

Thea Sofie Hoff Vegsund (møteleder)

Liv Randi Lidarende (sekretær)

Elling Flister (gruppemedlem)

Møtetema:

Sammenstilling og avslutning av rapporten. En grov gjennomgåelse av arbeidet.

Referat:

Gruppen printet ut hele oppgaven, og tok den med på veiledermøtet. Vi tok for oss deler av rapporten, og hver av oss fikk diskutert og spurt spørsmål rundt det vi har skrevet. Det var mest fokus på diskusjon- og resultatdelen. Det har vært usikkerhet rundt hvilke tekster som skal plasseres i diskusjonsdelen og hvilke i konklusjonsdelen. Veileder gidde en tydeligere avklaring på dette.

Vi spurte noen spørsmål rundt innhold og oppsett, og om det er noe vesentlig i rapporten som mangler. Vi må passe på at vi ikke gjentar oss selv, og begrense oss. Vi må plukke ut det mest vesentlige. I forhold til kostnader nevnte veileder at vi kunne se på for eksempel nåverdiberegning, i tillegg til tilbakebetalingstid. Til teoridelen må vi ha en liten introduksjon om hva som kommer videre. Dette behøves kanskje flere steder også. Vi må også passe på at teksten blir oversiktlig og enkel å lese. Flere små underoverskrifter kan være en fordel.

Det har vært usikkerhet om boligen vår kvalifiserer for støtte fra enova, og i hvilken grad. Veileder hjalp oss å se på nettsidene deres, og sa at vi kunne sende en mail og se om vi fikk svar.

I forprosjektrapporten ramset vi opp en del mål vi skulle oppnå i løpet av prosjektet. Dette går an å ta opp i diskusjonen, der vi ser på om vi har oppnådd målene.

Dette var det siste veiledermøtet før innlevering av oppgaven.

Referent:	Liv Randi Lidarende	
Godkjent av:	Thea S. H. Vegsund	11.05.2015
	Elling Flister	11.05.2015



VEDLEGG 9
TIMELISTER
8 sider

Timeliste over aktiviteter i hovedrapporten:

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterigs- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 02.02	Liv Thea Elling	5 5 5							
Tirs. 03.02	Liv Thea Elling	3.5 1.5 4	2						
Ons. 04.02	Liv Thea Elling	1	1 2 2						
Tors. 05.02	Liv Thea Elling		5.5 5.5 7						
Fre. 06.02	Liv Thea Elling		4 4 4						
Uke 6		26 timer	38 timer						
Timer								Totalt:	64 timer

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 09.02	Liv Thea Elling		6.5 6.5 7						
Tirs. 10.02	Liv Thea Elling								
Ons. 11.02	Liv Thea Elling		4 2					4	
Tors. 12.02	Liv Thea Elling							2 2	
Fre. 13.02	Liv Thea Elling		4 4					4	
Uke 7			34 timer					8 timer	
Timer								Totalt:	42 timer

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 16.02	Liv Thea Elling		4 4					4	
Tirs. 17.02	Liv Thea Elling		6.5 6.5 6.5						
Ons. 18.02	Liv Thea Elling		4 6.5 6.5						
Tors. 19.02	Liv Thea Elling		6.5 6.5 6.5						
Fre. 20.02	Liv Thea Elling		5.5 5.5 5.5						
Uke 8			80 timer					4 timer	
Timer								Totalt:	Timer 84

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 23.02	Liv Thea Elling		6.5 6.5 6.5						
Tirs. 24.02	Liv Thea Elling		4.5 6.5 5					1 1 1	
Ons. 25.02	Liv Thea Elling		4.5 4.5 5			2			
Tors. 26.02	Liv Thea Elling		1.5 4.5 3					3 2 2.5	
Fre. 27.02	Liv Thea Elling		2 3 7					1.5 3.5	
Uke 9			78 timer					9.5 timer	
Timer								Totalt:	87.5 timer

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 02.03	Liv Thea Elling		8 8 7.5						
Tirs. 03.03	Liv Thea Elling		6.5 6.5 6.5						
Ons. 04.03	Liv Thea Elling		6 6 5.5					1 1 1.5	
Tors. 05.03	Liv Thea Elling		2 4.5 7	4.5 3				1 1	
Fre. 06.03	Liv Thea Elling		6 6.5 6.5						
Søn. 08.03	Thea							4.5	
Uke 10			93	7.5				10	
Timer								Totalt:	Timer 110.5

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet	
Man. 09.03	Liv Thea Elling		7 7 6.5						
Tirs. 10.03	Liv Thea Elling		7 7 7						
Ons. 11.03	Liv Thea Elling	1.5 2 1.5	5.5 5 5.5			3			
Tors. 12.03	Liv Thea Elling	4.5	7.5 7	2					
Fre. 13.03	Liv Thea Elling		7	7		7			
Lør. 14.03	Thea			6					
Uke 11		9.5	79	15		10			
Timer								Totalt:	Timer 113,5

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 16.03	Liv Thea Elling			4.5 8 5,5		1 1,5		2.5
Tirs. 17.03	Liv Thea Elling			8 9.5 7				
Ons. 18.03	Liv Thea Elling			6 6 6.5				
Tors. 19.03	Liv Thea Elling			3 4 4				
Fre. 20.03	Liv Thea Elling			5 6 4.5				
Søn. 22.03	Thea			8.5				
Uke 12				96		2.5		2.5
Timer							Totalt:	Timer 101

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 23.03	Liv Thea Elling			4 6.5 6.5	3			
Tirs. 24.03	Liv Thea Elling			5	4.5 5			
Ons. 25.03	Liv Thea Elling				2 5 5	2		4 1 1
Tors. 26.03	Liv Thea Elling				3.5 6.5 6.5	2.5		
Fre. 27.03	Liv Thea Elling							
Uke 13				22	41	4.5		6
Timer							Totalt:	Timer 73.5

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 06.04	Liv Thea Elling							
Tirs. 07.04	Liv Thea Elling				3 3			3 3 3
Ons. 08.04	Liv Thea Elling							0.5 0.5 0.5
Tors. 09.04	Liv Thea Elling			4.5	7.5 6.5			
Fre. 10.04	Liv Thea Elling							
Søn. 12.04	Thea			6				
Uke 15				10.5	20			10.5
Timer							Totalt:	Timer 41

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 13.04	Liv Thea Elling				9 7	6		0.5
Tirs. 14.04	Liv Thea Elling				7.5 7	5.5		
Ons. 15.04	Liv Thea Elling				7 7	9		
Tors. 16.04	Liv Thea Elling				8 6.5	7.5		
Fre. 17.04	Liv Thea Elling				5.5 6.5	6.5		
Lør. 18.04	Thea					3		
Søn. 19.04	Liv Thea				4	8		
Uke 16					75	45.5		0.5
Timer							Totalt:	Timer 121

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 20.04	Liv Thea Elling				8 5	7.5		
Tirs. 21.04	Liv Thea Elling				9.5 7	9.5		
Ons. 22.04	Liv Thea Elling				9.5 3	10		1 1
Tors. 23.04	Liv Thea Elling				6.5 6.5	13,5		
Fre. 24.04	Liv Thea Elling				4.5	6,5		
Søn. 26.04	Liv Thea				2	4		
Uke 17					61.5	51		2
Timer							Totalt:	Timer 114.5

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 27.04	Liv Thea Elling		6.5		1	3	9.5 6	0.5
Tirs. 28.04	Liv Thea Elling		6.5			7	10 2.5	
Ons. 29.04	Liv Thea Elling		6.5				14 14	
Tors. 30.04	Liv Thea Elling							
Fre. 01.05	Liv Thea Elling							
Uke 18			19.5		1	10	56	0.5
Timer							Totalt:	87 timer

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 04.05	Liv Thea Elling							
Tirs. 05.05	Liv Thea Elling							
Ons. 06.05	Liv Thea Elling						7.5 8 4.5	1 1 1
Tors. 07.05	Liv Thea Elling						10.5 9.5 9	
Fre. 08.05	Liv Thea Elling						10.5 10 10	
Lør. 09.05	Liv Thea Elling						6.5 6 5,5	
Søn. 10.05	Liv Thea Elling						3 8	
Uke 19							108.5	3
Timer							Totalt:	111.5 timer

Dato	Navn	Tomte- befaring	Prosjekterings- grunnlag	Utforming	Passivhus fordypning	Archicad	Avsluttende fase	Annet
Man. 11.05	Liv Thea Elling						9	2
							8.5	2
							6.5	2
Tirs. 12.05	Liv Thea Elling						10	1
							11.5	
							11	
Ons. 13.05	Liv Thea Elling						11.5	
							11.5	
							5.5	
Tors. 14.05	Liv Thea Elling						11.5	
							12	
							11	
Fre. 15.05	Liv Thea Elling						11.5	
							11.5	
							11	
Lør. 16.05	Liv Thea Elling						15.5	
							13	
							13	
Søn. 17.05	Liv Thea Elling						7.5	
							7.5	
							7	
Uke 20							217	7
Timer							Totalt:	Timer 224



VEDLEGG 10

LOGG
22 sider

Oppgaver for prosjektgruppen

- Bevisst holde seg innenfor oppgavens rammer
- Holde framdriftsplanen
- Notere referanser fortløpende
- Skrive logg
- Ha god kommunikasjon

Oppgaver for prosjektleder

- Innkalle til møter
- Lede prosjektmøter
- Ajourføring av fremdriftsplan
- Fordele oppgaver
- Tilrettelegge for effektivt arbeid

Oppgaver for sekretær

- Skrive framdriftsrapport hver 14.dag
- Skrive referat ved møter
- Samle og sortere papir i en perm
- Kontrollere at alle husker å skrive logg

Logg Uke 6

Liv Randi – Gruppeleder

Elling – Sekretær

Thea Sofie - Gruppemedlem

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 02.02	<u>10.00-15.00:</u> Tomtebefaring i Langevågen. Utsatte å ta bilder på grunn av mye snøfall. Kundemøte: utforming av hus, planløsning, romfordeling, konstruksjon, diskusjon av passivhus og fasade.		
Tirsdag 03.02	<u>09.00-12.00:</u> Næringslivsdagen <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Skriving av befaringsrapport.	<u>09.00-12.00:</u> Næringslivsdagen <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Innhenting av kart, flyfoto, kommunearealplan, reguleringsbestemmelser. Sendt mail til sula kommune ang reguleringskart og bestemmelser.	<u>09.00-12.00:</u> Næringslivsdagen <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Fant litteratur om passivhus
Onsdag 04.02	<u>10.00-13.00:</u> Undervisning <u>13.00-14.00:</u> Skrivning av befaringsrapport <u>14.00-15.00:</u> Innhenting av teori om prosjektering.	<u>10.00-13.00:</u> Undervisning <u>13.00-15.00:</u> Definert innhold i prosjekterings- grunnlag. Sendt mail til Terje Havnegjerde i Sula kommune ang. bestemmelser.	<u>10.00-13.00:</u> Undervisning <u>13.00-15.00:</u> Studerte passivhusstandarden og alternative løsninger for gjenvinning av energi og måter å produsere energi på.
Torsdag 05.02	<u>09.00-11.00:</u> Lest om tekniske krav til brann. <u>11.00-12.00:</u> Møte med jentegruppen. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Forts. brann.	<u>09.00-11.00:</u> Innsamling av informasjon om universell utforming <u>11.00-12.00:</u> Møte med jentegruppen <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Innsamling av informasjon om tilgjengelighet i boliger.	<u>08.30-12.00:</u> Studerte lydkravene <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Fortsatte å se gjennom krav til lyd

Fredag 06.02	<u>09.00-13.00</u> : Samlet inn informasjon om brann.	<u>09.00-13.00</u> : Leste gjennom «Bygg for alle. Temaveiledning om universell utforming av byggverk og uteområder».	<u>09.00-13.00</u> : Fortsatte å sette meg inn i kravene til lyd
-----------------	---	---	--

Logg Uke 7

Liv Randi – Sekretær

Elling – Gruppemedlem

Thea Sofie - Gruppeleder

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 09.02	<u>09.00-12.00</u> : Lest om tekniske krav til brann. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Forts. brann	<u>09.00-12.00</u> : Hentet inn alle tekniske krav om tilgjengelig bolig fra TEK10 om tilgjengelig bolig og planløsning. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Innsamling av relevante blad fra SINTEF, Byggforskserien, om tilgjengelig bolig og planlegging.	<u>08.30-12.00</u> : Begynte å lese i boken «Prosjektering av passivhus» <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Leste ferdig «Prosjektering av passivhus»
Tirsdag 10.02	<u>10.00-13.00</u> : Undervisning <u>13.00-16.00</u> : Jobbet med obligatorisk innlevering.		
Onsdag 11.02	<u>10.00-11.30</u> : Undervisning <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-16.00</u> : Innsamling og lesing om brann.	<u>10.00-11.30</u> : Undervisning <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-16.00</u> : Laget oversikt over oppsettet til rapporten. Hvilken skrivestil, godt språk og innhold til hver hoveddel.	<u>10.00-11.30</u> : Undervisning <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-14.00</u> : Satte meg inn i prosjektering

Torsdag 12.02	<u>09.00-14.00:</u> Obligatorisk innlevering, «The Business Model Canvas»		
	<u>14.00-16.00:</u> Skrivning av framdriftsrapport		
Fredag 13.02	<u>15.00-19.00:</u> Innsamling og lesing om brannkrav. Lastet ned Archicad 18.	<u>10.00-12.00:</u> Jobbet mer med rapportens utformingen og innhold. <u>18.00-20.00:</u> Fortsettelse	<u>11.00-15.00:</u> Leste i den «nye» Trehus-boka for å få oversikt over nyttig informasjon i husbygging.

Logg Uke 8

Liv Randi – Gruppemedlem

Elling – Gruppeleder

Thea Sofie - Sekretær

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 16.02	<u>10.00-11.30:</u> Undervisning <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-16.00:</u> Bearbeiding av innsamlet informasjon om brann.	<u>10.00-11.30:</u> Undervisning <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-13.00:</u> Uformelt møte med Max om rapportens struktur. <u>13.00-16.00:</u> Gjort ferdig logg og timeliste maler fram til ferdigstilling i mai.	<u>10.00-11.30:</u> Undervisning <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-16.00:</u> Las gjennom «Lydisolering av lette innervegger» fra bks.byggforsk.no
Tirsdag 17.02	<u>09.00-12.00:</u> Bearbeiding av innsamlet informasjon om brann. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Forts. brann	<u>09.00-12.00:</u> Bearbeiding og skrivning av tilgjengelighet i teoridelen. <u>12:00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Skrivning av tilgjengelighet i bolig	<u>09.00-12.00:</u> Samlet informasjon om lydkrav <u>12:00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Begynte å skriv om lydkravene
Onsdag 18.02	<u>08.30-12.00:</u> Skrev om brann. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-13.00:</u> Forts. brann	<u>09.00-12.00:</u> Skrev om krav til tilgjengelig bolig med referanseliste. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj	<u>09.00-12.00:</u> Skreiv om minstekravene i NS 8175 <u>12.00-12.30:</u> Lunsj

		<u>12.30-16.00</u> : Ble ferdig og skrive om tilgjengelig bolig	<u>12.30-16.00</u> : Fortsatte med NS 8175, og satte inn tabeller
Torsdag 19.02	<u>09.00-12.00</u> : Skrev om brann. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Forts. brann	<u>09.00-12.00</u> : Innsamling, lesing og skriving av byggeskikk og planløsning. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Fortsettelse av skriving	<u>09.00-12.00</u> : Skreiv om krav i TEK10 <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Fortsatte å skrive krava i TEK10
Fredag 20.02	<u>09.00-12.00</u> : Skrev om brann. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.00</u> : Ferdig å skrive om brann.	<u>09.00-10.30</u> : Ferdig med skriving av byggeskikk. <u>10.30-12.00</u> : Innsamling, lesing og skriving av miljøpåkjenninger, plassering på tomt og utforming. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.00</u> : Fortsettelse.	<u>09.00-12.00</u> : Skreiv om hva som må til for å nå krava <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.00</u> : Skreiv om løsninger for å nå krava

Logg Uke 9

Liv Randi – Gruppeleder

Elling – Sekretær

Thea Sofie - Gruppemedlem

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 23.02	<u>09.00-10.00</u> : Ordnet referanseliste for brann <u>10.00-12.30</u> : Lesing og skriving om grad av utnytting. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Skriving om grad av utnytting.	<u>09.00-12.30</u> : Innsamling, lesing og skriving om klimapåvirkning. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Innsamling, lesing og skriving om sikkerhet mot naturpåkjenninger og uteareal.	<u>09.15-11.00</u> : Leste om radon. <u>11.00-12.30</u> : Skreiv om radon. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj. <u>13.00-15.45</u> : Leste om ventilasjon.

Tirsdag 24.02	<p><u>09.00-10.30:</u> Skreiv om grad av utnytting.</p> <p><u>10.30-11.30:</u> Veiledermøte med Max</p> <p><u>11.30-12.30:</u> Forts. grad av utnytting</p> <p><u>12.30-13.00:</u> Lunsj</p> <p><u>13.00-13.30:</u> Forts. grad av utnytting.</p> <p><u>13.30-14.30:</u> VM på ski</p> <p><u>14.30-16.00:</u> Ferdig grad av utnytting.</p>	<p><u>09.00-10.30:</u> Ferdigstilling av planløsning og uteareal.</p> <p><u>10.30-11.30:</u> Veiledermøte med Max</p> <p><u>11.30-12.30:</u> Innsamling av informasjon om lys krav.</p> <p><u>12.30-13.00:</u> Lunsj</p> <p><u>13.00-16.00:</u> Innsamling av informasjon om lys krav.</p>	<p><u>09.30-10.30:</u> Skreiv om ventilasjon.</p> <p><u>10.30-11.00:</u> Veiledermøte med Max.</p> <p><u>11.00-12.30:</u> Skreiv videre om ventilasjon.</p> <p><u>12.30-13.00:</u> Lunsj.</p> <p><u>13.00-13.45:</u> Skreiv ferdig om ventilasjon.</p> <p><u>13.45-14.30:</u> Såg VM på ski.</p> <p><u>14.30-16.00:</u> Leste om energi.</p>
Onsdag 25.02	<p><u>09.00-11.30:</u> Lesing om byggeteknikk passivhus.</p> <p><u>11.30-12.15:</u> Lunsj</p> <p><u>12.15-14.15:</u> Forts. byggeteknikk.</p> <p><u>20.00-22.00:</u> Opplæring archicad. Halve boka Grethes hus 1.</p>	<p><u>08.30-11.30:</u> Lesing og skrivning om lys.</p> <p><u>11.30-12.15:</u> Lunsj</p> <p><u>12.15-13.30:</u> Skreiv ferdig om lys.</p>	<p><u>08.30-11.30:</u> Leste om energi.</p> <p><u>11.30-12.15:</u> Lunsj.</p> <p><u>12.15-14.15:</u> Skreiv om energi.</p>
Torsdag 26.02	<p><u>09.00-11.00:</u> Diskutert logg/timelister.</p> <p><u>11.00-12.00:</u> Lest om kriterier for passivhus.</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-13.30:</u> Satt meg inn i Mendeley.</p> <p><u>13.30-14.30:</u> VM på ski</p> <p><u>14.30-15.00:</u> Forts. kriterier.</p>	<p><u>09.00-11.00:</u> Fikset oppsettet til loggen.</p> <p><u>11.00-12.00:</u> Leste om overflatevann.</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-14.00:</u> Satt meg inn i Mendeley oppsettet.</p> <p><u>14.00-15.30:</u> Førte inn alle referanser i Mendeley.</p> <p><u>15.30-16.00:</u> Leste og skreiv om nedbør</p>	<p><u>09.45-12.00:</u> Skreiv om energi.</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj.</p> <p><u>12.30-13.30:</u> Satte meg inn i Mendeley oppsettet.</p> <p><u>13.30-14.30:</u> VM på ski</p> <p><u>14.30-15.45:</u> Skreiv møtereferat til møtet den 24.02.</p>

Fredag 27.02	<u>09.30-11.30:</u> Begynte å skrive om yttervegg passivhus. <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-13.30:</u> Skrivning av framdriftsrapport <u>17.00-18.00:</u> Logg (ikke reg.)	<u>08.00-11.30:</u> Satt sammen alle sine skriv til et dokument. Laget til referansene. <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-14.00:</u> Skrivning av framdriftsrapport <u>14.00-15.00:</u> Lastet ned SINTEF, byggforskblad om passivhus e.l.	<u>08.00-11.30:</u> Redigerte på tekst og referanser i de temaene jeg har skrevet tidligere. <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-13.30</u> Supplerte noe tekst på støyisoleringsstemaet. 13.30-15.00 VM på ski
-------------------------------	---	--	--

Logg Uke 10

Liv Randi – Sekretær

Elling – Gruppemedlem

Thea Sofie - Gruppeleder

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 02.03	<u>08.30-12.00:</u> Fant ulike ytterveggløsninger <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Skrivning om ytterveggløsninger. <u>22.30-23.30:</u> Forts. skrivning om ytterveggløsninger.	<u>09.15-10.30:</u> Generell lesing om passivhus. <u>10.30-12.00:</u> Lesing av yttervegg under terreng og gulv på grunn. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-16.00:</u> Lesing og skrivning av ovennevnte. <u>20.30-22.00:</u> Ferdig skrivning av gulv på grunn. Innhenting av info om etasjeskillere.	<u>09.15-11.00:</u> Generell lesing om passivhus på byggforsk. <u>11.00-12.00:</u> Leste om takkonstruksjonsløsninger. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-15.45:</u> Leste og begynte å skrive om tak. <u>19.00-20.30:</u> Skreiv om takkonstruksjoner.
Tirsdag 03.03	<u>08.30-12.00:</u> Skrivning om ytterveggløsninger. <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-15.30:</u> Skrivning om ytterveggløsninger.	<u>08.30-10.00:</u> Lest om planløsning og utforming av passivhus.	<u>09.00-12.00:</u> Skreiv om takløsninger <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-15.45:</u> Skreiv videre om takløsninger.

		<p><u>10.00-12.00</u>: Skrivning om tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.30</u>: Innhenting og lesing av vindu</p>	
Onsdag 04.03	<p><u>08.00-10.00</u>: Ferdig å skrive om ytterveggløsninger.</p> <p><u>10.00-11.00</u>: Befaring tomannsbolig.</p> <p><u>11.00-12.30</u>: Satt alle sine dokument om passivhus prosjektering inn på hoveddokumentet.</p> <p><u>12.30-13.00</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.30</u>: Finskrev og satt inn referanser til grad av utnytting.</p>	<p><u>08.00-10.00</u>: Lesing av byggforsklad om vindu.</p> <p><u>10.00-11.00</u>: Befaring til en tomt det bygges en tomannsbolig på.</p> <p><u>11.00-12.30</u>: Fortsatte og leste</p> <p><u>12.30-13.00</u>: Lunsj</p> <p><u>13.00-15.30</u>: Lesing og skrivning av vindu</p>	<p><u>08.00-10.00</u> Skreiv ferdig om tak.</p> <p><u>10.00-11.00</u>: Befaring tomannsbolig.</p> <p><u>11.00-12.30</u> Ordnet lisens til tegneprogrammet Archicad</p> <p><u>12.30-13.00</u>: Lunsj</p> <p><u>13.00-15.30</u> Leste om energi i blant annet IED</p>
Torsdag 05.03	<p><u>09.30-11.30</u>: Finskrev og satt inn referanser til brann og yttervegger.</p> <p><u>11.30-12.30</u>: Satt meg inn i tabell- og figursystemet i word.</p> <p><u>12.30-13.00</u>: Lunsj</p> <p><u>13.00-17.30</u>: Lest om utforming og plassering, hva man må tenke på, inspirasjon.</p>	<p><u>09.30-10.30</u>: Installering av ArchiCad 18 og søking om lisens til Cinema 4D R16 student versjon</p> <p><u>10.30-13.00</u>: Skrivning av vindu til passivhus</p> <p><u>13.00-13.30</u>: Lunsj</p> <p><u>13.30-15.30</u>: Ble ferdig å skrive om vindu.</p> <p><u>19.00-22.00</u>: Lesing om hva som er viktig ved utforming av bolig og tomt</p>	<p><u>15.00-17.15</u> Leste om energi i trehusbok</p> <p><u>17.15-18.30</u> VM skiskyting</p> <p><u>18.30-21.00</u> Begynte å skrive om energi</p> <p><u>21.00-21.30</u> Matpause</p> <p><u>21.30-23.30</u> Skreiv videre om energi</p>
Fredag 06.03	<p><u>08.30-12.00</u>: Skrev om solskjerming.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.00</u>: Fortsatte å skrive om solskjerming.</p>	<p><u>08.00-12.00</u>: Tilførte litt på vindu, vind, planløsning og utforming fra Trehusboken på hoveddokumentet.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p>	<p><u>09.00-12.00</u> Skreiv om energi.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.45</u>: Leste om løsninger for fornybar energi.</p>

		<u>12.30-1500</u> : Skrev om passivhusets anbefalte utforming i henhold til Byggeblad 472.435.	
Søndag 08.03		<u>17.30-22.00</u> : Leste korrektur på teoridelen	

Logg uke 11

Liv Randi – Gruppemedlem

Elling – Gruppeleder

Thea Sofie - Sekretær

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 09.03	<u>08.30-12.00</u> : Skreiv om solskjerming <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-1600</u> : Ferdig å skrive om solskjerming. Må sette inn bilder.	<u>08.30-09.30</u> : Installasjon av Cinema 4D. <u>09.30-12.00</u> : Lesing av fornybar energi <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Innhenting og lesing av termisk solenergi.	<u>08.30-11.30</u> Skreiv om energidesign <u>12.00-12.30</u> Lunsj <u>12.30-15.45</u> Skreiv om elektrisk oppvarming og biobrensel.
Tirsdag 10.03	<u>08.30-11.00</u> : Skreiv ferdig om solskjerming <u>11.00-12.00</u> : Skreiv om gråvannsvarmepumpe <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Retta opp tekst som var merka etter korrekturlesinga, satt inn alle figurer og tabeller i automatisk system.	<u>08.30-12.00</u> : Skrivning av solenergi <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Skrivning av solenergi	<u>08.30-12.00</u> : Skreiv om varmpumper <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Skreiv videre om varmpumper
Onsdag 11.03	<u>08.00-09.30</u> : Las om vannbåren varme	<u>08.00-09.30</u> : Skrivning om solenergi	<u>08.00-09.30</u> : Skreiv om kompaktaggregat

	<p><u>09.30-11.00:</u> Befaring til tomte og tok bilder.</p> <p><u>11.00-11.30:</u> Forts. vannbåren varme</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Skreiv om vannbåren varme</p> <p><u>20.00-23.00:</u> Opplæring archicad, nesten ferdig Grethes hus bok 1.</p>	<p><u>09.30-11.00:</u> befaring til tomten</p> <p><u>11.00-11.30:</u> Innhenting av bilder tatt under befaring</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Skrivning om solenergi</p>	<p><u>09.30-11.00:</u> befaring til tomten</p> <p><u>11.00-11.30:</u> Leste på kriteriene for passivhus og sammenlignet det med TEK 10.</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Skreiv om kriterier for passivhus</p>
Torsdag 12.03	<p><u>08.00-10.00:</u> Archicad, ferdig med Grethes hus bok 1.</p> <p><u>10.00-11.30:</u> Skreiv om vannbåren varme.</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-16.00:</u> Vannbåren varme</p>	<p><u>09.00-11.30:</u> Jobbet med utforming av tomten og befaringsrapport</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-16.00:</u> Skrive ferdig befaringsrapporten.</p>	<p><u>08.00-11.30:</u> Fortsatte å skrive om kriterier for passivhus.</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Skreiv ferdig om kriteriene og satte det inn i ferdigrapporten.</p>
Fredag 13.03	<p><u>08.00-11.30:</u> Archicad Grethes hus bok 2</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Forts. archicad t.o.m. s. 56</p> <p>Grethes hus bok 2</p>	<p><u>13.00-18.00:</u> Gikk igjennom "idèbank" for moderne hus. Søkte på eksisterende passivhus med tanke på utforming.</p> <p><u>20.00-22.00:</u> Søkte på layouten for både rapport og Ao plakaten. (pinterest)</p>	<p><u>08.00-11.30:</u> Fikset på ferdigrapporten.</p> <p><u>11.30-12.00:</u> Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30:</u> Fikset på korrekturlesing og referanser.</p>
Lørdag 14.03		<p><u>11.00-13.00:</u> Søkte etter inspirasjon på passivhus. Søkeord: Passivhus, passivhus sintef, passivhus Sverige, green house, moderne arkitektur</p> <p><u>19.00-23.00:</u> Skisset opp forslag til utforming av boligene.</p>	

Logg Uke 12

Liv Randi – Gruppeleder

Elling – Sekretær

Thea Sofie - Gruppemedlem

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 16.03	<u>08.30-11.00</u> : Skreiv framdriftsrapport. <u>11.00-12.30</u> : Søkte inspirasjon på nettet, såg på tomannsboliger og løsninger. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Forts. internettsøk, begynte å skissere løsning på tomt. <u>22.00-23.00</u> : Grethes hus bok 2 t.o.m s.62	<u>09.00-12.30</u> : Research om passivhus. Søkeord: Arnstad rapporten, handlingsplan for boligprodusentene, low energy building, passivhus prosjekter. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Skissing <u>19.30-21.00</u> : Skissing	<u>08.30-10.00</u> : Såg gjennom Grethes Hus 1. <u>10.00-12.30</u> : Leste om «slik velger du riktig hus». <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Såg på inspirasjon til utforming og begynte å utforme.
Tirsdag 17.03	<u>08.30-09.30</u> : Gruppemøte <u>09.30-13.00</u> : Skisset forslag for plassering av bolig på tomt. <u>13.00-13.30</u> : Lunsj <u>13.30-15.00</u> : Forts. skissing. <u>21.00-23.00</u> : Skisset en bolig.	<u>08.30-09.30</u> : Gruppemøte <u>09.30-12.00</u> : Skisset forslag for plassering av bolig på tomt. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.30</u> : Søkte etter inspirasjon og skisset. <u>20.00-22.00</u> : Fortsatte	<u>08.30-09.30</u> : Gruppemøte <u>09.30-12.00</u> : Skisset flere forslag til tomteplassering <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Søkte etter inspirasjon og skisset.
Onsdag 18.03	<u>08.00-10.00</u> : Idemyldring <u>10.00-11.00</u> : Veiledningsmøte med Max <u>11.00-11.30</u> : Lunsj	<u>08.00-10.00</u> : Idemyldring <u>10.00-11.00</u> : Veiledningsmøte med Max <u>11.00-11.30</u> : Lunsj	<u>08.00-10.00</u> : Idemyldring <u>10.00-11.00</u> : Veiledningsmøte med Max <u>11.30-12.00</u> : Lunsj

	<u>11.30-14.30</u> : Diskusjon om utforming, plassering og ideer.	<u>11.30-14.30</u> : Diskusjon om utforming, plassering og ideer.	<u>12.00-15.00</u> : Diskusjon om utforming, plassering og ideer.
Torsdag 19.03	<u>14.00-17.00</u> : Søkte på planløsninger for gode løsninger.	<u>18.00-22.00</u> : Skisset forslag for boligene på tomt	<u>13.00-17.00</u> : Skisset flere forslag og tegnet løsninger for fasader
Fredag 20.03	<u>11.30-16.30</u> : Søking gode planløsninger, forsøk skissing.	10.00-13.00: Søking på passivhus, solløsninger, forskjellige tomter. 13.00-13.30: Lunsj 13.30-16.30: Skissing	<u>10.00-13.00</u> : Prøvde noen siste skisseløsninger med 30% BYA klosser <u>13.00-13.30</u> : Lunsj <u>13.30-15.00</u> : Diskuterte meg frem til for og imot de ulike forslagene
Søndag 22.03		10.30-14.00: Skissing 14.00-14.30: Lunsj 14.30-19.30: Skissing	

Logg uke 13

Liv Randi – Sekretær

Elling – Gruppemedlem

Thea Sofie - Gruppeleder

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 23.03	<u>08.00-12.00</u> : Diskusjon om arbeid utført torsdag og fredag. Ble enige om en løsning. Begynte på passivhus-fordypning. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : Passivhus-fordypning,	<u>08.30-12.00</u> : Diskusjon om arbeid utført torsdag og fredag. Ble enige om en løsning. Begynte og skisse mer detaljert på den. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : Skisset planløsning. Litt for hånd, litt på ArchiCad	<u>08.30-12.00</u> : Diskusjon om arbeid utført torsdag og fredag. Ble enige om en løsning. Begynte på passivhus-fordypning. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : Passivhus-fordypning, lest rapporter,

	lest rapporter, fordeler/ulemper, utfordringer, erfaringer.		fordeler/ulemper, utfordringer, erfaringer.
Tirsdag 24.03	<u>09.00-11.00:</u> Passivhus-fordypning <u>13.00-15.30:</u> Passivhus-fordypning	<u>08.30-11.30:</u> Skissing av fasader og planløsning <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-15.00:</u> Fortsettelse av skissing	<u>08.30-11.30:</u> Passivhus- fordypning <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>13.00-15.00:</u> Passivhus- fordypning
Onsdag 25.03	<u>09.30-10.00:</u> Briefing før møte <u>10.00-10.30:</u> Veiledermøte <u>10.30-13.30:</u> Skreiv møtereferat <u>13.30-14.00:</u> Lunsj <u>14.00-16.00:</u> Fordypning passivhus <u>21.00-23.00:</u> Archicad, Grethes hus bok 2 t.o.m. s.79	<u>09.30-10.00:</u> Briefing før møte <u>10.00-10.30:</u> Veiledermøte med Max <u>10.30-13.30:</u> Fordypning i passivhus <u>13.30-14.00:</u> Lunsj <u>14.00-16.00:</u> Fordypning i passivhus	<u>09.30-10.00:</u> Briefing før møte <u>10.00-10.30:</u> Veiledermøte <u>10.30-13.30:</u> Fordypning passivhus <u>13.30-14.00:</u> Lunsj <u>14.00-16.00:</u> Fordypning passivhus
Torsdag 26.03	<u>08.30-11.00:</u> Archicad, ferdig med Grethes hus bok 2. <u>11.00-12.30:</u> Passivhus- fordypning <u>12.30-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-15.00:</u> Passivhus-fordypning	<u>08.00-12.30:</u> Fordypning i miljø innenfor passivhus tema <u>12.30-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-15.00:</u> Fordypning i miljø innenfor passivhus tema	<u>08.00-12.30:</u> Søkte etter diskusjon og forskning innen passivhus <u>12.30-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-15.30:</u> Søkte etter diskusjon og forskning innen passivhus
Fredag 27.03			

Logg uke 15

Liv Randi – Gruppeleder

Elling – Sekretær

Thea Sofie - Gruppemedlem

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 06.04			
Tirsdag 07.04	<p><u>09.00-12.00</u>: Jobba med spm til spørreundersøkelse, sendte mail til sula kommune, fiksa litt på framdriftsrapport.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.30</u>: Fordypning passivhus, erfaringer.</p>	<p><u>08.30-11.30</u>: Jobbet med spørreundersøkelsen. Diskuterte med gruppen.</p>	<p><u>09.00-12.00</u>: Jobbet med fremdriftsrapporten. Diskuterte hva vi skulle gjøre fremover.</p> <p><u>12.00-12.30</u>: Lunsj</p> <p><u>12.30-15.30</u>: Fordypning passivhus, erfaringer.</p>
Onsdag 08.04	<p>Forelesning.</p> <p>Jobbet med eksamensspm.</p> <p>Møte med Max</p>	<p>Forelesning.</p> <p>Jobbet med eksamensspm.</p> <p>Møte med Max</p>	<p>Forelesning.</p> <p>Jobbet med eksamensspm</p> <p>Møte med Max</p>
Torsdag 09.04	<p><u>08.30-11.30</u>: Passivhus fordypning inneklime og merkostnader</p> <p><u>11.30-12.00</u>: Lunsj</p> <p><u>12.00-16.30</u>: Grundig gjennomgang av prosjektrapport 90 og 113.</p>	<p><u>08.30-11.30</u>: Diskuterte med gruppen. Leste om solenergikalkulator.</p> <p><u>11.30-12.00</u>: Lunsj</p> <p><u>12.00-13.30</u>: Skissing, oppbygging av bolig</p>	<p><u>08.30-11.30</u>: Søkte etter erfaringer med inneklime. Fant ut tykkelser på vegger, tak og gulv i tomannsboligen</p> <p><u>11.30-12.00</u>: Lunsj</p> <p><u>12.00-15.30</u>: Fordypning passivhus økonomi</p>
Fredag 10.04	<p>Eksamensforberedelser til I.S.S.</p>	<p>Eksamensforberedelser til I.S.S.</p>	<p>Eksamensforberedelser til I.S.S.</p>

Søndag 12.04		<u>13.00-17.00</u> : Skisset på tomannsboligen. <u>20.00-22.00</u> : Skisset	
-----------------	--	--	--

Logg Uke 16

Liv Randi – Sekretær

Elling – Gruppemedlem

Thea Sofie - Gruppeleder

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 13.04	<u>08.00-11.00</u> : Passivhus fordypning, skrive om inneklima. <u>11.00-11.30</u> : Skrive framdriftsrapport. <u>11.30-12.30</u> : Skrive om inneklima. <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Fors. Skrive om inneklima <u>20.00-22.00</u> : Inneklima	<u>09.30-12.30</u> : Tegnet i Archicad <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Tegnet i Archicad	<u>08.30-12.30</u> : Passivhus fordypning, skreiv om økonomi <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.00</u> : Leste rapport om fukttesting i passivhus
Tirsdag 14.04	<u>08.30-12.30</u> : Passivhus fordypning, arbeide med rapport 90, tidl. erfaringer <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-16.30</u> : Passivhus fordypning, arbeide med rapport 90, tidl. erfaringer	<u>08.30-12.30</u> : ArchiCad <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-14.30</u> : ArchiCad	<u>08.30-12.30</u> : Leste rapporten om ENTRE- prosjektet <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-14.00</u> : Leste videre i rapporten. <u>19.00-21.00</u> : Leste ferdig rapporten

Onsdag 15.04	<u>08.30-13.00:</u> Inneklima, rapport inneklima i energieffektive boliger <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-16.00:</u> Forts. skrivning inneklima.	<u>10.00-12.00:</u> ArchiCad <u>12.00-14.00:</u> Pause <u>14.00-21.00:</u> ArchiCad	<u>08.30-13.00:</u> Skreiv om økonomi <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-16.00:</u> Skreiv videre om økonomi
Torsdag 16.04	<u>08.30-11.30:</u> Skriver om erfaringer inneklima passivhus. <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-17.00:</u> Forts. erfaringer inneklima.	<u>09.30-13.30:</u> ArchiCad <u>13.30-14.00:</u> Lunsj <u>14.00-15.30:</u> ArchiCad	<u>08.30-11.30:</u> Skreiv om fukt i yttervegg passivhus <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-15.30:</u> Skreiv om fukt i yttervegg passivhus
Fredag 17.04	<u>09.00-11.30:</u> Skrive om erfaringer i passivhus. <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-15.00:</u> Erfaringer i passivhus.	<u>09.00-11.30:</u> ArchiCad <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-16.00:</u> ArchiCad	<u>08.30-11.30:</u> Skreiv om fukt i yttervegg passivhus <u>11.30-12.00:</u> Lunsj <u>12.00-15.30:</u> Skreiv om fukt i yttervegg passivhus
Lørdag 18.04		<u>18.00-21.00:</u> ArchiCad	
Søndag 19.04	<u>10.30-14.30:</u> Erfaringer inneklima fordypning	<u>13.00-17.00:</u> ArchiCad <u>18.00-22.00:</u> ArchiCad	

Logg Uke 17

Liv Randi – Gruppemedlem

Elling – Gruppeleder

Thea Sofie - Sekretær

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 20.04	<u>12.00-17.00</u> : Inneklima <u>17.00-19.00</u> : Pause <u>19.00-22.00</u> : Finskrive inneklima	<u>09.00-10.30</u> : ArchiCad <u>17.00-23.00</u> : ArchiCad	<u>08.30-11.30</u> : Skreiv om fukt i yttervegg passivhus <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-14.00</u> : Skreiv om økonomi
Tirsdag 21.04	<u>10.30-16.00</u> : Innledning inneklima, finskrive. <u>21.00-01.00</u> : Tilføy mer på inneklima, finskrive.	<u>08.30-11.30</u> : ArchiCad <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-16.00</u> : ArchiCad <u>20.00-22.30</u> : ArchiCad	<u>08.30-11.30</u> : Skreiv om økonmiberegning <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-16.00</u> : Regnet på vidusareal og leste om enova-støten og forslag til TEK15
Onsdag 22.04	<u>08.30-11.30</u> : finskrive inneklima <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-14.30</u> : Finskrive inneklima <u>19.00-23.00</u> : Energi erfaringer	<u>10.30-11.30</u> : Møte med Sigrid i Vestbohus <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-14.00</u> : ArchiCad <u>15.00-21.00</u> : ArchiCad <u>21.30-23.30</u> : ArchiCad	<u>10.30-11.30</u> : Møte med Sigrid i Vestbohus <u>11.30-12.00</u> : Lunsj <u>12.00-15.00</u> : Satte seg inn i varmetapberegning
Torsdag 23.04	<u>08.30-10.00</u> : Energi erfaringer <u>10.00-12.30</u> : Utføre spørreundersøkelse <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-15.30</u> : Sette inn bilder inneklima, energi	<u>09.00-13.00</u> : ArchiCad <u>13.00-13.30</u> : Lunsj <u>13.30-17.00</u> : ArchiCad <u>18.00-24.00</u> : ArchiCad	<u>08.30-10.00</u> : Satte seg inn i varmetapsberegning <u>10.00-12.30</u> : Utførte spørreundersøkelse <u>12.30-13.00</u> : Lunsj <u>13.00-15.30</u> : Skreiv om Enovastøtten

Fredag 24.04		<u>09.30-13.00</u> : ArchiCad <u>13.00-13.30</u> : Lunsj <u>13.30-16.30</u> : ArchiCad	<u>11.00-15.30</u> : Skreiv ferdig om Enova
Søndag 26.04	<u>20.00-22.00</u> : Skrev inn intervjuene med boligprodusentene.	<u>18.00-22.00</u> : Archicad	

Logg Uke 18

Liv Randi – Gruppeleder

Elling – Sekretær

Thea Sofie - Gruppemedlem

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 27.04	<u>08.00-09.00</u> : Skrev inn intervjuene med boligprodusentene. <u>09.00-12.00</u> : Skrev fremdriftsrapport, gruppemøte. <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Såg på tidl. Bacheloroppgaver. <u>19.00-22.00</u> : Bearbeidde intervju, resultat.	<u>09.00-12.00</u> : Gruppemøte, avklarte rammer rundt skriving av diskusjon og resultat delen <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Uformelt møte med Liv Møller. Søking etter lignende rapporter. <u>19.00-22.00</u> : ArchiCad	<u>08.30-12.00</u> : Gruppemøte, avklarte rammer rundt skriving av diskusjon og resultat delen <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : TEK-sjekk energiberegning
Tirsdag 28.04	<u>08.00-12.00</u> : Skrev resultat intervju <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : Resultat intervju. <u>16.00-18.30</u> : Lagde en oversikt over hva som gjenstår	<u>08.30-12.00</u> : ArchiCad <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.00</u> : ArchiCad <u>16.00-18.30</u> : Lagde en oversikt over hva som gjenstår	<u>08.30-12.00</u> : TEK-sjekk energiberegning <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : TEK-sjekk energiberegning

Onsdag 29.04	<u>08.30-12.00</u> : korrektur lesing <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.30</u> : Korrektur lesing <u>19.00-01.30</u> : Korrektur lesing	<u>08.30-12.00</u> : korrektur lesing <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-16.30</u> : Korrektur lesing <u>19.00-01.30</u> : Korrektur lesing ArchiCad	<u>08.30-12.00</u> : TEK-sjekk energiberegning <u>12.00-12.30</u> : Lunsj <u>12.30-15.30</u> : Bildetaking og filming med drone over tomt.
Torsdag 30.04			
Fredag 01.05			

Logg Uke 19

Liv Randi – Sekretær

Elling – Gruppemedlem

Thea Sofie - Gruppeleder

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 04.05			
Tirsdag 05.05	Eksamen i I.S.S	Eksamen i I.S.S	Eksamen i I.S.S
Onsdag 06.05	<u>09.00-10.00</u> : Diskusjon med gruppen (gruppemøte) <u>10.00-11.00</u> : Møte med Max	<u>08.30-10.00</u> : Diskusjon med gruppen (gruppemøte) <u>10.00-11.00</u> : Møte med Max <u>11.00-12.00</u> : Diskusjonsdel til boligen	<u>09.00-10.00</u> : Diskuterte innad i gruppen resterende deler av oppgaven. <u>11.00-10.00</u> : Møte med Max.

	<p><u>11.00-12.00:</u> Diskusjonsdel til bolig/inneklima</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-16.00:</u> Skrivning av diskusjonsdel</p> <p><u>20.00-22.00:</u> Fortsettelse</p>	<p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-16.00:</u> Skrivning av diskusjonsdel</p> <p><u>20.00-22.00:</u> Fortsettelse</p>	<p><u>11.00-12.00:</u> Begynte å skrive diskusjonsdel om fukt</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-15.00:</u> Skreiv videre om diskusjon på fukt</p>
Torsdag 07.05	<p><u>08.30-12.00:</u> Diskusjon innesklima</p> <p><u>12.00-13.00:</u> Lunsj</p> <p><u>13.00-17.30:</u> Ferdig diskusjon.</p> <p><u>17.30-20.00:</u> Skreiv innledning til intervju resultat, jobbet med komplett intervju i vedlegg.</p>	<p><u>09.00-12.00:</u> Ferdigstilling av tegningene.</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-15.00:</u> Ferdigstilling av tegningene.</p> <p><u>18.00-22.00:</u> Leste korrektur. Skriving av diskusjonsdel</p>	<p><u>08.30-12.00:</u> Diskusjon fukt</p> <p><u>12.00-12.30:</u> Lunsj</p> <p><u>12.30-15.30:</u> Fortsatte med diskusjon om fukt.</p> <p><u>18.00-20.30:</u> Skreiv ferdig diskusjon om fukt og begynte på økonomi</p>
Fredag 08.05	<p><u>08.30-09.30:</u> Ferdig komplett intervju vedlegg</p> <p><u>09.30-10.00:</u> Fremdriftsrapport</p> <p><u>10.00-12.00:</u> Sammenstille passivhus, energi, økonomi</p> <p><u>12.00-13.30:</u> Lunsj</p> <p><u>13.30-20.30:</u> Forts. sammenstilling</p>	<p><u>08.30-12.00:</u> Skrev ferdig sammendrag av befarings/kundemøte</p> <p><u>12.00-13.00:</u> Lunsj</p> <p><u>13.00-16.00:</u> Skrev om plassering og orientering.</p> <p><u>17.30-21.00:</u> Fortsatte og skrive</p>	<p><u>09.00-12.00:</u> Regnet merkostnad for bygget vårt.</p> <p><u>12.00-13.00:</u> Lunsj</p> <p><u>13.00-20.00:</u> Fortsatte med merkostnadsberegning</p>
Lørdag 09.05	<p><u>09.00-15.30:</u> Energi og økonomi</p>	<p><u>09.30-15.30:</u> Skrev diskusjon. Redigerte bilde av huset på tomten</p>	<p><u>09.30-15.00:</u> Skreiv ferdig økonomi og begynte å skriv diskusjon om Enova</p>
Søndag 10.05	<p><u>08.30-11.30:</u> Passivhus og klimautfordringer.</p>	<p><u>10.00-12.00:</u> Redigerte bilde</p> <p><u>12.00-15.00:</u> Skrev diskusjon</p> <p><u>17.00-20.00:</u> Skisset tomteløsninger</p>	

Logg Uke 20

Liv Randi – Gruppemedlem

Elling – Gruppeleder

Thea Sofie – Sekretær

Dato	Liv	Thea	Elling
Mandag 11.05	<u>08.30-10.00:</u> Forbereding til veiledermøte. <u>10.00-12.00:</u> Møte med Max. <u>12.00-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-16.00:</u> Nåverdiberegning <u>18.00-22.30:</u> Nåverdi og redigering av lydkapittelet.	<u>09.00-10.00:</u> Printet ut oppgaven, og forberedt til møte <u>10.00-12.00:</u> Møte med Max <u>12.00-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-16.00:</u> Laget til skisser til diskusjonsdel <u>18.00-22.30:</u> Forts.	<u>08.00-10.00:</u> Gjorde meg forberedt til møte med Max <u>10.00-12.00:</u> Møte med Max <u>12.00-13.00:</u> Lunsj <u>13.00-15.30:</u> Endret og finpusset på det veilederen ga tips om <u>17.30-19.30:</u> Skreiv videre på diskusjon og regnet på noen merkostnadstall.
Tirsdag 12.05	<u>09.30-10.30:</u> Møtereferat <u>10.30-12.00:</u> Nåverdiberegning <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-21.00:</u> Skrev ferdig lyd, fikset på vannbåren varme, finskrev, satt inn referanser	<u>09.00-13.00:</u> Tegning, scanning og fiksing av bilder. Skriving <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Skrivning	<u>09.00-13.00:</u> Skreiv om estimering av usikkerhet <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Diskusjon om fremtidige krav
Onsdag 13.05	<u>09.00-13.00:</u> Skrev ferdig om nåverdi. <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Diskusjon konstruksjon	<u>09.00-13.00:</u> Skrivning om diskusjon, solfanger og bolig. <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Forts. skrivning	<u>09.00-13.00:</u> Diskusjon om energi <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-15.00:</u> Diskusjon energi

Torsdag 14.05	<u>10.00-15.00:</u> Korrektur, skrev diskusjon konstruksjon <u>15.00-15.30:</u> Lunsj <u>15.30-22.00:</u> Skrev diskusjon konstruksjon	<u>09.30-15.00:</u> Skrivning om diskusjon tomannsbolig. <u>15.00-15.30:</u> Lunsj <u>15.30-22.00:</u> Fortsettelse	<u>09.30-13.00:</u> Diskusjon om konstruksjon <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Diskusjon om konstruksjon
Fredag 15.05	<u>08.30-14.00:</u> Skrev innledning <u>14.00-15.00:</u> Lunsj <u>14.30-21.00:</u> Forts. innledning	<u>09.30-14.00:</u> Skrivning av metoder <u>14.00-14.30:</u> Lunsj <u>14.30-18.00:</u> Fortsettelse <u>18.00-19.00:</u> Pause <u>19.00-22.30:</u> Fortsettelse	<u>09.30-13.00:</u> Forord <u>13.00-13.30:</u> Lunsj <u>13.30-21.00:</u> Finpussing av ulike deler
Lørdag 16.05	<u>09.30-14.00:</u> Skrev overganger/små innledninger <u>14.00-15.00:</u> Lunsj <u>14.30-02.00:</u> Skrev konklusjon og sammendrag.	<u>09.30-14.00:</u> Ferdigstillelse av metodedelen <u>14.00-15.00:</u> Lunsj <u>14.30-23.00:</u> Skreiv resultat delen. Leste korrektur	<u>09.30-14.00:</u> Finpussing <u>14.00-15.00:</u> Lunsj <u>14.30-23.00:</u> Skreiv inn deler som manglet
Søndag 17.05	<u>09.30-17.00:</u> Forts. Sammendrag og konklusjon. Korrektur. Satt inn referanser. Figur- og tabelliste.	<u>09.30-17.00:</u> Forts. på resultat. Leste korrektur	<u>09.30-12.00:</u> Finpussing av diskusjon <u>12.00-12.30:</u> Lunsj <u>12.30-17.00:</u> Videre finpuss