

Hvor ligger kostnadsdriverne for aktivhus?

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for arkitektur og billedkunst
Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning

Vidar Julian Grovassbakk

Hvor ligger kostnadsdriverne for aktivhus?

Masteroppgave i eiendomsutvikling og -forvaltning

Trondheim, våren 2013





Oppgavens tittel: Hvor ligger kostnadsdriverne for aktivhus? What factors make Active Houses more expensive?	Dato: 13. juni 2013		
	Antall sider (inkl. bilag): 226		
	Masteroppgave	<input checked="" type="checkbox"/>	Prosjektoppgave
Navn: Vidar Julian Grovassbakk			
Faglærer/veileder: Nils Olsson			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Børge Aadland			

Ekstrakt:

EU og Den norske regjering ønsker mer klimavennlige og energieffektive boliger i tiden som kommer. Bygninger står i europeisk sammenheng for 40 % av energi- og materialbruken. Frem mot 2020 skal standarden bli såkalte «nesten-nullenergibygg», altså boliger som har svært lite energibehov og klimabelastning. Mange kritiserer passivhus for å ha et ensidig fokus på energieffektivitet på bekostning av bokomfort og innneklima. I kjølvannet av dette har aktivhus oppstått. Aktivhus fokuserer på energieffektivitet, innemiljø og miljøbelastning i et helhetlig konsept der brukeren settes i fokus.

Denne oppgaven forsøker å definere hva aktivhus innebærer, og hvilke elementer som bidrar til å drive kostnadene for slike oppover. For å belyse kostnadsbildet har to norske aktivhus blitt studert og analysert i forhold til løsninger og egenskaper. Prosjektene er begge pilotprosjekter, og kostnadsbildet blir derfor deretter. Når det foreligger flere sammenlignbare prosjekter kan mer nøyaktige kostnadsdata studeres. I tillegg til case-studiene har jeg prosjektert en bygning og oppgradert denne til hhv. Passivhus og aktivhus. Kostnadene for dette prosjekterte eksempelet har blitt presentert i en kalkyle og vurdert opp i mot hverandre i en nåverdiberegning for 10, 30 og 60 år.

Avhengig av ambisjonsnivået for prosjektet tyder det på at de forskjellige tekniske installasjonene utgjør storparten av merkostnadene for aktivhus, da spesielt i forhold til boliger prosjektert etter teknisk forskrift (TEK10). Aktivhus krever i stor grad automatiske styringssystemer for solavskjerming, naturlig lufting gjennom fasade- og takvinduer, solfanger- og solcellesystemer. Disse bidrar til betydelige merkostnader for et prosjekt. I tillegg kommer ekstrakostnader for å oppgradere vegger, tak og vinduer til passivhusnivå. Erfaringstall viser at passivhus koster 5-10 % mer enn TEK10-hus. Inntil videre kan det tyde på at gode aktivhus vil koste mellom 10-20 % mer enn TEK10-hus. Gode aktivhus vil nå regjeringens mål om nesten-nullenergibygg. Et viktig poeng er at huset prosjekteres som aktivhus fra starten av. Boliger prosjektert etter TEK10 som oppgraderes med aktive elementer kan fort bli langt dyrere enn godt prosjekterte aktivhus.

Stikkord:

1. Aktivhus
2. Miljøvennlig boligbygging
3. Kostnader for aktivhus
4. utfordringer for aktivhus

“

*We shape our buildings,
and afterwards our
buildings shape us.*

”

-Sir Winston Churchill

**MASTEROPPGAVE I STUDIEPROGRAMMET MASTER I
EIENDOMSUTVIKLING OG FORVALTNING**

for

Masterstudent

VIDAR JULIAN G. ROVASSBAKK

Fagområde

Eiendomsutvikling og forvaltning

Utleveringsdato

Innleveringsdato

Tittel oppgave

Hvor LIGGER KOSTNADSDRIVERNE
FOR AKTIVHUS?

Formål

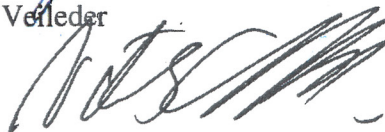
Å avdekke hvilke faktorer
som driver kostnadene for aktivhus oppover.

Følgende hovedpunkter skal behandles;

1. Hvordan øker arbeidsmengden for prosjekterende og utførende med aktivhus kontra tradisjonelle hus / passivhus?
2. Hvordan påvirker materialvalg kostnadene?
3. Hvor mye dyrere blir aktivhus kontra TEK10 og passivhus?
4. Hvilke støtteordninger kan de som bygger aktivhus få?



Verleder



Programleder

PostadresseA. Getz vei 3,
7491 Trondheim**Org.nr.** 974 767 880E-post:
inst.bpf@ab.ntnu.no
<http://www.ab.ntnu.no/byggekunst>**Besøksadresse**A. Getz vei 3
7491 Trondheim**Telefon**

+ 47 73 59 50 50

Telefaks

+ 47 73 59 53 59

Tlf: + 47

FORORD

Denne oppgaven utgjør min avsluttende masteravhandling i Eiendomsutvikling og -forvaltning ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven teller 30 studiepoeng. Formålet med oppgaven har vært å undersøke det nye begrepet «Aktivhus» og hvilke kostnader som forbindes med dette. Interessen for området kommer fra min bakgrunn som bygningsingeniør ved Norgeshus AS og et ønske om å være med og forme framtidens boliger. Oppgaven har gitt meg innsikt i nye boligkonsepter og utfordringer som venter fram mot EUs og regjeringens mål om nesten-nul-lenergibygninger innen 2020.

Jeg ønsker å takke Norgeshus AS for all støtte gjennom de siste to års masterstudium. Både økonomisk og faglig har firmaet støttet, tilrettelagt og gitt meg uvurderlig hjelp i studietiden.

Jeg vil også takke Børge Aadland ved Høgskolen i Bergen og Nils Olsson ved NTNU for kyndig veiledning, Ástridur Birna Arnadóttir ved VELUX for godt samarbeid og informasjonsutveksling, intervjuobjektene som velvillig har svart på mine spørsmål og alle andre som har bidratt til å gjøre oppgaven bedre.

Trondheim, juni 2013.

Vidar Julian Grovassbakk.

SAMMENDRAG

I dag er det et økende fokus på energivennlig og miljøvennlig bygging. I europeisk sammenheng står bygninger for 40 % av energi- og materialbruken. EU har satt mål om at medlemsland bare skal bygge nesten-nullenergihus innen 2020. Norge har fulgt opp med Stortingsmelding 28 – «Gode bygg for eit beitre samfunn». Her foreslås det passivhus-nivå som forskriftskrav innen 2015 og nesten-nullenergihus innen 2020. Stortingsmeldingen følger opp Klimameldingen som ble lansert i april 2012 som varsler at energikravene for boliger skal skjerpes i tiden som kommer.

Samtidig som fokuset på energivennlige og bærekraftige boliger økes, har boligprisene økt markant over hele landet. Boligmangelen begynner å bli betydelig. Årlig bygges det rundt 38 000 færre boliger enn behovet tilsier. Mange frykter økte byggekostnader som følge av strengere krav. Dette kan skape enda dyrere boliger. Passivhus anslås som 5-10 % dyrere enn vanlige forskriftshus.

I denne oppgaven blir konseptet aktivhus analysert og vurdert. Aktivhus er en holistisk tilnærming til boligbygging der brukeren blir satt i sentrum. Tre fokusområder er spesielt viktige for aktivhus: energieffektivitet, miljøbelastning og innemiljø. Energieffektivitet skal oppnås ved hjelp av godt isolerte og tette konstruksjoner. Miljøbelastningen reduseres ved bruk av naturlige materialer og reduksjon av avfall, samt tiltak for å redusere ferskvannsbehov og forurensing av grunnvann. Inne-miljø skal skapes ved gode dagslysforhold og frisk luft. Frisk luft kan oppnås ved naturlig ventilasjon så fremt klimaet tillater det. I Norge vil nok hybridventilasjon benyttes mest. Det innebærer bruk av balansert ventilasjonsanlegg for varmegjenvinning på vinteren og naturlig lufting om sommeren.

Problemstillingen spør «Hvor ligger kostnadsdriverne for aktivhus?». Til denne problemstillingen er det stilt fire forskningsspørsmål:

- Hvordan øker arbeidsomfanget for prosjekterende og utførende med aktivhus kontra tradisjonelle hus?
- Hvordan påvirker materialvalg kostnadene?
- Hvor mye dyrere blir aktivhus kontra TEK10 og passivhus?
- Hvilke støtteordninger kan man få når man bygger aktivhus?

På bakgrunn av case-studier av to aktivhus bygd i Norge, et selvprosjektert eksempel samt sammenligninger med passivhus og «Zero Energy Building» (ZEB) er det vurdert hvordan kostnadsbildet ser ut for aktivhus som konsept. Tekniske installasjoner som solfangere, solcellepaneler og automatisk styringssystem for vinduslufting og inneklimate står for betydelige kostnader. Vegg- og

takoppbygging kan også utgjøre store merkostnader. Passivhusnivå på vegger og tak er atskillig dyrere enn TEK10-nivå. Ambisjonsnivået avgjør hvor store ekstrakostnader det faktisk blir. Et aktivhus kan bygges som et TEK10-hus, med tradisjonelle materialer og løsninger. Dette vil være et lavt ambisjonsnivå. Et aktivhus med høyeste ambisjonsnivå vil antakeligvis overgå nullenergihus i ytelse over sin levetid. For slike vil det bli vesentlige merkostnader, antakeligvis mellom 10-20 % over TEK10-nivå. Dette forutsetter et godt prosjektert bygg som er planlagt som aktivhus fra første strek. Bygninger som ikke er planlagt som aktivhus fra bunnen av vil bli enda dyrere.

Vurderingene for kostnader er gjort på bakgrunn av intervjuer med prosjektlederne for de to aktivhusene og andre fagpersoner i byggebransjen, rapporter og bøker om passivhus og ZEB samt et prosjektert eksempel der erfaringstall for bygningskomponenter knyttes mot en kalkyle.

ABSTRACT

There is a growing interest in energy efficient and sustainable constructions. In European context, buildings account for approximately 40% of energy- and material use. The EU has set targets for Member States to build only nearly zero energy buildings by 2020. The Norwegian Government has established similar goals, with passive level houses by 2015 and nearly zero energy buildings by 2020.

As the focus on sustainable construction increases, so have the house prices. The housing shortage is significant. Each year we are building about 38 000 fewer homes than we need, and many fear increased construction costs due to stricter requirements. Passive houses are expected to be about 5-10% more expensive than regular houses.

In this thesis the concept active house is analysed and evaluated. Active house is a holistic approach to home building where the end user is in focus. Three focus areas are particularly important for active houses: energy efficiency, environmental impact and indoor environment. Energy efficiency is achieved through well insulated and air-tight house shells. The environmental impact is reduced by use of natural materials and waste reduction, as well as measures to reduce freshwater demand and acidification of groundwater. Indoor environment will be created by good daylight conditions and fresh air. Fresh air can best be achieved in many cases by natural ventilation as long as the climate permits. Hybrid ventilation is probably the technique that suits Norwegian climate best. That means balanced ventilation systems with heat recovery in the winter and natural ventilation in summer.

The problem for this thesis is “What factors make active houses more expensive?” For this problem, four research questions are posed:

- How is the work load for designers and contractors with active houses versus traditional houses?
- How do material choices affect the end costs?
- How much more expensive is an active house versus a traditional house?
- What support can you get when building active houses?

Based on case studies of two Norwegian active houses, a self-planned active house as well as comparisons with passive houses and “Zero Energy Buildings” (ZEB), it’s considered how costs compare for active houses as a concept. Technical installations like solar collectors, photovoltaic panels

and automatic control systems for window ventilation and indoor environment represents significant costs. Wall and roof constructions may also pose major additional costs. Passive house level on walls and roof constructions are considerable more expensive than that of traditional houses. The ambition level determines the actual increase in costs. An active house can be built by national building code with traditional materials and solutions. This represents a low level of ambition. On the opposite, an active house with the highest level of ambition will probably surpass ZEBs in performance over its lifetime. For such, the additional costs will probably be approximately 10-20% over that of a traditional house. The most important aspect is that the house is planned as an active house from the beginning. Houses converted to active house from other building concepts will probably be even more expensive.

Assessments for costs is based on interviews with the project leaders of the two active houses and other professionals in the building industry, reports and books about passive houses and ZEB, as well as a self-planned example project where empirical data for building component costs are used.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	v
Sammendragvii
Abstractix
Innholdsfortegnelsexi
Figurlistexv
Tabellistexvii
1. Innledning _____	1
1.1. Bakgrunn for oppgaven	1
1.1.1. Stortingsmelding 28 og BA-næringens energibruk	1
1.1.2. Lav boligbygging – høyere priser	2
1.2. Oppgavens formål	3
1.3. Problemstilling	3
1.3.1. Avgrensninger i oppgaven.	3
1.4. Oppgavens oppbygging	4
1.5. Definisjoner og begreper	4
2. Metode _____	7
2.1. Valg av forskningsdesign.	7
2.2. Valg av metode.	8
2.3. Datainnsamling	8
2.3.1. Litteraturstudie	9
2.3.2. Intervju	9
2.3.3. Case-studie	11
2.4. Validitet og reliabilitet	11
2.5. Programvare	12
2.6. Prosjektert eksempel og beregningsmetoder	12
3. Teori _____	15
3.1. Passivhus	15
3.1.1. Fakta om passivhus	15
3.1.2. Ekstrakostnader ved passivhus	19
3.1.3. Klimaegenskaper	20

3.2.	Andre miljøvennlige huskonsepter	21
3.2.1.	Zero Energy Building	21
3.2.2.	Green Building	24
3.3.	Energiklassifiseringsordninger	25
3.3.1.	Energimerkeordningen	25
3.3.2.	BREEAM og LEED	28
3.4.	Hva er aktivhus?	32
3.4.1.	Energi	33
3.4.2.	Innemiljø	35
3.4.3.	Miljø	39
3.5.	Ulike definisjoner	41
3.6.	Eksempler på aktivhus	44
3.7.	Utfordringer for miljøvennlige huskonsepter	47
3.7.1.	Kunnskap blant aktører og kjøpere	47
3.7.2.	Kostnader for materialer og tjenester	49
3.7.3.	Betalingsvillighet hos kjøper	50
3.8.	Støtteordninger	52
3.8.1.	Enova	52
3.8.2.	Husbanken	53
4.	Case-studier _____	57
4.1.	Framtidens Aktivhus – Stjørdal	57
4.1.1.	Introduksjon	58
4.1.2.	Valg for klimaskall	58
4.1.3.	Valg for tekniske løsninger	61
4.1.4.	Foreløpig analyse	63
4.2.	ISOBO Aktiv Jadarhus – Sandnes	66
4.2.1.	Introduksjon	66
4.2.2.	Valg for klimaskall	67
4.2.3.	Valg for tekniske løsninger	69
4.2.4.	Foreløpig analyse	70
4.3.	Prosjektert eksempel	72
4.3.1.	Grunnlag	74
4.3.2.	Tekniske løsninger	79
4.3.3.	Egenskaper	80
4.3.4.	Kalkyle	84
4.3.5.	Nåverdiberegning	85

5.	Analyse og diskusjon	89
5.1.	Utforming og plassering	89
5.2.	Tekniske nødvendigheter	90
5.3.	Utfordringer for konseptet	93
5.3.1.	Definisjoner og forskjellige konsepter	93
5.3.2.	Betalingsvilje.	95
5.3.3.	Støtte	96
5.4.	Kostnadsdrivere	98
5.4.1.	Ambisjonsnivå.	98
5.4.2.	Arealkrevende	100
5.4.3.	Prosjektering.	101
5.4.4.	Utførelse.	102
5.5.	Lønnsomhet for utbygger	104
6.	Konklusjon	105
6.1.	Forskningsspørsmål	105
6.1.1.	Arbeidsomfang	105
6.1.2.	Materialvalg	106
6.1.3.	Hvor mye dyrere er aktivhus?	106
6.1.4.	Støtteordninger	107
6.2.	Hva kunne blitt gjort annerledes i denne oppgaven?	108
6.3.	Forslag til videre arbeider	109
	Referanseliste.	111
	Vedlegg	I

FIGURLISTE

Figur 1: Eksplorerende design forklart (Sander 2004a)	7
Figur 2: Varmebehov i en bygning (Standard Norge 2011)	15
Figur 3: Kyotopyramiden (Dokka et al. 2006)	17
Figur 4: Net ZEB-definisjon av «the Danish Strategic Research Centre on Zero Energy Buildings» (Milan et al. 2012)	23
Figur 5: Skisse som viser sammenhengen mellom bygninger og strømnett (Sartori et al. 2012)	23
Figur 6: Eksempel på energimerke	27
Figur 7: Forskjellige miljøsertifiseringsordninger (Malmqvist, T. referert ved Sustainia 2012)	31
Figur 8: Aktivhusalliansens fokusområder for aktivhus (The Active House Alliance 2011)	32
Figur 9: Aktivhusradaren (The Active House Alliance 2011)	33
Figur 10: Trias Energetica	34
Figur 11: Kostnad for lysinstallasjoner (Fontoynt 2009, referert ved Arnesen et al. 2011)	36
Figur 12: Optimal sone for relativ luftfuktighet (Arundel et al. 1986)	38
Figur 13: Gaia Arkitekter og Aktivhus AS' videreutvikling av aktivhusprinsippene (Aktivhus AS 2013a)	41
Figur 14: Økohuset i Biestøa (Husbanken 2012)	42
Figur 15: Prinsippskisse for naturlig ventilasjon av Gaia Listas prosjekt på Biestøa, med forvarming og forkjøling av luft gjennom varmekollektor (Berge 2013)	43
Figur 16: Passivhuset på Løvset (Norgeshus AS 2013a)	48
Figur 17: Shelter-hus fra Aktivhus AS. Foto: Tom Kolstad (Borud 2011)	48
Figur 18: Prisutvikling for ulike solceller fra 2009-2012. Prisene er grossistpriser eks. mva. (Solar- Server referert ved Thorud et al. 2012)	49
Figur 19: Oppfattet merkostnad vs. reell merkostnad for energieffektive bygg (Sustainia 2012)	51
Figur 20: Saksgangen ved søknad om støtte fra Enova (Enova 2013d)	52
Figur 21: Aktivhuset på Stjørdal (Framtidens Aktivhus AS 2011a)	57
Figur 22: Takkonstruksjon med bæresøyle (Framtidens Aktivhus AS 2011a)	59
Figur 23: Lysforhold Framtidens Aktivhus 1. etg. (Framtidens Aktivhus AS 2012)	60
Figur 24: Lysforhold Framtidens Aktivhus 2. etg. (Framtidens Aktivhus AS 2012)	60
Figur 25: Teknisk rom i Framtidens aktivhus (Vintervoll 2013)	61
Figur 26: Oppvarmingskilder i Framtidens Aktivhus (Framtidens Aktivhus AS 2012)	62
Figur 27: ISOBO Aktiv av Jadarhus. Foto: Torben Eskerod (Boligprodusentene 2012)	66
Figur 28: Lysforhold ISOBO Aktiv 1. etg. (Jadarhus 2011)	68
Figur 29: Lysforhold ISOBO Aktiv 2. etg. (Jadarhus 2011)	68
Figur 30: Skisse som viser de tekniske anleggene i ISOBO Aktiv (Jadarhus 2011)	69
Figur 31: Trend 1 i rekke, perspektiv for prosjekt på Frøya (Norgeshus AS 2013b)	72
Figur 32: Iterativ prosess (Haugen & Hansen 2000)	73
Figur 33: TEK10, Plan 1. etg.	74
Figur 34: TEK10, Plan 2. etg.	74
Figur 35: TEK10, Snitt A	74
Figur 36: TEK10, Snitt B.	74
Figur 37: TEK10, Fasade mot nord og øst.	74
Figur 38: TEK10, Fasade mot sør og vest	74
Figur 39: Passiv, Plan 1. etg.	76
Figur 40: Passiv, Plan 2. etg.	76
Figur 41: Passiv, Snitt A	76
Figur 42: Passiv, Snitt B	76
Figur 43: Passiv, Fasade mot nord og øst	76

Figur 44: Passiv, Fasade mot sør og vest	76
Figur 45: Aktiv, Plan 1. etg.	78
Figur 46: Aktiv, Plan 2. etg.	78
Figur 47: Aktiv, Snitt A	78
Figur 48: Aktiv, Snitt B.	78
Figur 49: Aktiv, Fasade mot nord og øst.	78
Figur 50: Aktiv, Fasade mot sør og vest	78
Figur 51: Nivåer i dagslysfaktormåling	80
Figur 52: Lysnivå i TEK10-bolig, 1. etg.	80
Figur 53: Lysnivå i TEK10-bolig, 2. etg.	80
Figur 54: Lysnivå i passivhusbolig, 1. etg.	80
Figur 55: Lysnivå i passivhusbolig, 2. etg.	80
Figur 56: Lysnivå i aktivhus-bolig, 1. etg.	81
Figur 57: Lysnivå i aktivhus-bolig, 2. etg.	81
Figur 58: Utsikt fra eneboligstrøk i Trondheim. Foto: Google Earth	89
Figur 59: Utsikt fra Oslo. Foto: Google Earth	90
Figur 60: Full score aktivhusradar	100

TABELLISTE

Tabell 1: Boligbygging siden 2000 (Statistisk sentralbyrå 2013b)	2
Tabell 2: Definisjoner og begreper	4
Tabell 3: Sammenheng mellom forskningsdesign og metode (Grenness 1997)	8
Tabell 4: Intervjuobjekter med beskrivelse	10
Tabell 5: Benyttet programvare	12
Tabell 6: Høyeste varmetapstall (Standard Norge 2013)	16
Tabell 7: Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall (Standard Norge 2013)	16
Tabell 8: Passivhus - krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming (Standard Norge 2013)	17
Tabell 9: Kyotopyramiden beskrevet	18
Tabell 10: Torcellini et al. (2006) definisjoner for Zero Energy Building	22
Tabell 11: Dokkas definisjoner for Zero Energy Building	22
Tabell 12: Prinsipper for «Green Building».	24
Tabell 13: Energimerkeskalaen for småhus (Norges vassdrags- og energidirektorat 2011)	26
Tabell 14: Oppvarmingskarakter og typiske kombinasjoner for å oppnå den (Norges vassdrags- og energidirektorat 2010)	27
Tabell 15: Vekting av miljøparametere i BREEAM-NOR	28
Tabell 16: Vekting av miljøparametere i LEED	30
Tabell 17: Hvor kald en flate kan være for muggvekst ved forskjellig luftfukt (Astma- og allergiforbundet & Anticimex 2009)	38
Tabell 18: Lydklasser for boliger. Innendørs lydnivå fra utendørs kilder (Standard Norge 2012)	39
Tabell 19: (Neste side) Eksempler på aktivhus (The Active House Alliance 2013b)	44
Tabell 20: Skjerpet tiltaksmodell (Husbanken 2011)	54
Tabell 21: Faktaboks Framtidens Aktivhus	57
Tabell 22: Faktaboks ISOBO Aktiv	66
Tabell 23: U-verdier for prosjektert eksempel etter TEK10	75
Tabell 24: U-verdier for prosjektert eksempel etter NS 3700	77
Tabell 25: Resultater fra energiberegning for TEK10-hus	82
Tabell 26: Resultater fra evaluering mot NS 3700 for passivhuset	82
Tabell 27: Energiytelsen for passivhuset	82
Tabell 28: Energiytelsen for aktivhuset	83
Tabell 29: Levert energi til aktivhuset	83
Tabell 30: Levert energi til passivhuset	83
Tabell 31: Hovedoppstilling med sammenlignbare kostnader for hustypene	84
Tabell 32: Potensial for spart energi for passiv- og aktivhus	86
Tabell 33: Nåverdianalyse for passivhusoppgradering	86
Tabell 34: Nåverdianalyse for aktivhusoppgradering	86
Tabell 35: Økonomisk smertegrense for passivhusoppgradering	87
Tabell 36: Oppstilling av byggekostnader og tomtekostnader for Oslo og Trondheim	88

1. INNLEDNING

1.1. BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Det råder usikkerhet i byggebransjen om merkostnader og utfordringer med nye forskriftskrav. Når det i tillegg kommer andre sertifiseringsordninger som går ut over forskriftskravene, blir det fort mye å holde styr på.

1.1.1. STORTINGSMELDING 28 OG BA-NÆRINGENS ENERGIBRUK

«Gode bygg for eit beitre samfunn.» Det er navnet på historiens første stortingsmelding som omhandler boligpolitikk, og som ble lansert av regjeringen 15. juni 2012. Den (Stortingsmelding 28) fokuserer på tre viktige områder: miljøbelastning av bygg, forenkling av systemer og byråkrati og økt kompetanse i Bygg- og Anleggsnæringen¹ (Svensen 2012). Rapporten varsler strengere energikrav for bygg og stiller krav til færre byggefeil blant utførende aktører.

Denne rapporten er en videreføring av Klimameldingen (Stortingsmelding 21 (2011-2012)) som ble lansert 25. april 2012. Klimameldingen varsler skjerpede energikrav i byggeteknisk forskrift, med henholdsvis passivhusnivå innen 2015 og nesten-nullenerginivå innen 2020 (Meld. St. nr. 21 (2011-2012) 2012). Dette er i tråd med EUs bygningsdirektiv, som krever 20 % energisparing av primærenergiforbruket² i EU innen 2020 i forhold til 1990-nivå, med delmål å ha nesten nullenergibygninger bygd etter 2020 (Buzek & Garrido 2010; Europalov.no 2013). Passivhusnivå er et ikke definert begrep i dag, men en arbeidsgruppe har blitt satt til å utarbeide ny teknisk forskrift (TEK15) som beskriver dette. «Nesten nullenergibygg» er heller ikke et tallfestet begrep, men tolkes av Arnstadutvalget å være «[...] et bygg på passivhusnivå, dvs. et energinivå på 70-80kWh/m²år i levert energi, der tilnærmet 100 % av varmebehovet er dekket av varmepumper, solfangere og lignende» (Norge & Statens bygningstekniske etat 2010).

BA-næringen omtales globalt sett ofte som 40 % -næringen. Med det menes at ca. 40 % av energibruken, 40 % av materialbruken og 40 % av avfallsmengdene kommer fra BA-næringen (Trondheim kommune 2012). Dette innebærer at det er mye å hente for miljøet på energieffektivisering i denne sektoren. For Norge isolert sett er bildet noe annerledes. Byggenæringen her står for rundt 14 % av avfallsmengdene, inkl. avfall fra nybygging, rehabilitering og rivning (Marton 2008). Strengt gjen-

1 BA-næringen

2 Energiråstoffer vi utvinner direkte fra naturen. Eksempler på primærenergikilder er råolje, vann i regulerte vassdrag, vind og uran (Strøm-Erichsen et al. 1998).

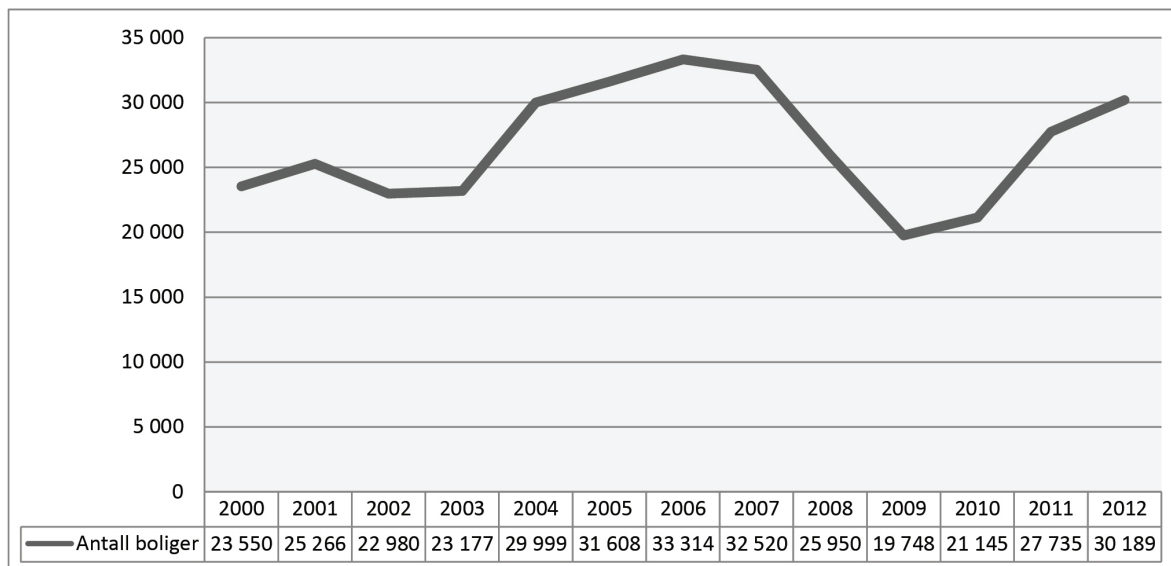
vinningskrav for byggebransjen gjennom Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) kan ha betydning for dette. TEK10 forutsetter en avfallssortering på minimum 60 vektprosent for tiltak beskrevet i § 9-6 (Kommunal- og regionaldepartementet & Norge 2007).

Selv om mange hus bygd i dag fremdeles vil stå i mange år, anslår Arnstadutvalget at vi med dagens bygge- og riverate vil ha skiftet ut 37 % av bygningsmassen innen 2040 (Norge & Statens bygningstekniske etat 2010). Dette betyr at fokus på lavt energibruk i nye hus må stå i et høysete, samtidig som at man må jobbe for å energieffektivisere og rehabilitere gamle bygninger.

1.1.2. LAV BOLIGBYGGING – HØYERE PRISER

Siden lavkonjunkturen under finanskrisen i 2008 og 2009 har boligbyggingen tatt seg stadig oppover. Fra en boligbygging på under 20 000 enheter i 2009 har boligbyggingen steget til rundt 30 000 enheter i 2012. Fremdeles bygges det for lite. Høy innvandring samt sterk vekst i norsk økonomi fører til stor etterspørsel etter boliger, noe som også presser boligprisene oppover. I februar 2013 var byggekostnadsindeksen for boliger 3,1 % høyere enn året før. 4. kvartal 2012 var boligprisindeksen 6,7 % høyere enn året før (Statistisk sentralbyrå 2013d). Særlig i sentrale strøk øker boligprisene mye, med Trondheim på topp med 8,4 % (Statistisk sentralbyrå 2013a).

Tabell 1: Boligbygging siden 2000 (Statistisk sentralbyrå 2013b)



Administrerende direktør Jon Sandnes i Byggenæringens landsforening anslår at det bør bygges minst 38.000 boliger i året for å holde tritt med befolkningsveksten og rundt 40.000 boliger for å senke prisene på boliger. Likevel estimeres det bare en stigning opp mot 36.000 boliger mot 2015 (Byggenæringens landsforening 2013). Det betyr at etterslepet på boliger i Norge vil vokse seg

større, og prisene kan forventes fortsatt å gå oppover. Administrerende direktør i Boligprodusentene, Per Jæger, er usikker på om passivhus er veien å gå nå som etterslepet er så stort. Han mener det heller må bygges gode boliger de fleste har råd til (Jæger 2013).

1.2. OPPGAVENS FORMÅL

Oppgaven har utspring i et ønske om å være med og forme framtidens miljøvennlige og økonomisk bærekraftige boligbygg. I den forbindelse har jeg tatt utgangspunkt i to foregangsprosjekter i Norge, samt vurdert en del andre boligprosjekter i utlandet med henblikk på miljøvennlig tilnærming og kostnader. Dagens lave boligbygging og stigende priser fordrer hus som er økonomisk tilgjengelige for huskjøpere. Å identifisere kostnader ved et bygningskonsept som aktivhus letter prosessen med å presse prisen på dette nedover.

Oppgavens formål er å forme et hus basert på dagens tekniske forskrift (TEK10), omforme det samme huset til passivhus og videre til aktivhus. Alle tre husene blir kalkulert og sammenlignet ved kostnader og ytelse.

1.3. PROBLEMSTILLING

Problemstillingen for denne masteroppgaven er «Hvor ligger kostnadsdriverne for aktivhus?» Denne problemstillingen åpner for mange potensielle forskningsspørsmål. Dem jeg vil fokusere på i denne oppgaven er:

- Hvordan øker arbeidsomfanget for prosjekterende og utførende med aktivhus kontra tradisjonelle hus?
- Hvordan påvirker materialvalg kostnadene?
- Hvor mye dyrere blir aktivhus kontra TEK10 og passivhus?
- Hvilke støtteordninger kan man få når man bygger aktivhus?

1.3.1. AVGRENSNINGER I OPPGAVEN

Denne oppgaven er avgrenset for å kunne være realistisk å gjennomføre innenfor fristen på 20 uker. I den forbindelse er kun utbyggers perspektiv vurdert i kostnadsbildet ved aktivhus. Alle kostnader/besparelser går rett på kalkylegrunnlaget. Hvilken betalingsvillighet som fins blant kjøpere, og eventuelt hvilke støtteordninger disse kan få, blir ikke vurdert i større grad. Ulike miljøgevinster ved forskjellige materialvalg vil heller ikke bli nærmere vurdert.

For det teoretiske caset har det kun blitt vurdert en enkeltstående enebolig. Leilighetsbygg og blokkbebyggelse vil ha andre forutsetninger for tekniske beregninger, da de får en annen veggoverflate og et annet BRA-forhold enn en enebolig.

1.4. OPPGAVENS OPPBYGGING

Oppgaven er bygd opp av syv hovedkapitler.

- Kapittel 2 presenterer metodene som har vært brukt for å besvare de forskningsspørsmålene som er stilt for denne oppgaven med de styrker og svakheter de innehar.
- Kapittel 3 tar for seg teori om ulike miljøvennlige byggekonsepter, samt en dyptgående beskrivelse av aktivhus. Det er forsket lite på aktivhus. Derfor er det nødvendig å blande synspunktene rundt dette med andre miljøbyggkonsepter.
- Kapittel 4 beskriver de to aktivhusene som har blitt bygd i Norge pr. dags dato. I tillegg beskrives her et prosjektert eksempel med kalkyle.
- Kapittel 5 inneholder analysen og diskusjonen om temaet. Her blir informasjonen forsøkt satt i system, og teorien blir vurdert opp mot casene og det prosjekterte eksempelet.
- Kapittel 6 inneholder konklusjonen for oppgaven. Her blir også forslag for videre arbeid presentert.

1.5. DEFINISJONER OG BEGREPER

Her vil jeg definere og beskrive ord og uttrykk som blir brukt i oppgaven.

Tabell 2: Definisjoner og begreper

ZEB	Forskningssenteret for nullutslippsbygg (Zero Emission Buildings). Et av elleve forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) etablert av Norges Forskningsråd. Senteret drives av Fakultet for arkitektur og billedkunst ved NTNU (The Research Centre on Zero Emission Buildings 2013).
Passivhus	Bygning som bare trenger halvparten av tilført energi sammenlignet med en bolig fra 2010. Benytter seg av passive tiltak som tettere bygningskropp, mer isolasjon i vegger og tak samt superisolerte vinduer for å redusere oppvarmingsbehovet (Enova 2012a).
Nullhus	Bygning som i løpet av sin levetid produserer like mye energi som det forbruker, inkludert utslipp fra materialer, byggeprosess og rivning (Enova 2012a).
Plusshus	Bygning som i løpet av sin levetid produserer mer energi enn det forbruker og leverer overskuddet til el-nettet. Produksjon av energi skjer med solfangere, varmepumper, solcellepanel og vindmøller. Inkluderer energi fra materialbruk, byggeprosess og rivning (Enova 2012a).

Aktivhus	Bygning som fokuserer sterkt på effektiv energibruk, redusert miljøpåvirkning og godt innemiljø ved hjelp av god bruk av dagslys og materialbruk Bygges med tanke på å være klimanøytralt gjennom sin levetid. Bruk av mest mulige fornybare energikilder (The Active House Alliance 2012).
Grønn bygging/ Bærekraftig bygging	Å bygge med fokus på miljøvennlige og ressurseffektive metoder, fra design, konstruksjon, drift, vedlikehold og avhending (Green Building 2010).
Livssyklusvurdering	Life Cycle Assessment (LCA). Tar for seg miljøaspektene og mulige miljøpåvirkninger gjennom hele bygningens livsløp, fra anskaffelse av råvarer, produksjon, drift og avhending (Standard Norge 2006).
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Rangeringssystem for bærekraftige bygninger. Utviklet i Storbritannia (BREEAM 2012).
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design. Rangeringssystem for grønn bygging/bærekraftig bygging. Utviklet i USA (U.S. Green Building Council 2012).
Kalkyle	Et oppsett over alle kostnader berammet i et boligprosjekt.
Kostnadsdriver	Faktor som forårsaker endring i de totale kostnadene til et kostnadsobjekt. Slike faktorer kan være tid, volum etc. (Olesen 2000).
BRA	Bruksareal for en bygning ekskludert åpent overbygd areal, etter NS 3940 (Norges byggstandardiseringsråd 2012)
U-verdi	Angir hvor god varmeisolasjonen er for en bygningsdel (Enova 2013a). Oppgis i W/m ² K, som betyr hvor stort varmetap man har gjennom konstruksjonen pr. time
Varmegjennomgangs-tall (λ-verdi)	Angir varmestrømningen gjennom et materiale. Benyttes for å beregne U-verdi for en bygningsdel
LCA (Life Cycle Assessment)	Livsløpsanalyser som benyttes for å gi en samlet vurdering av ressursbruk av miljøpåvirkning av et byggeprosjekt. Ressursbruk fra «vugge til grav» vurderes (Marton 2009).
BIM	BygningsInformasjonsModell. Digital prosjektering av bygg der alle fagområder (bygg, struktur, elektro, VVS etc.) jobber på samme data-modell. Sikrer helhetlig prosjektering og minsker faren for feil som må rettes på byggeplass (buildingSMART 2012).

2. METODE

«Metode, av gr. *methodos* – det å følge en bestemt veg mot et mål, forskning» (Tranøy 2012).

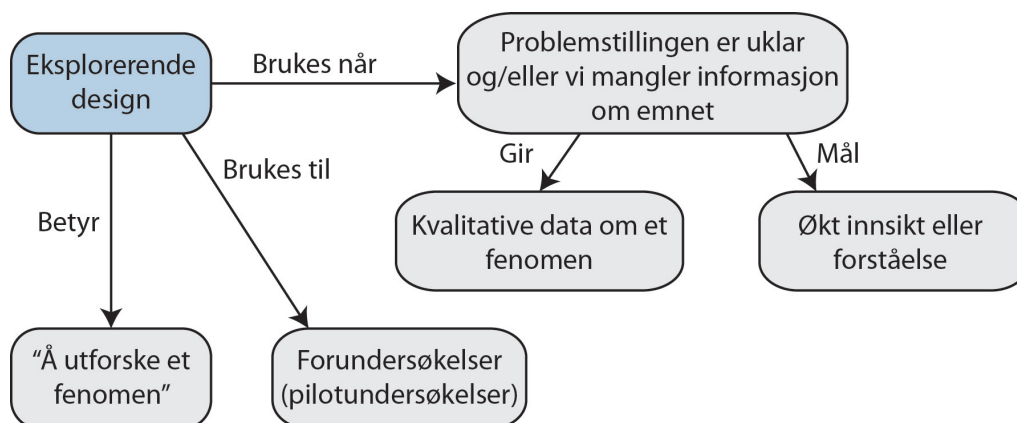
I dette kapittelet vil jeg gjøre rede for metodene som er brukt for å svare på forskningsspørsmålene stilt i denne oppgaven. Metodene er valgt basert på problemstilling, formål med undersøkelsen og hvilke data som skal samles inn. Halvorsen (2003) definerer metode som «[...] *den håndverksmessige siden av vitenskapelig virksomhet, eller mer presist læren om de verktøy en kan benytte for å samle inn informasjon*». Formålet med å beskrive metodene er at resultatene jeg kommer frem til, skal være etterprøvbare.

Kapittelet vil beskrive forskningsdesign og datainnsamlingsmetoder.

2.1. VALG AV FORSKNINGSDESIGN

Metode er som nevnt verktøy for å fremskaffe eller etterprøve kunnskap. Etter at problemstillingen er satt, bør man velge seg et forskningsdesign. Der metoden er redskapet for undersøkelsene, er forskningsdesignet en overordnet beskrivelse av hele analyseprosessen, og hvordan den skal legges opp for å innhente informasjon fra virkeligheten (Halvorsen 2003; Sander 2004b). Selnes (1999) forteller hvordan det finnes tre hovedtyper forskningsdesign for hvordan data skal samles inn. De tre er eksplorerende, beskrivende og kausalt design.

Beskrivende og kausalt design brukes der en har mye informasjon om et emne på forhånd og vil sannsynliggjøre, bevise eller eliminere årsaker og sammenhenger (Sander 2006). For denne oppgaven vil det derimot være behov for et eksplorerende forskningsdesign. Eksplorerende design er hensiktsmessig når man har lite kunnskap om et emne. Målsetningen med dette er å finne en mer presis problemstilling om emnet man kan undersøkes nærmere i en senere fase (Hellevik 1999).



Figur 1: Eksplorerende design forklart (Sander 2004a)

2.2. VALG AV METODE

I forskning deler man i hovedsak mellom *kvantitative* og *kvalitative* metoder. Disse kommer med sine styrker og svakheter. Kvantitative metoder fokuserer på data som er målbare med tall, og tar sikte på å forme informasjonen om til målbare enheter som gir muligheter for regneoperasjoner, statistikk og gjennomsnitt av en større mengde (Dalland 2000). I studier der det er mange representanter og stort utvalg for emnet, kan dette være en god metode.

Kvalitative metoder kjennetegnes ved å ha teksten som det sentrale uttrykk for forskningen (Repstad 1993). De egner seg når man vil fange «myk» informasjon, altså følelser og tanker, meninger og opplevelser, som ikke lar seg måle like lett i tall. Slike metoder baserer seg derfor langt mer på muntlig og tekstlig informasjonsoverføring, med sitater i stedet for tabeller som resultatform (Hellevik 1999).

I Norge er det i dag ikke bygget mange aktivhus, og problemstillingen innbyr heller ikke i særlig grad til en utstrakt bruk av brede spørreundersøkelser. Derfor ble det for denne oppgaven valgt en kvalitativ tilnærming, med intervjuer, case-studier og litteratursøk som metoder for innsamling av primærdata. Metoden er godt egnet for å avdekke erfaringer og meninger om et tema.

Tabell 3: Sammenheng mellom forskningsdesign og metode (Grenness 1997)

Design	Bruksområde	Kjennetegn
Eksplorerende	Formulere problemstillinger	Litteratursøk
	Presisere begreper	Casestudier
	Utvikle hypoteser	Grppesamtaler
	Kunne «gå i dybden», gi innsikt og forståelse	Dybdeintervjuer
Deskriptivt	Beskrive karakteristika ved grupper	Utvalgsundersøkelser (surveys)
	Estimere andel individer med visse egenskaper eller bestemt adferd	Panelstudier
	Predikere bestemte utfall	
Kausalt	Fremskaffe belegg for årsak/virkning – effekter mellom variabler	Laboratorieeksperiment/ Felteksperiment

2.3. DATAINNSAMLING

I denne oppgaven har det blitt foretatt tre ulike former for datainnsamling; intervjuer, litteraturstudier og case-studier. Denne formen for metodebruk kalles *metodetriangulering*, som innebærer at man benytter seg av flere teknikker fra forskjellige metoder for å angripe et problem (Holter & Kalleberg 1982). Metodene er valgt for å forsøke å belyse et lite utforsket tema.

2.3.1. LITTERATURSTUDIE

For oppgaven har rapporter og litteratur knyttet til aktivhus, passivhus og generell miljøvennlig bygging blitt vurdert. Bøker og artikler knyttet til disse emnene har blitt søkt opp via Google, Google Scholar og databasen BIBSYS. I tillegg har vitenskapelige artikler fra www.sciencedirect.com blitt benyttet. Relevante søkeord har vært:

- Aktivhus/Active house
- Green Building
- Sustainable building
- Framtidens bolig

Dalland (2000) forteller hvordan man uten en avgrenset og presis problemstilling ikke vet hva man skal se etter. For aktivhus fins det lite litteratur. Dette kan være da aktivhus som begrep er lite definert i Norge i dag. Informasjon om aktivhus kommer derfor i stor grad fra hefter av The Active House Alliance, en nullprofittsorganisasjon med flere internasjonale og norske medlemmer. Av medlemmer som har vært involvert i utarbeidelsen av denne oppgaven, nevnes VELUX, Jadarhus og Framtidens Aktivhus AS.

Denne mangelen på informasjon om aktivhus gjør at jeg ikke kan vurdere fenomenet isolert sett, men må vurdere konseptet opp mot passivhus, som det fins mer informasjon om. Derfor blir litteratur og rapporter om passivhus og nullutslippsbygg (ZEB) ilagt betydelig vekt i oppgaven. Jacobsen (2005) påpeker nødvendigheten av god kildekritikk, så funn må vurderes og gjerne kryssvalideres før de benyttes i oppgaven. Rapporter fra norske og internasjonale forskermiljøer, som f.eks. SINTEF, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut og ZEB, har blitt vurdert som høyst pålitelige. Resultatet fra litteraturstudiet er presentert i teorikapittelet.

2.3.2. INTERVJU

På bakgrunn av informasjon fra litteraturstudiet ble det utarbeidet en generell intervjuguide for prosjektet. Denne ble lettere modifisert basert på intervjuobjektet og hvilken tilknytning denne har til problemstillingen. Intervjuene er bygd opp som strukturerte intervju, men med rom for å legge til spørsmål og innlegg underveis i intervjuet. Det er viktig i kvalitative intervjuer at intervjuobjektene skal oppleve intervjuet som så nær hverdagssituasjonen som mulig og få lov å styre samtalen. Forskeren skal i hovedsak sette de tematiske rammene og styre intervjuet inn på rett spor igjen hvis samtalen beveger seg vekk fra tema (Holme & Solvang 1996).

I dag oppleves aktivhusmiljøet i Norge som todelt. VELUX' tilnærming går mot «smarte» hus og teknologibruk og omtales ofte i media som «high-tech». Gaia Arkitekter og Aktivhus AS tilnærmer sitt aktivhuskonsept med stor fokus på naturlig materialbruk og naturlig ventilasjon og omtales dermed som «low-tech». Det har blitt forsøkt å få intervjuer med flere representanter for begge miljøene, men grunnet tett program for arkitektene har det bare latt seg gjøre å få én representant fra «low-tech»-miljøet. VELUX sin tilnærming er derfor i større grad representert via intervjuene. Intervjuguiden er lagt opp for at alle skal få uttrykt hva de legger i begrepet aktivhus.

Intervjuobjektene er:

Tabell 4: Intervjuobjekter med beskrivelse

Richard Ligård, Framtidens Aktivhus AS	Daglig leder for Framtidens Aktivhus AS og prosjektleder for aktivhuset på Stjørdal.
Kurt Hobberstad, Jadarhus AS	Eiendoms- og prosjektutvikler ved Jadarhus AS. Prosjektleder ved ISOBO Aktiv, aktivhuset på Sandnes.
Geir Brendeland, Brendeland og Kristoffersen Arkitekter AS	Arkitekt for aktivhuset på Stjørdal.
Rolf Jacobsen, Aktiv-hus AS og Gaia Tjøme	Daglig leder for Aktivhus AS og medlem av Gaia Arkitekter.
Tor Helge Dokka, SINTEF	Seniorforsker ved SINTEF Byggforsk, doktorgrad i inneklime/avgassing/ventilasjonsforhold.
Ole Aksel Sivertsen, Enova	Energirådgiver ved Enova.
Birger Jensen, Husbanken Midt-Norge	Seniorrådgiver i Husbankens miljøgruppe.

Utvalget av intervjuobjekter er basert på hvem som forventes å ha noe med aktivhus å gjøre som begrep, fra forskningsmiljøet, byggemiljøet og offentlige bidragsytere. Det ble lagt opp til rundt 8 intervjuer med hensyn til tid, ressurser og hvilken informasjon jeg forventet å få fra objektene. Det endelige antallet intervjuobjekter landet til slutt på 7 etter at enkelte måtte si nei til å la seg intervjuer pga. dårlig tid.

Intervjuobjekter som befinner seg i Trondheimsregionen, har blitt intervjuet personlig. De andre objektene har blitt intervjuet over telefon. Telefonintervjuer er i utgangspunktet ikke å foretrekke da man ikke får den personlige kontakten med intervjuobjektet og dermed mister «skjult» informasjon i kroppsspråk og væremåte. Tidsbruk og økonomi er faktorer som i hovedsak sørger for at intervjuobjekter som bor langt unna, blir intervjuet pr. telefon. Ingen ønsket å benytte seg av video-telefoni (Skype).

På forhånd har alle intervjuobjekter blitt tilsendt spørsmålene, slik at de kunne forberede seg. I etterkant av intervjuet har svarene blitt renskrevet og oversendt for korrigerende, tilføyende informasjon og endelig godkjenning. Dette sikrer at alle blir sitert korrekt og ikke går ut med informasjon de ikke har lov til/angrer på. De endelige intervjuene med svar ligger som vedlegg til oppgaven.

Alle har godkjent at samtalen ble tatt opp for kvalitetssikring i oppgaven. Tekniske problemer førte til at lydopptaket med Kurt Hobberstad i Jadarhus forsvant. Intervjuet med Hobberstad er derfor i hovedsak renskrevet via e-post, noe som gjør svarene mindre utfyllende enn telefonsamtalene. Min tilknytning til Norges hus har også blitt presentert i min introduksjon til de ulike intervjuobjektene. Dette for at ingen skal føle seg «lurt» i ettertid for å ha kommet med informasjon firmaet som konkurrent ikke skal få tilgang på.

2.3.3. CASE-STUDIE

Case-studier er ofte en foretrukket metode når spørsmålet er «hvordan» eller «hvorfor» (Yin 1994). Selv om min problemstilling spør «hvor» blir case-studiet av de to aktivhusene som fins i Norge, nødvendig for denne oppgaven. Case-studiet er et intensivt opplegg som undersøker mange egenskaper hos en enkelt enhet (Halvorsen 2003). Det er derfor ikke mulig å generalisere ut fra kun én studie.

De to casene for denne oppgaven er aktivhuset på Stjørdal av Framtidens Aktivhus AS og ISOBO Aktiv av Jadarhus i Sandnes. Disse har blitt vurdert for sine klimatiske egenskaper og tilnærming til aktivhuskonseptet. Begge casene er å vurdere som pilotprosjekter. Kostnader forbundet med prosjektering og bygging, samt hvilke løsninger som er brukt i de forskjellige byggene må derfor vurderes deretter. Visjoner og grunntanker for prosjektene blir derfor vurdert i større grad enn budsjetter og pengebruk. Hvert case-studie vil bli nærmere presentert i kapittel 4.

2.4. VALIDITET OG RELIABILITET

Formålet med en undersøkelse vil alltid være å samle empiri, og uansett hva slags empiri det dreier seg om, bør den tilfredsstillende to krav: (Jacobsen 2005)

- Empirien må være gyldig og relevant (valid)
- Empirien må være pålitelig og troverdig (reliabel)

Validiteten er en betegnelse på hvor godt man måler det man ønsker å undersøke. Høy relevans og validitet oppnås hvis det man måler hos noen få også gjelder hos mange (Grenness 1997). Reliabiliteten betegnes ved målingssikkerheten, altså om undersøkelsen er til å stole på. Høy rela-

bilitet betyr at samme resultat oppnås hver gang den samme undersøkelsen finner sted (Jacobsen 2005). Intervjuobjektene som er valgt anses å ha høy grad av både validitet og reliabilitet pga. deres posisjon i bransjen og erfaring med emnet. De representerer i tillegg et stort spenn i bransjen, fra entreprenører og prosjekterende, forskermiljøet og de offentlige støtteetatene. Samlet sett bør synspunktene deres være representative for oppgaven.

2.5. PROGRAMVARE

Her vil programvare som har blitt benyttet i oppgaven bli presentert.

Tabell 5: Benyttet programvare

Program	Funksjon
Graphisoft ArchiCad 16	BIM-verktøy for husmodellering. Benyttes til å prosjektere bygg og utarbeide tegningsgrunnlag.
ISY ByggOffice	Kalkulasjonsprogram. Setter opp kostnadsposter for bygningsdeler basert på NS3451 Bygningsdelstabellen.
VELUX Daylight Visualizer 2	Dagslyssimuleringsprogram. Beregner dagslysfaktor i bygg basert på modeller tegnet i ArchiCad eller lignende programvare.
ProgramByggerne SIMIEN	Simulering av inneklimate og energibruk i bygninger. Beregner energibruk, effektbehov og termisk komfort. Evaluerer mot byggeforskrifter (TEK10) og lavenergi/passivhuskriterier (NS 3700)

Noen av programmene er lisensiert til enkeltbrukere. Utskriftene fra disse vil derfor være merket med Snorre Bjørkum. Han er teknisk sjef ved Norgeshus AS, og dermed ham programmene er lisensiert til.

2.6. PROSJEKTERT EKSEMPEL OG BEREGNINGSMETODER

I kapittel 4 presenteres et prosjektert eksempel. Her har et hus blitt prosjektert først etter gjeldende teknisk forskrift (TEK10), deretter konvertert til passivhus etter NS 3700 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger: boligbygninger*. Energiberegningene gjort i SIMIEN bygger på den dynamiske beregningsmetoden beskrevet i NS 3031 *Beregning av bygningers energiytelse*.

Kalkulasjonsberegningene er gjort basert på erfaringskostnader for bygningsdeler. For nye tekniske elementer der det ikke foreligger gode erfaringstall, eksempelvis solfangersystem, solskjermingssystem og solcellepaneler, er det gjort vurderinger for kostnader basert på intervjuer og samtaler med fagpersoner. Disse kostnadsvurderingene er antakelser, men antas å være innenfor det man kan forvente av utgifter for slike anlegg.

Nåverdiberegning er basert på antatt besparelse i energiutgifter for passiv- og aktivhus, og utgiftene man må ha for å oppnå passiv- og aktivhusnivå. Det beregnes med tre ulike strømpriser; 0,80, 1 og 2kr/kWh. Levetiden for en bygning regnes normalt til 60 år. Levetiden for materialer og tekniske anlegg er normalt 15-25 år. Det vurderes ikke utskifting av materialer da dette krever en mer dyptgående beregning ut over hva tidsrammen til prosjektet tillater. Svarene nåverdiberegningen gir er likevel vurdert som godkjente til å gi vurderingsgrunnlag for investeringene. Det kan forventes at andre vil komme til et likt resultat ved samme fremgangsmåte.

3. TEORI

I dette kapittelet skal jeg se nærmere på teori og litteratur knyttet til aktivhus og andre boliger med miljøprofil. Aktivhus er et begrep blant mange. For å få en bedre forståelse av hvilken posisjon aktivhus kan ha i et boligmarked vil jeg presentere passivhus, nullutslippshus og «grønn boligbygging». Aktivhus henter elementer og ambisjoner fra flere av disse konseptene.

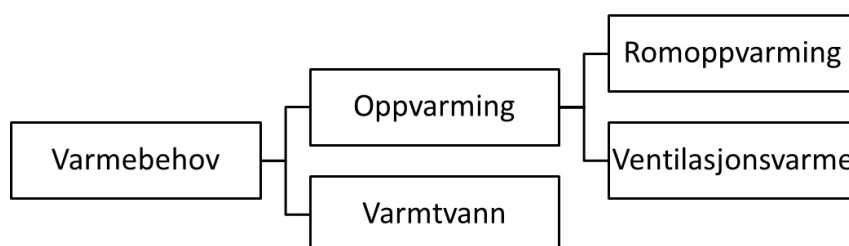
3.1. PASSIVHUS

«Den mest miljøvennlige energien er den som ikke blir brukt» (Dokka et al. 2006).

3.1.1. FAKTA OM PASSIVHUS

Passivhus er hus som er bygget for et svært lavt energibruk sammenlignet med konvensjonelle bygg. Selve konseptet har sin opprinnelse i Tyskland ved dr. Wolfgang Feist (Passivhaus Institute 2013). Navnet kommer av at man tar i bruk passive tiltak for å redusere oppvarmingsbehovet for huset. Disse tiltakene innebærer tykkere og bedre isolasjonsmaterialer i vegger, gulv og tak, høy konstruksjonstetthet (lavt lekkasjetall), tre-lags høyisolerende vinduer, komprimering av bygningsskropp (mindre flate mot kald luft) og orientering på tomte med vindusareal mot sør og vest for varmetilskudd via sol. I tillegg benyttes det varmegjenvinningsanlegg som gjenvinner en stor del av varmen i ventilasjonslufta. To generelle hovedkriterier må oppfylles for å kalle bygget for passivhus: (Passiv.no 2012)

- Beregnet årlig energibehov til romoppvarming må ikke overstige 15 kWh/m^2 pr år.
- Maksimale effektbehov til romoppvarming må ikke overstige 10 W/m^2 .



Figur 2: Varmebehov i en bygning (Standard Norge 2011)

I april 2010 ble Norsk Standard NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergihus – boligbygninger fastsatt. Behovet for å gi en offisiell norsk definisjon av passivhus bunnet ut i at begrepet ikke var entydig definert for norske forhold og kunne dermed ikke benyttes i søknader. Myndighetene trengte også et definert begrep for å påvirke etterspørselen av boliger med lavt energibehov og for å forme fremtidige forskriftskrav og energi- og miljømerkeordninger (Standard Norge 2010).

Passivhus setter en rekke kriterier til varmetapstall og U-verdier i bygningsdeler:

Tabell 6: Høyeste varmetapstall (Standard Norge 2013)

		Varmetapstall, H'' W/(m ² K)		
		Boligbygning der A _f < 100m ²	Boligbygning der 100m ² < A _f < 250m ²	Boligbygning der A _f > 250m ²
Passivhus		0,60	0,55	0,50
Lavenergihus	Klasse 1	0,80	0,75	0,65
	Klasse 2	1,05	0,95	0,80

Tabell 7: Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall (Standard Norge 2013)

Egenskap	Passivhus	Lavenergihus	
		Klasse 1	Klasse 2
U-verdi yttervegg	≤ 0,15 W/m ² K	≤ 0,18 W/m ² K	≤ 0,22 W/m ² K
U-verdi tak	≤ 0,13 W/m ² K	≤ 0,13 W/m ² K	≤ 0,18 W/m ² K
U-verdi gulv	≤ 0,15 W/m ² K	≤ 0,15 W/m ² K	≤ 0,18 W/m ² K
U-verdi vindu	≤ 0,80 W/m ² K	≤ 1,20 W/m ² K	≤ 1,60 W/m ² K
U-verdi dør	≤ 0,80 W/m ² K	≤ 1,20 W/m ² K	≤ 1,60 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi, Ψ	≤ 0,03 W/m ² K	≤ 0,04 W/m ² K	-
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	≥ 80 %	≥ 70 %	-
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	≤ 1,5 kW/m ³ /s	≤ 2,0 kW/m ³ /s	-
Lekkasjetall ved 50 Pa, n₅₀	≤ 0,60 h ⁻¹	≤ 1,0 h ⁻¹	≤ 3,0 h ⁻¹
U-verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene			

I tillegg stilles det krav om beregnet energibehov og energiforsyning. Energeberegningsberegningen baserer seg på årsmiddeltemperatur, noe som gjør at et passivhus i Kautokeino nødvendigvis ikke oppfyller kravene for et passivhus i Oslo.

Tabell 8: Passivhus - krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming (Standard Norge 2013)

Årsmid- deltempera- tur, θ_{vm}	Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming kWh/m ² /år	
	Boligbygning der $A_n < 250 \text{ m}^2$	Boligbygning der $A_n \geq 250 \text{ m}^2$
$\geq 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4x \frac{250 - A_{fl}}{100}$	15
$< 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4x \frac{250 - A_{fl}}{100} + \left(2,4 + 0,59x \frac{250 - A_{fl}}{100} \right) x (6,3 - \theta_{ym})$	$15 + 2,1x(6,3 - \theta_{ym})$

For å oppnå energieffektive bygg bør man følge rekkefølgen i Kyotopyramiden. Den beskriver de viktigste tiltakene for å redusere varmetapet og oppnå en bærekraftig bygning: (Dokka et al. 2006)

**Figur 3:** Kyotopyramiden (Dokka et al. 2006)

Tabell 9: Kyotopyramiden beskrevet

<p>1. Reduser varmetapet</p>	<p>Det første og viktigste tiltaket i pyramiden. Dette tiltaket innebærer flere ledd: (Fjogstad-hus 2011)</p> <p>Det første er å gjøre huset kompakt og arealeffektivt, slik at arealet av tak og yttervegger holdes på et minimum.</p> <p>Det andre er å sørge for at bygget er tett. Luftlekkasjer kan stå for en betydelig andel av varmetapet. God tetting rundt vinduer/dører og andre hull i bygningskroppen, samt overganger mellom vegger og tak/gulv er nødvendig her.</p> <p>Det tredje er å installere et høyeffektivt balansert ventilasjonsanlegg som resirkulerer varmen i fra-lufta. Det er viktig å ha korte luftføringsveger og lite trykkfall for å unngå sjenerende støy og høy energibruk til viftene.</p> <p>Det fjerde tiltaket er ekstra god isolasjon av bygningskomponenter som tak, vegg og gulv.</p> <p>Det siste tiltaket er å benytte seg av superisolerende vinduer. Kravet for TEK10 er vinduer med U-verdi på 1,2, mens for passivhus er kravet 0,7.</p>
<p>2. Reduser EL-forbruket</p>	<p>Steg to er å redusere behovet for elektrisitet i huset. Det kan oppnås ved å benytte seg av energieffektive hvitevarer og belysning, f.eks. LED-lys.</p>
<p>3. Utnytt solenergien</p>	<p>Solen bidrar med mye energi hvis man prosjekterer rett. Plassering og orientering, med vinduer rettet mot sør og vest gir mest lys og soltilskudd. Rom som ikke behøver mye oppvarming, plasseres mot nord. Solfangere vil bidra til forvarming av tappevann og vannbåren oppvarming, og solcellepaneler bidrar med elektrisitet til husholdningen.</p>
<p>4. Vis og reguler energiforbruket</p>	<p>Brukerne av et hus trenger en enkel og lettfattelig tilbakemelding på energibruken og bruksmønsteret. Smarte systemer for behovsstyring av oppvarming, belysning, utstyr og ventilasjon regulerer energibruket ned.</p>

5. Velg energikilde

Ut fra eksisterende infrastruktur velges den mest energieffektive og miljøvennlige energikilden. I byene kan fjernvarme være aktuelt, mens utenfor kan biobrensel være en god løsning for oppvarming. Varmepumper av forskjellige slag kommer også inn under dette punktet. For passivhus settes det krav til at varmesystemet i vesentlig grad kan benytte andre energivarer enn elektrisitet og fossile brensler (Standard Norge 2013).

3.1.2. EKSTRAKOSTNADER VED PASSIVHUS

Det har vært uttrykt skepsis til hvor mye dyrere passivhus vil være enn tradisjonelle hus. Tidligere har anslag vist en merkostnad for boligbygg på rundt 1200-1500 kr/m² (Lavenergiprogrammet 2011; Lien 2009). Prosjektrapport 90 og 113 fra SINTEF har konkludert med at merkostnaden for passivhus sammenlignet med TEK10 for eneboliger/småhus er ca. 800kr/m² BRA, og rundt 450 kr/m² BRA for leiligheter i blokk. Dette er en økning i byggekostnadene på 5-10 % (Klinski et al. 2012a; Klinski et al. 2012b). Disse tallene baserer seg på norske hus. I tillegg anslår Multiconsult og SINTEF (2012) at tilbakebetalingstiden for ekstrainvesteringene er rundt 12 år for boligbygg, riktignok med en forenklet tilbakebetalingsmodell.

I Norge er forskjellen mellom Teknisk forskrift og Passivhusstandarden i praksis ganske liten sammenlignet med ellers i Europa. Vanlige aktører i bransjen bør derfor ha mulighet til å adoptere konseptet uten for store vanskeligheter.

Rambøll på bestilling av Enova utførte i 2011 en analyse om potensial og barrierer for passivhus og nær nullenergibygninger. De kom frem til at tiltak som varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og lufttetthet var mer økonomisk levedyktige tilnærminger til energivennlige bygg enn isolasjonsmengden. Aktive tiltak som solceller og vindmøller ble vurdert som ulønnsomme og ikke vurdert nærmere, men det påpekes at «*potensialet for aktive tiltak er dog antakelig undervurdert i analysen*» (Enova 2012c). Nordby (2009) har i sin rapport utarbeidet et teoretisk case-studie for en enebolig og vurderer vindturbiner som et godt tiltak for å få huset ned mot null, og også til å bli plusshus. En forskjell i rapportene er at Rambøll har vurdert den realistiske sannsynligheten for at et slikt produkt blir valgt opp mot teknisk potensial og økonomisk potensial. Det er derfor vanskelig å konkludere hvorvidt slike løsninger totalt sett er økonomisk gunstige.

3.1.3. KLIMAEGENSKAPER

Passivhus har ofte blitt kritisert for å bli overopphet, tettheten har blitt kritisert for å gi grunnlag for fuktskader og for å gi astma og allergiplager og for å være teknisk overkompliserte (Sjøberg 2011; Tunmo 2010). Disse problemene er i stor grad motbevist og gjelder generelt hus som prosjekteres og bygges feil, uavhengig av om huset er bygd som TEK10-hus eller passivhus. For å unngå overoppheting om sommeren er det fire forhold som avgjør: (Bryn et al. 2012; Dokka & Lien 2011)

1. Gode muligheter for utlufting, helst mulighet for krysslufting. Godt ventilasjonsanlegg.
2. Effektiv solavskjerming på utsatte vinduer og glassfelt, gjerne dynamisk som regulerer etter soltilskudd.
3. Kontroll på varmeproduserende utstyr, f.eks. husholdningsutstyr og belysning. Energieffektivt utstyr med godt energimerke er å foretrekke.
4. Termisk masse, dvs. en andel tunge byggematerialer som f.eks. betong eller massivtre som demper temperatursvingninger. Slik termisk masse bør ikke dekkes til av tepper eller akustiske plater, da de reduserer varmetransporten til massen.

Passivhus er godt isolert fra det utvendige klimaet, noe som gjør at selv små varmebelastninger innvendig kan påvirke temperaturen mye (Mlakar & Štrancar 2011). Dette viser til nødvendigheten av et effektivt ventilasjonssystem og de fire punktene over. Det betyr også at varmesystemer må være rasktvirkende. Varmekabler i vindfang og bad velges som regel for komfortenssyn. Å benytte seg av gulvvarme i resten av huset er derimot lite egnet da dette varmesystemet har stor termisk masse og dermed regulerer seg sakte. Radiatorer er lettere konstruksjoner og vil fungere bedre i passivhus (Dokka et al. 2009).

Thomsen et al. (2012) har utført en litteraturstudie som tar for seg inneklimate i energieffektive boliger, da spesielt passivhus. I denne studien konkluderes det med at det er lite som tyder på at inneklimate i passivhus er dårligere enn i konvensjonelle hus, snarere tvert i mot. Balansert ventilasjon sørger for å fjerne store deler pollen og finstøv i lufta gjennom luftfilteret i anlegget, samt at den fjerner avgassing fra materialer og møbler. Muggforekomster ble også funnet lavere i hus med balansert ventilasjon enn hus med bare vinduslufting, noe som sammenfaller med idéen om at bedre isolasjon og reduserte kuldebroer fører til høyere overflatetemperaturer ved yttervegger, noe som igjen fører til økt termisk komfort og redusert fare for muggvekst (Umweltbundesamt 2006, referert i Thomsen et al. 2012). Dette forutsetter korrekt oppført bygg uten byggefeil (Thomsen et al. 2012).

Som for alle andre bygg som er svært tette, gjelder det å unngå å bygge inn fukt i konstruksjonen. Det må derfor fokuseres på å holde materialene tørre under bygging, enten ved å bygge under telt eller prefabrikkerte elementer i fabrikk som monteres en finværsdag. Før veggen lukkes, bør det tas måling for å sikre at fuktinnholdet ikke er for høyt.

Passivhusene er heller ikke særlig teknisk kompliserte. Det bygges stort sett etter utprøvde metoder som har eksistert i norsk byggeskikk i mange år. Ventilasjonsanlegget justeres av en fagperson den første tiden etter montering. Etter det er det opp til bruker å skifte luftfilter på aggregatet en gang eller to i året. På småhusaggregater tar dette normalt noen få minutter (Dokka & Lien 2011).

3.2. ANDRE MILJØVENNLIGE HUSKONSEPTER

Det fins mange veier til en mer miljøvennlig bygningsoppføring. Derfor har mange begreper fått ulike betydninger da de ikke har blitt entydig definert. Jeg vil her forsøke å presentere noen definisjoner på begreper man forbinder med miljøvennlige bygg.

3.2.1. ZERO ENERGY BUILDING

ZEB er tidligere i oppgaven definert som «The Research Centre on Zero Emission Buildings». Det blir også i fagmiljøet omtalt som «Zero Energy Building». Begrepet har blitt mye diskutert blant fagmiljøet internasjonalt, men en entydig definisjon er ennå ikke oppnådd. Marszal et al. (2011) forsøker å samle en del begreper og metodologier om konseptet i rapporten «*Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies*». De viser til viktigheten av å få en entydig definisjon å jobbe mot for at begrepet skal få fotfeste og bli noe man kan måle effektiviteten av. LEED og BREEAM blir nevnt som metoder som kan benyttes for å få sammenlignbare resultater. På internasjonalt nivå har ZEB blitt diskutert bl.a. i USA i «The Energy Independence and Security Act of 2007 (EISA 2007) og i Europa ved «the Directive of Energy Performance of Buildings» (EPBD) i 2011 (Marszal et al. 2011).

Hvordan ZEB måles, er en av faktorene som blir heftigst debattert. Definisjonen kan bli påvirket av flere ting, bl.a. prosjektmål, intensjoner, klimainteresser og energikostnader. Torcellini et al. (2006) foreslår derfor fire ulike ZEB-definisjoner:

Tabell 10: Torcellini et al. (2006) definisjoner for Zero Energy Building

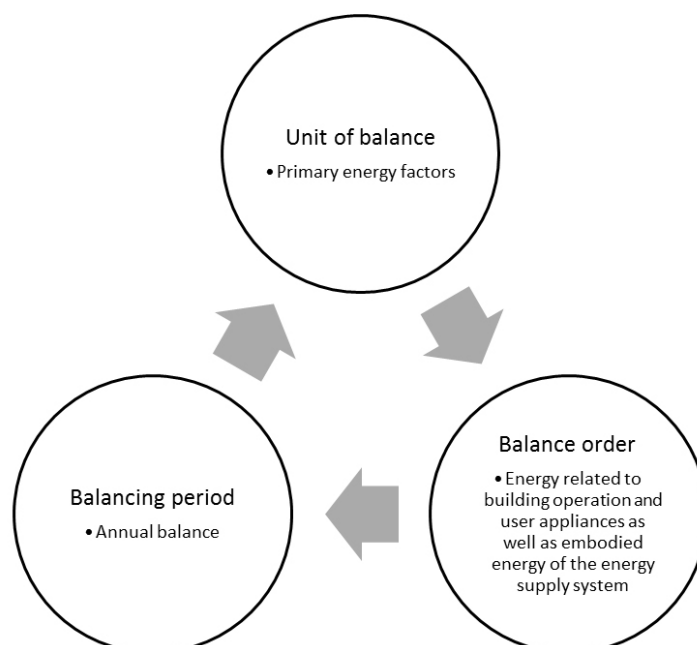
1. På byggeplass-ZEB (Site ZEB)	Produserer like mye energi på byggeplassen som det forbruker pr. år. Generering av energi skjer gjerne ved solcellepaneler og solfangere, evt. vindmøller.
2. Kilde-ZEB (Source ZEB)	Produserer like mye energi som det forbruker hos kilden av energiproduksjonen. Verdien til energi avhenger av kilden (gass, sol, kull etc.). Gassforbrenning til energi på byggeplass vil føre til at færre solcellepaneler må brukes på bygget. Importert og eksportert energi må multipliseres med en energifaktor.
3. Kostnads-ZEB (Cost ZEB)	Går opp i opp med inntekt for solgt energi som for utgift for kjøpt energi. Denne definisjonen er vanskelig å nå grunnet svingninger i strømpriser.
4. Utslipps-ZEB (Emissions ZEB)	Produserer like mye utslippsfri energi som det forbruker av utslippsproduserende energikilder. I prinsippet gjør det at et hus som kun forsynes med vannkraft, vil være et «Utslipps ZEB» og trenger ikke produsere kraft selv.

Forskningssenteret ZEB har også et sett definisjoner på dette: (Dokka, referert ved Lien 2012)

Tabell 11: Dokkas definisjoner for Zero Energy Building

1. ZEB-O (Operation)	Ambisjon der utslipp fra all drift tas hensyn til, men der utslipp fra materialer og konstruksjonsprosess holdes utenfor
2. ZEB-O+EQ	Som ZEB-O, men energibruk til utstyr som definert i NS3031 er utelatt
3. ZEB-OM (Operation & Materials)	Ambisjon der både utslipp fra drift og materialbruk tas med, men konstruksjonsprosessen holdes utenfor
4. ZEB-COM (Construction, Operation & Materials)	Endelig ZEB-ambisjon, der alle utslipp inkluderes (konstruksjonsprosess, materialbruk, drift, rivning)

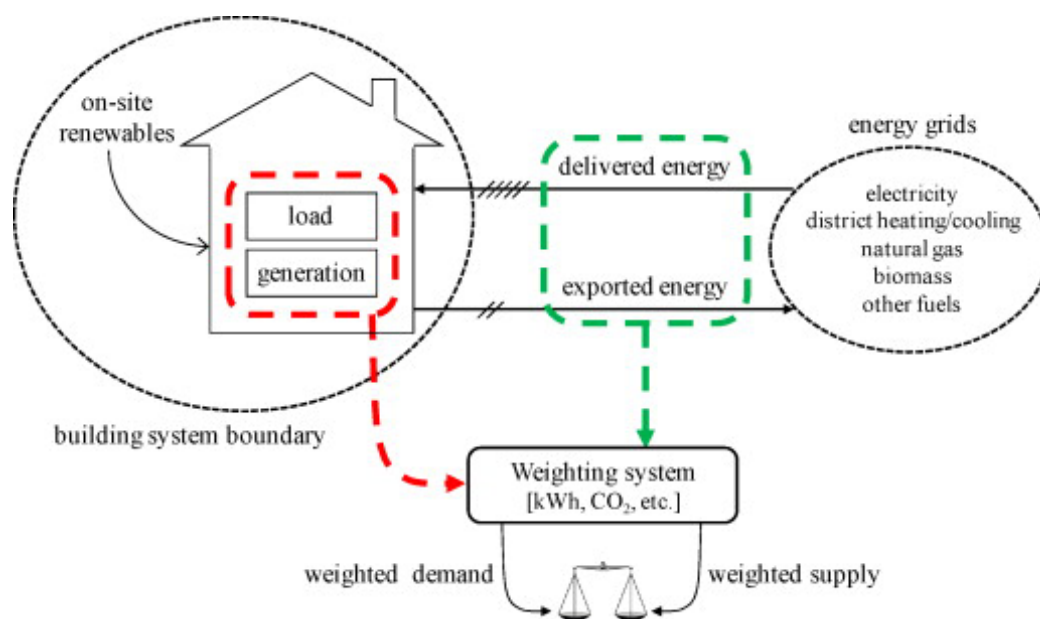
I tillegg skilles det mellom «Net ZEB» og ZEB. «Net ZEB» er boliger som er tilknyttet strømmettet, mens en uavhengig ZEB er selvforsynt med energi til en hver tid (Sartori et al. 2012).



Figur 4: Net ZEB-definisjon av «the Danish Strategic Research Centre on Zero Energy Buildings» (Milan et al. 2012)

Disse forskjellige definisjonene måler forskjellige faktorer, og en entydig definisjon er vanskelig å oppnå. Utslipps-ZEB blir den definisjonen som nærmest kommer Dokkas definisjoner, da spesielt ZEB-O. Felles for alle er at målet er redusert klimapåvirkning for bygg.

Når man tar i betraktning at forskjellige land og regioner har forskjellige klima og lokale utfordringer blir det naturlig at det fins forskjellige varianter av definisjonene.



Figur 5: Skisse som viser sammenhengen mellom bygninger og strømnett (Sartori et al. 2012)

Milan et al. (2012) beskriver hvordan den høyere byggekostnaden ved ZEB krever en ny tilnærming med avhengigheter mellom forskjellige strømforsyningsteknologier, forbruksprofiler av beboere

og på-plassen energiproduksjon. I sin studie har energi brukt for produksjon, vedlikehold, renovering og rivning ikke blitt inkludert. Grunnen til dette er at energiproduksjonssystemer vil bli veldig overdimensjonert hvis de skal veie opp for denne energien i tillegg til drift. I studien blir et Net-ZEB i Danmark studert. Milan et al. (2012) konkluderer med at solcellepaneler kombinert med varmepumpe er en kostnadsoptimal kombinasjon. Det poengteres også at kostnadsbesparende tiltak *må* utnyttes pga. den høyere investeringskostnaden ved nullhus. Nordby (2009) poengterer at vindturbiner, solfangere og varmepumper kan sørge for en større energiproduksjon gjennom en bygnings levetid enn det som gikk med til produksjon av byggematerialer, bygging, drift og rivning.

Det er få studier som viser merkostnader for ZEB. En finsk studie av et eldre senter i Järvenpää anslår merkostnaden til 400€/m² (ca. 3000NOK), eller rundt 15 % høyere enn vanlig kostnad etter finsk energistandard (Nieminen & Holopainen 2012). Dette tallet er forventet å gå betydelig ned med flere pilotprosjekter man kan høste erfaringer fra.

3.2.2. GREEN BUILDING

«Green Building», eller «Grønn Bygging», er et begrep som viser til en bygning som er bærekraftig og miljøvennlig gjennom sin livssyklus. «Grønn bygging» defineres som en kombinasjon av design-, konstruksjons- og vedlikeholdsteknikker som tar sikte på å redusere påvirkningen et bygg har på miljøet (Kruger & Seville 2012). Åtte fokusområder har blitt identifisert som nødvendige for å jobbe bevisst for grønne bygg: (Kruger & Seville 2012)

Tabell 12: Prinsipper for «Green Building»

1. Energieffektivitet	Reduser energibehovet til bygningen
2. Ressurseffektivitet	Reduser byggeplassavfall og den generelle materialbruken for bygningen. Gjenbruk materialer der man kan.
3. Holdbarhet	Bruk materialer og teknikker som krever mindre vedlikehold og øker levetiden til bygget.
4. Vanneffektivitet	Reduser vannbehovet til boligen. Spare dusjer og sparekraner er tiltak for dette.
5. Innemiljø	Sørg for bedre innemiljø ved å kontrollere luftfuktigheten, unngå materialer med mye avgassing og andre forurensningskilder.
6. Unngå negativ påvirkning av lokalmiljø	Vurder hvor materialer og tjenester kjøpes, benytt lokal arbeidskraft så langt det går.
7. Utdanning av boligeier for vedlikehold	Sørg for at de som kjøper boligen, har kunnskap til å drifte den så effektivt som mulig.

8. Bærekraftig tomteutvikling	Ikke bygg i risikosoner, utnytt solenergien, utvikle kollektivtransportmuligheter rundt boligstrøk og andre tiltak som reduserer behovet for bil.
-------------------------------	---

Ønsket om å bygge grønt er voksende i USA. I 1998 hadde U.S. Green Building Council 150 medlemmer, mens de for 2007 hadde passert 7500 medlemmer (Yudelson & Fedrizzi 2007). I tillegg varsles det om økt interesse for grønne bygg fra boligkjøpere. I 2009 kunne 67 % av bygningsfirma rapportere at de nesten aldri bygde grønne bygg. For 2016 estimeres det at bare 18 % varsler det samme (McGraw Hill Construction 2012).

Grønne bygg vekker interesse da mange boligkjøpere ser at det er mulig å spare penger samtidig som man er miljøbevisst. Lavere energiforbruk er en viktig faktor for en boligkjøper. Forbedret innemiljø er en annen. For utbyggere er heller ikke grønn bygging avskrekkende da undersøkelser viser at merkostnaden ofte ikke er veldig stor. LEED er en amerikansk sertifiseringsordning som rangerer bygninger i fire klasser: certified, silver, gold og platinum. I en undersøkelse av 33 skoler og kontorbygg rapporteres det om en gjennomsnittlig merkostnad på ca. 6,5 % for å ta bygget opp til platinum-nivå (Kats et al. 2003). Disse tallene er fra 2003, så mye kan ha endret seg frem til dagens prisnivå. Generelt går prisen ned når flere leverandører kommer til.

3.3. ENERGIKLASSIFISERINGSORDNINGER

3.3.1. ENERGIMERKEORDNINGEN

Siden 1.juli 2010 skal alle boliger og yrkesbygg som selges eller leies ut, kunne fremvise energiattest som sier noe om energiforbruket og energiforsyningen til bygget (Norges vassdrags- og energidirektorat 2009). I løpet av 2013 vil det komme nye energimerkeetiketter vedtatt av EU i 2010 og innlemmet via EØS-avtalen. Tidligere ble disse merkene brukt kun på hvitevarer for å illustrere deres energieffektivitet, men nå blir flere og flere produkter innlemmet i ordningen.

Tabell 13: Energimerkeskalaen for småhus (Norges vassdrags- og energidirektorat 2011)

Småhus Oppvarmet BRA (m ²)	Levert energi pr m ² oppvarmet BRA (kWh/m ²)						
	A	B	C	D	E	F	G
	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	
50	109	147	185	261	337	490	Ingen grense
75	98	136	175	250	326	479	Ingen grense
100	93	131	169	245	321	474	Ingen grense
125	89	128	166	242	318	470	Ingen grense
150	87	126	164	240	316	468	Ingen grense
200	85	123	161	237	313	466	Ingen grense
300	82	120	159	234	310	463	Ingen grense
400	81	119	157	233	309	462	Ingen grense
500	80	118	156	232	308	461	Ingen grense











For boliger er øvre grense C tilpasset NS 3031:2007 / A1:2010.

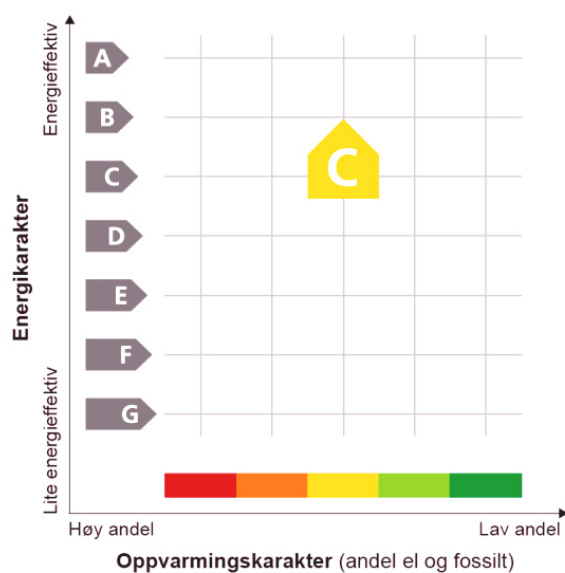
Energimerket består av en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren ser på mengden levert energi og rangeres fra A til G, der A er best. Oppvarmingskarakteren representeres med fargene grønt til rødt, der grønnere karakter gis hvis en stor andel av energiforsyningen er fornybar energi (Norges vassdrags- og energidirektorat 2011).

I utgangspunktet får et hus prosjektert etter TEK10 en C som energimerke, lavenergiboliger får B og passivhus A. Større andel levert elektrisitet gir rødere merke. Dette er fordi det er vanskelig å dokumentere om den leverte elektrisiteten kommer fra fossile energibærere eller fornybare kilder.

Biobrensel innebærer bl.a. trepellets-kamin og vedovn. En effektiv vedovn som tar hånd om det meste av oppvarmingsbehovet om vinteren, vil derfor gi en grønnere farge for energimerket.

Tabell 14: Oppvarmingskarakter og typiske kombinasjoner for å oppnå den (Norges vassdrags- og energidirektorat 2010)

Farge	Andel elektrisitet eller fossilt brensel	Typisk kombinasjon
	30,0 %	Vannbåren oppvarming basert på bio-brenselkjel, med elektrisitet som spisslast
	47,5 %	Fjernvarme
	65,0 %	Vannbåren oppvarming med varmepumpe fra grunn/berg/vann
	65,0 %	Vannbåren oppvarming med pelletskamin, med elektrisitet som spisslast
	65,0 %	Luft til luft varmepumpe og lukket vedovn, kombinert med direkte elektrisk oppvarming
	65,0 %	Termiske solfangere og luft til vann varmepumpe, kombinert med elektrisk oppvarming
	82,5 %	Luft til luft varmepumpe kombinert med direkte elektrisk oppvarming
	82,5 %	Termiske solfangere, kombinert med direkte elektrisk oppvarming
	100,0 %	Kun direkte elektrisk oppvarming
	100,0 %	Vannbåren varme med kun oljekjel og/eller gasskjel

**Figur 6:** Eksempel på energimerke

3.3.2. BREEAM OG LEED

BREEAM står for «Building Research Establishment Environmental Assessment Method». Det er en metode for klassifisering av bærekraftige bygg utviklet av «Building Research Establishment» i Storbritannia, som er en ekvivalent til SINTEF. Den ble lansert i 1990 og har over 250 000 sertifiserte bygg i sin database (BREEAM 2012). Fordelen med en slik rangeringsstandard er at den gir gode muligheter til å benchmarke mot andre bygg. I 2010 ble «Norwegian Green Building Council» (NGBC) opprettet med hensikt å øke bærekraften i norske bygg ut over myndighetenes minstekrav. NGBC er en nullprofittsorganisasjon med 202 medlemmer (pr. 29.04 2013) fra norske bygg- og eiendomsfirma, herunder bl.a. Statsbygg, COWI, SINTEF og Forsvarsbygg som noen av de største aktørene. NGBC har utviklet BREEAM-NOR, som er en tilpasning av metoden etter norske forskrifter, klima og kultur (Norwegian Green Building Council 2013a).

BREEAM-NOR rangerer bygg etter en rekke faktorer: (Norwegian Green Building Council 2012)

Tabell 15: Vekting av miljøparametere i BREEAM-NOR

Miljøparameter	Vekting (%)
Ledelse	12
Helse og innemiljø	15
Energi	19
Transport	10
Vann	5
Materialer	13,5
Avfall	7,5
Arealbruk og økologi	10
Forurensning	8
Innovasjon	10

Disse faktorene gir grunnlaget for byggets slutt karakter. De ulike karakterene er:

- Pass
- Good
- Very Good
- Excellent
- Outstanding

Ved starten av et prosjekt bestemmes ambisjonsnivået for bygget. Deretter jobber man for å oppnå dette nivået. For å oppnå en god score bør man score jevnt godt over hele spekteret. Det betyr at et godt energigivende bygg som er plassert langt utenfor allfarvei, vil bli trukket i poeng fordi transport til og fra bygget må gjøres utelukkende med bil.

I en undersøkelse av byggherrer som har brukt BREEAM i prosjekteringen, har 88 % sagt at de vil benytte BREEAM igjen og anbefaler det for andre, mens bare 49 % har opplevd at målnivået har gitt større investeringskostnad. Byggherrer har opplevd at høyere ambisjoner fører til at mer tid benyttes til å finne bedre og mer hensiktsmessige løsninger, og dermed gjerne løsninger som ikke er nevneverdig dyrere enn andre konvensjonelle løsninger (Parker 2012). Av de som opplevde merkostnader, var gjennomsnittet rundt 5 % dyrere enn vanlig. De som ikke ønsket å sikte mot en høyere BREEAM-score, begrunnet ofte tilbakeholdenheten i at leietaker ikke ønsket å betale mye mer for lokalene. Av dem som gikk for «Outstanding» score på bygget sitt, var prestisje og markedprofil hovedgevinsten, med energieffektivitet på andreplass (Parker 2012).

«Grønne leieavtaler» er et begrep som fremmes i byggebransjen for tiden. Definisjonen på en grøn leieavtale er «[...] en overenskomst mellom utleier og leietaker om at den eiendom, bygg eller lokale som avtalen omfatter skal få en forbedret miljømessig standard i løpet av leieperioden» (Askjer 2012). Her er det i tillegg tenkt at utbygger tar investeringskostnaden ved å bygge ekstra miljøvennlige lokaler, men kan nedbetale utgiftene med høyere leieinntekter. Det oppmuntres til juridisk bindende avtaler som sikrer slike leiekontrakter. BREEAM-NOR belønner grønne leieavtaler og grønne veiledere med høyere poengscore (Norwegian Green Building Council 2012)

I BREEAM-NOR er det i dag industri-, varehandel-, kontor- og utdanningsbygg som rangeres. (Norwegian Green Building Council 2012). Eneboliger og leilighetsbygg er ikke dekket av denne rangeringsordningen. Det opplyses dog om at bygg som ikke er «standard bygg», kan bli vurdert ved noe som heter «BREEAM Bespoke» eller «BREEAM International» (Norwegian Green Building Council 2013b). Mye fortetting i dag gjøres med kombinerte nærings- og leilighetsbygg. En forenelig standard som omfatter boligbygg, vil være nødvendig for å kunne få sammenlignbare prosjekter.

LEED er utviklet av U.S. Green Building Council i 1998 og står for «Leadership of Energy and Environmental Design». Formålet med LEED var å definere «grønne bygg», og «grønne bygg» generelt blir gjerne i dag vurdert ut fra LEED-rangeringsordningen (GreenSource Magazine 2008). LEED tar utgangspunkt i amerikansk byggestandard, men kan tilpasses avhengig hvor i verden bygget blir vurdert. LEED rangeres etter: (US Green Building Council 2008)

Tabell 16: Vekting av miljøparametere i LEED

Miljøparameter	Vekting (%)
Tomtevalg	23
Vann	9
Energi	32
Materialer og avfall	12,7
Innendørs luftkvalitet	13,6
Innovasjon i design og ytelse	5
Regional tilknytning og prioritering	3,6

Disse faktorene gir grunnlag for byggets slutt karakter, som rangeres mellom:

- Certified
- Silver
- Gold
- Platinum

BREEAM og LEED deler mange likhetstrekk, men BREEAM er kanskje litt mer omfattende og rigid. LEED gir retningslinjer for ønsket nivå, men beskriver ikke metoden for å nå det. Det gir arkitekter og designere større frihet til å nå målene på sine egne måter, mens BREEAM er sterkere enn LEED på fotgjenger- og syklisttilrettelegging, samt vannbehandling og akustikk (Burrows & Starrs 2010). Det legges vekt på at begge verktøyene er måleverktøy, og ikke designverktøy.

LEED er yngre enn BREEAM og har dermed ikke like mange prosjekter i sin database. Ting tyder likevel på at LEED er i ferd med å bli internasjonalt høyt anerkjent og har flere prosjekter på gang i 2013 enn BREEAM (Mark 2013). En av grunnene til det er kanskje at LEED er enklere å rangere, da hvem som helst kan rapportere inn en bygning for verifikasjon mens for å få en BREEAM-sertifisering må en godkjent BREEAM-inspektør undersøke bygningen og lage en rapport. LEED kan også benyttes for boliger ved *LEED for Homes*.



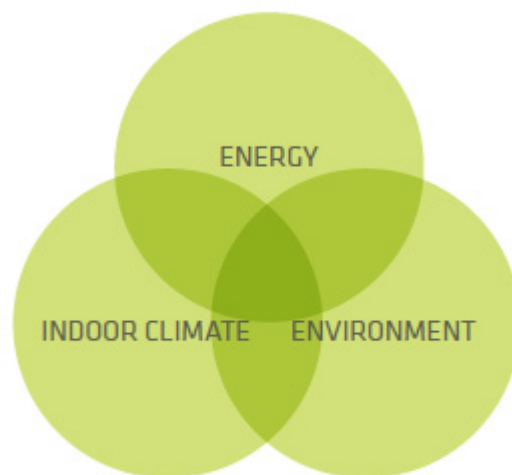
Figur 7: Forskjellige miljøsertifiseringsordninger (Malmqvist, T. referert ved Sustainia 2012)

BRREAM og LEED er begge verdensledende på miljøsertifisering. SKANSKA rapporterer at de kan bygge etter begge standarder. I tillegg fins det en rekke andre miljøsertifiseringsordninger verden over med forskjellige ambisjonsnivå og bruksområder. Hvilke som vil fungere best på et norsk marked er usikkert, men som markedsføringselement kan det ligge god reklame i å ha et godt sertifisert bygg.

3.4. HVA ER AKTIVHUS?

Ut av behovet som eksisterer om å skape gode, miljøvennlige hus, har nullprofittsorganisasjonen «The Active House Alliance» oppstått. Denne organisasjonen har definert aktivhus ut fra en rekke kriterier som omhandler både levekraft og miljømessige forhold. Vi tilbringer 90 % av tiden innendørs. Da er det viktig at husene er sunne å bo i.

Aktivhus er en visjon om en holistisk tilnærming til bygninger, skapt for å gjøre boliger sunnere og mer komfortable å bo i uten å ha en negativ påvirkning på miljøet. Målet er å skape bygninger som «gir mer enn de tar», og på sikt bli CO₂-nøtrale. For å oppnå slike mål fokuserer aktivhus på tre hovedområder: energi, innemiljø og miljøkvaliteter (The Active House Alliance 2011). Begrepet «Aktiv» kommer av de aktive elementene som benyttes for å oppnå målene. Disse er bl.a. bruk av solenergi gjennom solfangere/solcellepaneler og aktive styringssystemer i fasaden for solavskjerming og lufting.



Figur 8: Aktivhusalliansens fokusområder for aktivhus (The Active House Alliance 2011)

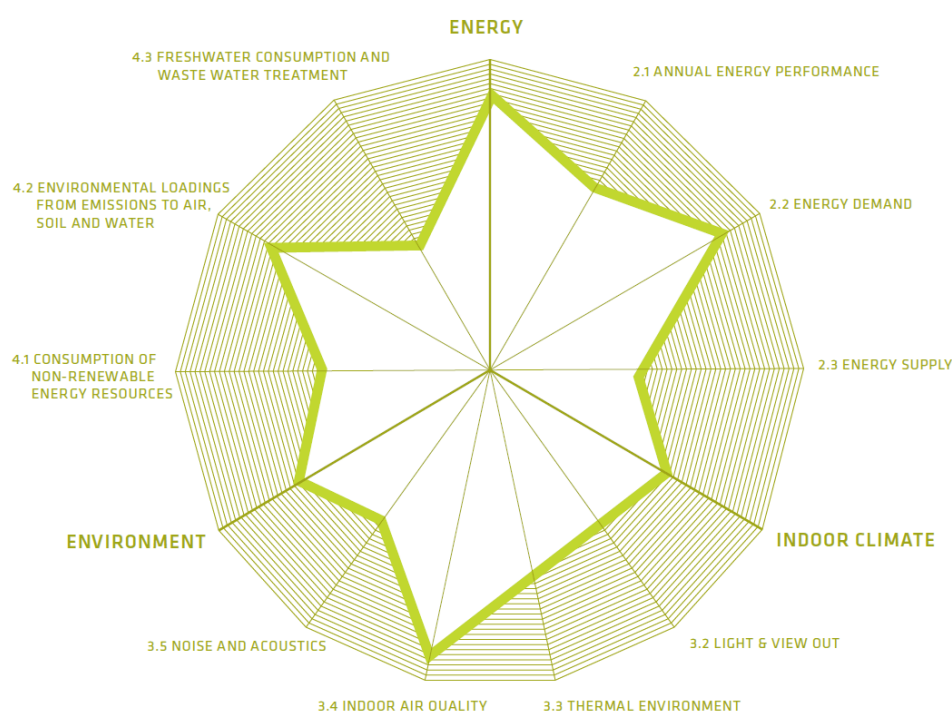
Energi: Aktivhus legger opp til å benytte seg av vann, energi og andre ressurser på en effektiv måte. Energiforbruket skal i utstrakt grad dekkes av fornybare energikilder. Disse kildene kan være integrert i selve byggekroppen eller importeres fra en lokal energiprodusent.

Innemiljø: Dette fokusområdet er for å skape et sunnere og mer behagelig liv for beboerne, med gode dagslysforhold, frisk luft og naturlige materialer uten avdampning/avgassing som tiltak for å oppnå dette.

Miljø: Hensikten med aktivhus er å ha en positiv innvirkning på miljøet ved å redusere avfall, forurensning og generell nedbryting av miljøet gjennom hele byggets levetid.

I tillegg til disse fokusområdene har The Active House Alliance (2011) også noen nøkkelpinsipper for konseptet. Integrering er et slik viktig prinsipp. Selv om energi, innemiljø og miljøbevissthet er gode fokusområder i seg selv, er det måten de integreres til et helhetlig begrep som fremmer arkitektur, levekvalitet og komfort som avgjør hvorvidt bygget er et aktivhus.

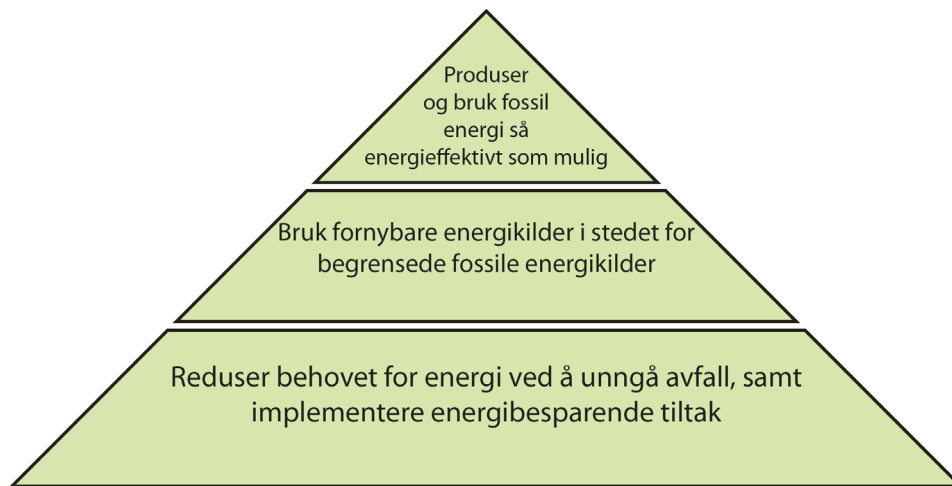
For å illustrere hvor godt huset integrerer de forskjellige elementene, benytter aktivhusstandarden seg av en «radar». Denne viser hva huset scorer godt på og hvilke områder som ikke har blitt fokusert så mye på. Jeg vil her gå gjennom de forskjellige kategoriene og hva det måles på. Beskrivelsene her er basert i stor grad på første utgave av aktivhusstandarden. Det har nylig kommet en ny utgave med noen små endringer og tillegg, men hovedtrekkene er like.



Figur 9: Aktivhusradaren (The Active House Alliance 2011)

3.4.1. ENERGI

Aktivhus tar utgangspunkt i «The Trias Energetica Concept», et konsept utviklet av universitetet i Delft i Nederland (Agentschap NL 2012). Denne ligner mye på kyotopyramiden i prinsipp. Den fokuserer på at den mest bærekraftige energien er den som ikke blir brukt.



Figur 10: Trias Energetica

ÅRLIG ENERGIYTELSE

I aktivhus blir energiytelsen målt i årlig bruk av primærenergi. Energiregnskapet baserer seg på forbruk av energi til oppvarming og husholdningsapparater, og regnes mot tilskudd fra fornybare energikilder. Kalkulering av primærenergi og CO₂-utslipp skal baseres på nasjonale utregningsmetoder, omregningsfaktorer og klimadata. Definisjonen av oppvarmet gulvareal skal følge nasjonale definisjoner. I aktivhusstandarden settes det opp en tabell slik: (The Active House Alliance 2013a)

1. ≤ 0 kWh/m² for bygning
2. 0-15 kWh/m² for bygning
3. 15-30 kWh/m² for bygning
4. ≥ 30 kWh/m² for bygning

I den tyske passivhusstandarden benyttes også primærenergi som målestANDARD. For primærenergien tar man levert energi og multipliserer med en energifaktor for den gitte energitypen. Hvert land definerer sine egne energifaktorer (Paroc 2013). I Tyskland ganges elektrisitet med en faktor på 2,6. Det betyr at et helelektrisk passivhus etter tysk standard ikke skal ha behov for mer enn 46kWh/m²a inkludert all belysning, varmtvann og teknisk utstyr (Svensson 2012). I Norge har vi ennå ikke nasjonalt definerte faktorer for primærenergi.

ENERGIBEHOV

Ved utregning av energibehovet for aktivhus må man inkludere all energi som blir brukt av bygningen, inkludert husholdningsapparater. Fokuset for aktivhus er å redusere varmetapet fra bygningen ved å isolere godt og fjerne kuldebroer, noe som også er fokusområdet til passivhus. Nasjonale

forskriftskrav for energibehov er et minimum. En helhetlig tilnærming i prosjekteringsfasen er nødvendig, slik at løsningene for soltilførsel, naturlig lufting og dagslysforhold blir optimale. Det stilles også krav om at styringssystemet skal være lettfattelig for bruker.

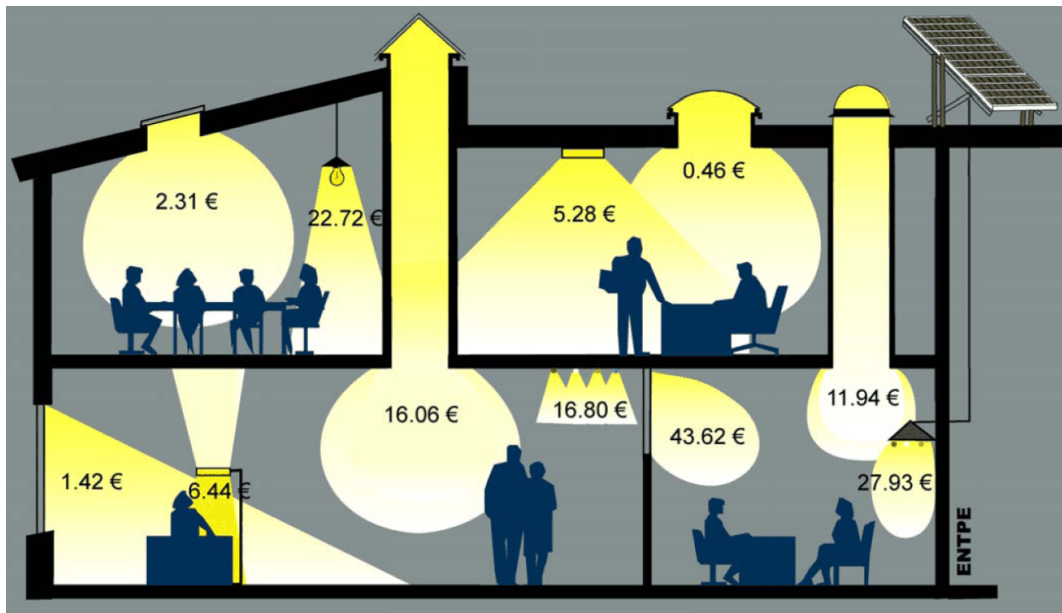
ENERGIFORSYNING

Hovedmålet for aktivhus er å benytte seg av fornybare energikilder, basert på hvilket ambisjonsnivå man har lagt seg på. Det spesifiseres ikke hvor eller hvordan fornybar energi blir produsert, men dokumentasjon fra leverandør er nødvendig for å sikre at energien man bruker er fornybar. Der mindre enn 100 % av levert energi er fornybar, må det resterende produseres på selve bygningen eller tomta. Overskuddsenergi leveres tilbake til energinettet. Energiproduksjon på tomta kan bli tatt hånd om av f.eks. solcellepaneler eller vindturbiner.

3.4.2. INNEMILJØ

LYS OG UTSIKT

Med tanke på at man benytter 90 % av tiden innendørs, har innemiljøet mye å si på levekraft og helse. Forskning viser at dagslys har en positiv innflytelse på helse, produktivitet og sikkerhet for beboerne. Dagslys påvirker våkenhet, søvnkvalitet, trivsel og yteevne. Naturlig dagslys har også vist seg å dempe enkelte sykdommer, bl.a. stress og depresjoner (Edwards & Torcellini 2002). Boliger bør derfor prosjekteres slik at kunstig lys i den lyse årstiden blir i høy grad overflødig. Det bør likevel legges muligheter til å overstyre lysanlegg etter behov og ønske. Lyse farger på innvendige materialer reflekterer mer lys og bør brukes i utstrakt grad. Arnesen et al. (2011) forklarer i sin rapport «*A guide to daylighting and solar shading systems at high latitude*» hvordan takvinduer er den rimeligste måten å få mye dagslys inn i rom på, men at også effektiv bruk av vinduer i fasaden er rimeligere enn elektrisk lys.



Figur 11: Kostnad for lysinstallasjoner (Fontoynont 2009, referert ved Arnesen et al. 2011)

I Teknisk Forskrift § 13-12 (Norge 2012) står det «Rom for varig opphold skal ha vindu som gir tilfredsstillende tilgang på dagslys, med mindre virksomheten tilsier noe annet». Veiledningen til Teknisk forskrift anbefaler gjennomsnittlig dagslys faktor på 2 %, eventuelt et vindusareal som utgjør 10 % av brukersarealet (Direktoratet for byggkvalitet 2012).

Aktivhusstandarden opererer med fire nivå av dagslys: (The Active House Alliance 2011)

1. DF > 5 % i gjennomsnitt
2. DF > 3 % i gjennomsnitt
3. DF > 2 % i gjennomsnitt
4. DF > 1 % i gjennomsnitt

Et vanlig norsk hjem vil altså nå nivå 3 i aktivhusstandarden ut fra tekniske forskrifter.

TERMISK MILJØ

Som for lys har også temperatur mye å si for innemiljøet og komforten. God termisk komfort året gjennom bedrer humør og ytelse hos beboerne. På sommeren må bygningen unngå overoppheting, og om vinteren må huset holdes varmt så energieffektivt som mulig. Så fremt det er mulig skal huset utformes slik at man unngår overdrevent tekniske anlegg, men heller smart solavskjerming gjennom bygningsutforming etc.

LUFTKVALITET

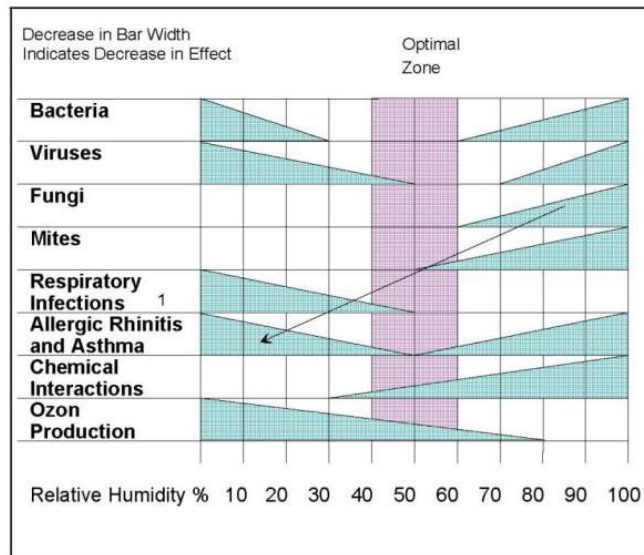
God innendørs luftkvalitet kan forhindre astma og allergier. God luftkvalitet reduserer problemer med ubehagelig lukt, noe som igjen fører til bedre komfort. Aktivhus søker å benytte seg av naturlig ventilasjon så langt det går. Der det ikke er aktuelt året gjennom, kan man benytte seg av et hybridanlegg med naturlig ventilasjon om sommeren og balansert ventilasjon om vinteren.

Luftkvalitet måles gjerne i mengde CO₂ i luften. I atmosfæren er denne gassen normalt til stede med en verdi mellom 300-500 ppm. (Astma- og allergiforbundet 2013). Aktivhusstandarden opererer også her med fire nivåer: (The Active House Alliance 2011)

1. 350 ppm. over utendørs CO₂-konsentrasjon
2. 500 ppm. over utendørs CO₂-konsentrasjon
3. 800 ppm. over utendørs CO₂-konsentrasjon
4. 1100 ppm. over utendørs CO₂-konsentrasjon

Veiledning til Teknisk Forskrift anbefaler mindre enn 1000ppm i oppholdsrom. Dette blir ansett som moderat luftkvalitet (Direktoratet for byggkvalitet 2012). Norske hjem kommer da normalt på nivå 3 eller 2 i aktivhusstandarden.

Luftfuktighet omtales i aktivhusstandarden ved at rom som opplever periodiske toppe i luftfuktighet, eksempelvis bad, kjøkken og vaskerom, må ha skikkelige utluftingsmuligheter. Relativ luftfuktighet (RF) endrer seg med temperatur; luft med lav temperatur har «plass» til mindre fukt enn varm luft, så relativ luftfuktighet stiger ved lavere temperaturer. Hvis luft med temperatur 25 °C og RF på 20 % går ned til 20 °C med samme fuktinnhold, går RF opp til 26 %. Arundel et al. (1986) anbefaler RF mellom 40 – 60 % for å være i den beste sonen mot ulike sykdomskilder.



Figur 12: Optimal sone for relativ luftfuktighet (Arundel et al. 1986)

Mennesker merker normalt ikke forskjell på høyt eller lavt fuktinnhold så fremt RF er mellom 20 – 70 % (Dalaker 1994). Byggforsk anbefaler en innendørs temperatur i oppholdsrom i fyringssesongen mellom 20 – 22 °C, og en RF mellom 20 – 40 %. Dette er fordi høyere RF fører til høyere sannsynlighet for muggvekst på kalde flater, f.eks. mot en soveromsvegg.

Tabell 17: Hvor kald en flate kan være for muggvekst ved forskjellig luftfukt (Astma- og allergiforbundet & Anticimex 2009)

Luftfukt ved 22 °C	Mugg kan vokse på flater kaldere enn:
30 % RH	7,1 °C
40 % RH	11,5 °C
50 % RH	15,2 °C
60 % RH	18,2 °C
70 % RH	20,8 °C

Aktivhusstandarden påpeker at den ikke tar hensyn til radonfare. I Norge er det i dag påbudt med radonsperre i alle boliger med varig opphold (Direktoratet for byggkvalitet 2012). Det påpekes også både i aktivhusstandarden og Veiledning til Teknisk Forskrift at man bør bruke lavemitterende materialer for å redusere avgassing til rommet, men oppgir dette som en generell anbefaling heller enn kvantitative målepunkter.

LYD OG AKUSTIKK

Godt lyd miljø påvirker helse og stressnivåer på samme måte som lys og luft. Hus bør derfor prosjekteres for å unngå overeksponering av støy, enten fra utvendig trafikk eller omgivelser, eller innvendige tekniske installeringer (ventilasjonsanlegg etc.). Med støy menes uønsket lyd.

For stue, kjøkken og andre oppholdsrom opererer aktivhusstandarden med følgende lydnivåer: (The Active House Alliance 2011)

1. 25 dB (A)
2. 30 dB (A)
3. 35 dB (A)
4. 40 dB (A)

For soverom, kontorer og andre rom som må være ekstra stille, har standarden litt lavere nivåer: (The Active House Alliance 2011)

1. 20 dB (A)
2. 25 dB (A)
3. 30 dB (A)
4. 35 dB (A)

I tillegg anbefales det å inkludere et ekstra lydisolert rom der beboere kan bedrive støyfulle aktiviteter uten å plage naboer.

Norsk Standard NS 8175 Lydforhold i bygninger beskriver hvordan lydkrav er for norske boliger. Her defineres klassene fra A til D, der A er spesielt gode forhold:

Tabell 18: Lydklasser for boliger. Innendørs lydnivå fra utendørs kilder (Standard Norge 2012)

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I oppholds- og soverom fra utendørs lydkilder	$L_{p,A,24h}$ (dB) ³	20	25	30	35
I soverom fra utendørs lydkilder	$L_{p,AF,max}$ (dB) ⁴ Natt, kl. 23-07	35	40	45	50

Her kan vi se at Norsk Standard og Aktivhusstandarden er lik i klassifiseringen av soverom, mens Aktivhusstandarden aksepterer litt mer støy i oppholdsrom.

3.4.3. MILJØ

Der de to forrige hovedpunktene i standarden er tekniske og relativt lett målbare, er punktene for måling av ressursbruk og miljøpåvirkning mer intrikate. På dette punktet skiller aktivhusstandarden seg særlig fra passivhusstandarden, da den ikke tar høyde for materialbruken i bygningen eller annen klimapåvirkning enn energibruken.

3 A-veid tidsmidlet lydtryknivå

4 A-veid maksimalt lydtryknivå

FORBRUK

Aktivhusstandarden ser på forbruket av ikke-fornybar primærenergi gjennom en bygnings levetid. Her blir primærenergi benyttet til produksjon av materialer veid. Et godt aktivhus har en komplett LCA som vurderer hele livsløpet til bygningen, fra produksjon til avhending. Resultatene fra analysen skal benyttes til å optimalisere designet på bygningen.

PÅVIRKNING AV BYGGET PÅ MILJØET

Under dette punktet ser standarden på hvilke utslippskategorier et bygg påvirker. Her blir byggematerialene målt opp mot hvordan de påvirker global oppvarming, ozonlag, forsuring av grunnvann etc. LCA er med på å vurdere disse påvirkningsgradene.

FERSKVANNFORBRUK

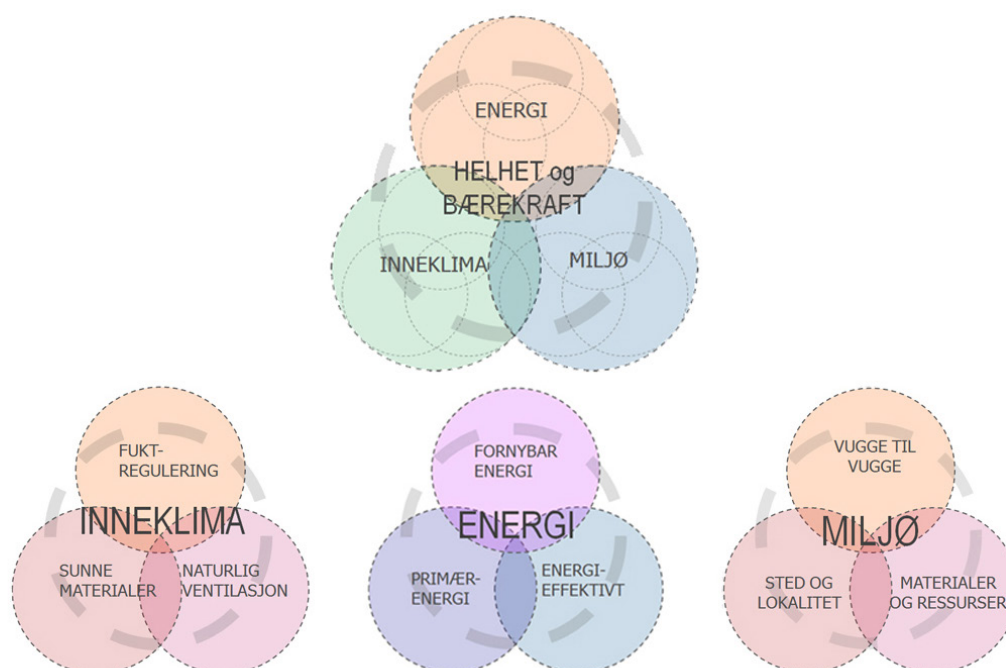
Aktivhusstandarden ser her på forbruket av ferskvann i en bygning. Minimering av ferskvannsforbruk oppnås ved bl.a. å installere sparedusj og sparekraner på bad og kjøkken, gjenbruk av gråvann, ansamling av regnvann for plenvanning og toaletter etc. Det er også et poeng at overflatene er lette å rengjøre slik at mindre vann brukes på dette. I Norge er det ikke mangel på ferskvann. I BREEAM-NOR har dette punktet blitt redusert i viktighet pga. dette. Ferskvannsforbruk regnes i gjennomsnitt mot nasjonale tall for vannforbruk. Karakterene gis for følgende: (The Active House Alliance 2013a)

1. ≥ 50 % lavere forbruk (enn gjennomsnittet)
2. ≥ 30 % lavere forbruk
3. ≥ 20 % lavere forbruk
4. ≥ 10 % lavere forbruk

3.5. ULIKE DEFINISJONER

I Norge kan det i dag sies å eksistere to tilnærminger til aktivhusbegrepet. På den ene siden finner vi Framtidens Aktivhus og Jadarhus' tilnærming, som innebærer et utgangspunkt i passivhusstandarden, men med aktive elementer i tillegg. Deres hus inneholder en god del teknologi, med balansert ventilasjon, styringssystemer for vinduslufting og solavskjerming, elektroniske følere for CO₂-nivå, temperatur, vind- og værsystemer etc. Richard Ligård, prosjektleder ved Framtidens Aktivhus på Stjørdal, påpeker at teknologien som er benyttet i det prosjektet, er enkel å bruke og har vært på markedet i mange år, og er således ikke så «high-tech» som mange gjerne vil tro.

Som en slags motpol mot de teknologiske aktiv- og passivhusvariantene finner vi Aktivhus AS og Gaia Arkitekter. Deres tilnærming av konseptet er å se hvor langt man kommer med tradisjonelle løsninger og robuste konstruksjoner i bunn, uten å blande inn teknologiske og elektriske virkemidler. De tar utgangspunkt i de samme tre aktivhusprinsippene som The Active House Alliance, men har utviklet den videre med mer spesifiserte underpunkter.



Figur 13: Gaia Arkitekter og Aktivhus AS' videreutvikling av aktivhusprinsippene (Aktivhus AS 2013a)

Deres kritikk mot passivhusene i dag ligger i at synet på hva som er miljøvennlige bygg, er for snevert og for opptatt av besparelse av levert energi, mens helheten for bygget, spesielt i forhold til materialbruk, blir undervurdert (Jacobsen 2010). De er også kritiske til at balansert ventilasjon er i ferd med å bli et absolutt krav i forskriftene. Rolf Jacobsen, daglig leder i Aktivhus AS og sivilarkitekt i Gaia Tjøme, påpeker i intervju at de sitter på god kunnskap om naturlig ventilasjon, og at et påbud av balansert ventilasjon vil forhindre utvikling og innovasjon i andre retninger enn den

tekniske. Dette utsagnet får støtte hos arkitekt Geir Brendeland ved Brendeland & Kristoffersen Arkitekter AS, arkitekt for Framtidens Aktivhus på Stjørdal. Tekniske løsninger vil også være mindre robuste og brukervennlige.

Birger Jensen i Husbanken forteller i intervju at i forhold til de to aktivhusene Framtidens Aktivhus og ISOBO Aktiv har Gaia-variantene et sterkere fokus på miljøvennlige materialer. Aktivhus AS har utviklet en serie hus som kalles for «Shelter». Disse omtales av Rolf Jacobsen som nesten 100 % trehus, men påpeker selv at det er en tilnærming til sannheten. Deres hus må som alle andre innrette seg etter våtromsnormen, som innebærer membraner o.l. for å tette våtrommene. De har et sterkt fokus på å unngå skum-materialer og miljøskadelig overflatebehandling. Likevel må enkelte materialer benyttes tross limstoffer, da spesielt tettematerialer, rett og slett fordi det er vanskelig å få tette hus uten. For å få opp termisk masse benyttes limtre i stedet for betong. På Biestøa har Gaia prosjektert en enebolig med utleiedel. Her oppnådde de et lekkasjetall på 0,22 luftvekslinger/time (Ousland & Wright 2012). Kravet for passivhus er 0,6.



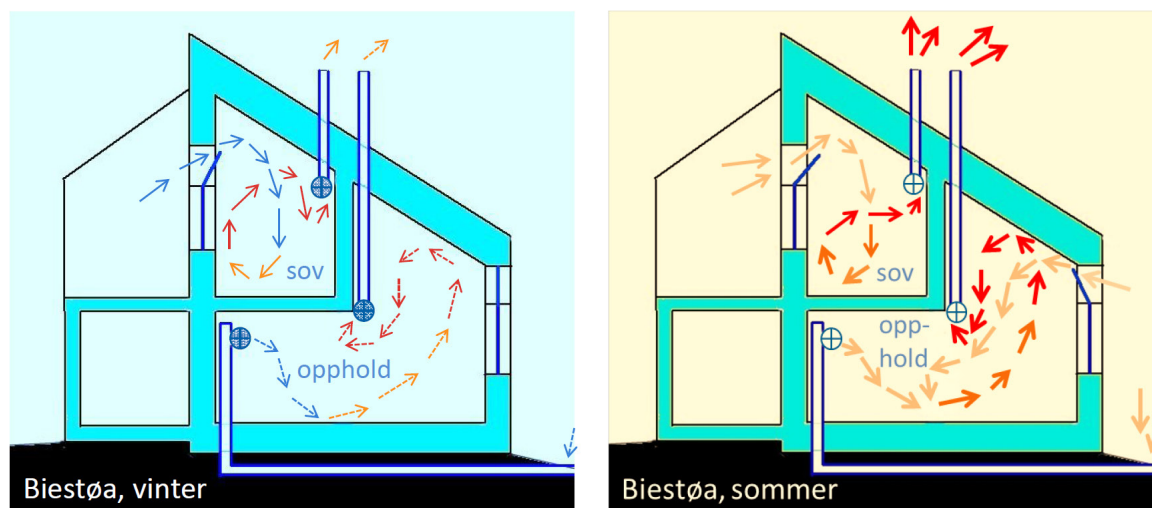
Figur 14: Økohuset i Biestøa (Husbanken 2012)

I konstruksjonen benyttes ikke dampsperre. Dette kompenseres ved å benytte seg av trefiberisolasjon og ubehandlet trevirke som innvendig kledning. Tre er et hygroskopisk materiale, som betyr at det vil ta opp eller gi fra seg fukt avhengig av klimaet rundt (TreFokus 2007). Slik kan trevirke balansere innvendig fuktinnivå i luften. Trematerialer binder også opp betydelige mengder CO₂ over lang tid. Trefiberisolasjon har et varmegjennomgangstall på 0,039 (Termotre 2008). Til sammenligning

har Glavas beste glassullvariant varmegjennomgangstall på 0,033 (Glava 2012). Dette betyr grovt sett at en vegg isolert med trefiber må være rundt 15 % tykkere for å holde samme U-verdi som en vegg med glassullisolasjon.

Husene leveres uten luftgjenvinningsanlegg og fokuserer dermed utelukkende på naturlig ventilasjon. Dette påstås å være en mer robust løsning enn balansert ventilasjonsanlegg, da mangel på vedlikehold av bruker ikke vil påvirke luftkvaliteten i samme grad. I tillegg blir det ingen problemer med lyd fra vifter og aggregat. I praksis gjør dette huset til et passivt passivhus, da alle punkter i passivhusstandarden blir oppfylt med unntak av ventilasjonsanlegget. Huset taper energi på ikke å gjenvinne varmen, men sparer energi på ikke å ha vifter som går året gjennom.

Solfangere og biokjel benyttes for oppvarming av husene. Solcellepaneler står for en del av den elektriske produksjonen og vil levere strøm tilbake til strømmettet ved overproduksjon. Det legges likevel opp til å benytte seg av passivhusprinsippene når det gjelder tettheten av bygget. Med lavemitterende og hygroskopiske kledningsmaterialer innvendig regner Gaia med å kunne gå for lavere luftskifter enn det som er anbefalt i småhus med passivhusstandard. Passivhusstandarden anbefaler en luftskifting på 0,5 oms/t, mens Gaia mener det for sine aktivhus holder med 0,1 oms/t. I intervjuet stiller senioringeniør Tor Helge Dokka seg kritisk til dette. Han mener et så lavt luftskifte utgjør en fuktrisiko i et så kaldt klima som Norge har.



Figur 15: Prinsskisse for naturlig ventilasjon av Gaia Listas prosjekt på Biestøa, med forvarming og forkjøling av luft gjennom varmekollektor (Berge 2013)

Grønn helhetlig tenkning gjennomsyrrer konseptet, med veksthus og plan for opparbeiding av hage som tillegg til husene (Aktivhus AS 2013b). Rolf Jacobsen anslår at merkostnaden for deres aktivhus er 10 -15 % i forhold til tilsvarende TEK10-hus, men anslår selve bygningskroppen til å være 10 % dyrere eller litt lavere. Energisystemet blir vurdert som en kostnadsdrivende faktor. Til

nå har de bygd rundt 5-6 Shelter-hus og fått energimålinger på de to første. De viser et energibruk på rundt 6000 kWh pr. år⁵. Til tross for lave energimålinger må Gaia søke dispensasjon fra kravet om varmegjenvinning. En slik søknadsprosess kan være komplisert og kreve betydelig dokumentasjon. Dokumenteringsprosessen kan fort bli dyr da ekspertise koster. Hvis varmegjenvinning blir et ufravikelig krav i TEK15, vil Gaia få utfordringer for sitt aktivhuskonsept.

3.6. EKSEMPLER PÅ AKTIVHUS

Det har blitt bygd en rekke aktivhus i Europa de siste årene. Felles for mange av dem er at de er pilotprosjekter, der nye løsninger fremdeles er under testing. Kostnadene, der de er oppgitt, er derfor heller ikke særlig anvendelige. Med standardisering må det kunne forventes at prisene går ned. Nedenfor er åtte eksempler på aktivhus bygd rundt om i Europa med VELUX som samarbeidspartner. Alle skilter med bruk av smart teknologi for å sikre høy komfort innendørs, høy isoleringsgrad og bruk av solfangere og solcellepaneler.

Tabell 19: (Neste side) Eksempler på aktivhus (The Active House Alliance 2013b)

5 Bolig på 120m², som gir 50 kWh/m²a

CARBONLIGHT HOMES (STORBRIANNIA 2011)

Hovedformålet for Carbonlight Homes var å bli et godt og bærekraftig prosjekt uten bruk av solcellepaneler eller kontinuerlig mekanisk ventilasjon. Med solfangere reduseres oppvarmingsbehovet mens hybridventilasjon lufter naturlig om sommeren og mekanisk med gjenvinning om vinteren. Høyisolerte konstruksjoner sørger for et generelt lavt oppvarmingsbehov. Resultatet er et hus som scorer 1 på energibehov, energiforsyning og lys, og 2 på resten.

ENERGYFLEXHOUSE (DANMARK 2009)

EnergyFlexHouse er et prosjekt som innebærer to hus på 200m², der det ene er prosjektert som et testhus og det andre som familiehus. Bygningene når dansk lavenergiklasse 1. Bygningsdesignet er optimalisert for bruk av solcellepaneler, og er et nullhus pr. år (oppvarming, varmtvann, husholdningsartikler og lys inkludert). Det legges opp til god opplæring av brukerne for å oppnå gode testresultater. Brukervennligheten til huset blir testet gjennom testfamilien.

GREEN LIGHTHOUSE (DANMARK 2009)

Green Lighthouse er Danmarks første offentlige bygning som er CO₂-nøtral. Den er bygd som et privat/offentlig samarbeid. Huset er inspirert av sol-ur og tar inn store mengder lys. Automatisk solavskjerming reflekterer sollyset gjennom bygningen. Solcellepaneler på taket genererer energi til ventilasjonsanlegg o.l., mens solfangere, varmepumpe og fjernvarme besørger oppvarmingen.

HOME FOR LIFE (DANMARK 2009)

Home for Life er inspirert av tradisjonelle 1,5-etasjers saltakshus. Huset genererer energi via 50m² solcellepaneler og er beregnet som nullutslippshus etter 40 års levetid. Solfangere gir varmtvann og romoppvarming. 40% glassareal gir mye lys inn i boligen. Innendørs er det en rekke sensorer for bl.a. varme, CO₂-nivå og fuktinnhold. Et felles kontrollsystem styrer naturlig lufting når det er mulighet for det, og balansert ventilasjon ellers.

HOUSE OF THE FUTURE (TYSKLAND 2009)



Dette huset har et energibehov på 25kWh/m², og når dermed ikke helt opp som et passivhus etter tysk definisjon. Automatiske anlegg styrer solavskjerming, men kan skrus av etter brukers ønsker. Smarte systemer måler luftforurensning, fuktinnhold og utendørs vær for effektiv lufting. Formålet med huset er å teste en eventuell bygningsstandard for 2020. Over året har huset et positivt energiregnskap pga. solcellepaneler.

SOLAR-ACTIVEHOUSE (ØSTERRIKE 2009)



Solar-activehouse er et konseptbygg der standarder, teknologi og erfaringer samkjøres til å bli et enkelt bygg finansielt tilgjengelig for en gjennomsnittlig boligkjøper. Huset ble lagt for salg i 2011 for 330 000 Euro (ca. 2,5 millioner NOK med dagens kurs) (Reinberg 2013). Solfangere og solcellepaneler benyttes på taket, mens varmpumpe og jordkollektor er installert som energibesparende tiltak. Det har vært fokus på miljøvennlig konstruksjon, med tre som hovedmateriale.

SUNLIGHTHOUSE (ØSTERRIKE 2010)



Sunlighthouse er Østerrikes første karbonnøytrale enebolig. Huset benytter seg av en høyeffektiv varmpumpe for oppvarming, solfangere for varmtvann og solcellepaneler for elektrisitet. Huset er beregnet å være et nullutslippshus etter 30 år og deretter gå i pluss. Huset er designet for å optimalisere varme- og lysinnslipp fra sør og vest. Naturlig ventilasjon benyttes når det går an, med et automatisk system som styrer det hele.

FIRST ACTIVE HOUSE IN RUSSIA (RUSSLAND 2011)



Huset tar sikte på å sette standarden for husbygging i Russland og er formet etter aktivhusprinsippene. Det er likevel å regne som et pilotprosjekt, der all materialbruk og teknologi kommer fra øverste hylle. Prisen er derfor deretter: ca. 690 000 Euro for bygningskroppen (ca. 5,2 millioner NOK med dagens kurs) (Activny Dom 2011). Dette er langt over hva vanlige folk har råd til. Mye av grunnen er ny, uprøvd og dyr teknologi. Prosjektlederen er dog overbevist om at et tilsvarende bygg kan bygges rimeligere med billigere materialer.

3.7. UTFORDRINGER FOR MILJØVENNLIGE HUSKONSEPTER

Miljøvennlige boligkonsepter har som alle nyvinninger sine barrierer og utfordringer. Jeg vil her presentere noen av utfordringene jeg mener har størst betydning for utviklingen av miljøvennlige hus. Mye av informasjonen baserer seg på tilbakemeldinger og erfaringer med passivhus, men det kan forventes at mange av de samme barrierene er tilstede uavhengig av bygningskonsept. Det nye og det ukjente vil alltid være skummelt.

3.7.1. KUNNSKAP BLANT AKTØRER OG KJØPERE

Kunnskap, eller snarere mangel på kunnskap, er en viktig faktor for enhver investering. I Enovas potensial- og barrierestudie ble det samlet en fokusgruppe med arkitekter, byggherrer, entreprenører og brukere. Der framkom det at deres meninger om passivhus var generelt negative. Oppfatningene var bl.a. «*det blir for varmt om sommeren og kaldt om vinteren*», «*hus der man ikke kan åpne vinduene*», og «*det er hus med rare former*» (Enova 2012c). Alle disse oppfatningene er enten feil eller basert på dårlig prosjekterte bygg uavhengig av standard eller fra negativ presseomtale. Studier viser at inneklimate i passivhus heller oppleves som *bedre* enn hos konvensjonelle bygg (Thomsen et al. 2012). Utredningene i Enovas rapport er gjort i 2011, så det er mulig oppfatningene har endret seg noe til i dag.

Ved kjøp og salg av boliger handler det om å kommunisere innhold. Brukere har normalt ikke oversikt hva passivhus innebærer, og er prisgitt medias framstilling av konseptet. Aktører ønsker å bygge slik de alltid har gjort da nyvinninger kan føre til kostnadsoverskridelser og forsinkelser. Det har vist seg ikke å ta nevneverdig lengre tid å bygge passivhus enn TEK10-hus (Enova 2012c).

Frykt for mugg- og fuktskader pga. økt isolasjonsmengde og tetthet er også en gjenganger. Fokusgruppedeltakerne påpekte at mange aktører har denne frykten, men at den helt og holdent skyldes mangel på kunnskap. I tillegg diskuteres det hvorvidt slike hus er vanskeligere å bo i pga. ny teknologi og ansvar for vedlikehold. Det er derfor av stor betydning å ha systemer som er lettfattelige og brukervennlige. Ventilasjonsanlegg er noe som må ha jevnlig vedlikehold i form av filterskifte, men er en svært lite komplisert handling som er gjort på noen få minutter (Dokka & Lien 2011).

Dårlig prosjekterte passivhus kan gi overoppheting og dårlig innemiljø. Grundig opplæring av bransjepersonell er avgjørende for at passivhus og andre miljøvennlige husalternativer skal dominere framtidig husbygging. God prosjektering er avhengig av god kommunikasjon mellom

aktørene i prosjekteringsfasen. BIM kan være et tiltak som øker kvaliteten på prosjekteringen, da både arkitekt, RIB og VVS/El-ingeniører jobber på samme dataunderlag og kan identifisere feil og mangler underveis.

Hus som krever spesialdetaljer blir raskt dyrt uten erfarne håndverkere. Ved byggingen av økohuset i Biestøa var «learning by doing» gjennomgående for de utførende håndverkerne. Materialvalg og tekniske løsninger blir beskrevet som uvanlige. I ettertid har flere av håndverkerne gitt uttrykk for at de vil videreføre materialvalg og løsninger de brukte her (Ousland & Wright 2012). Slike erfaringer gjør fremtidige prosjekt billigere da håndverkerne kan inkluderes tidlig i prosjekteringen og la dem komme med gode råd.

Førstegangskostnader må ikke undervurderes. Norgeshus Gauldal Bygg bygde sitt første passivhus på Løvset i Melhus kommune i 2011. Jostein Flå, daglig leder ved NH Gauldal Bygg, er usikker på nøyaktig hvor mye merarbeid huset ga, men anslår rundt 20 %. Han er klar på at det neste huset vil gå raskere å bygge, men er også klar på at det er noe merarbeid uansett pga. tekniske løsninger og generelt litt *mer*. Spesielt det automatiske solskjermingsanlegget trekkes fram som en stor merkostnad. Han anslår det kostet ca. 130 000 kr for dette alene. Rolf Jacobsen ved Aktivhus AS forteller at de undervurderte denne introkostnaden da de utviklet Shelter-serien. Det var vanskelig å treffe blink på alle parametere første gang, og da de endelig hadde ferdig et konsept, kom nye byggeforskrifter som krevde endringer, bl.a. krav om tilgjengelighet. Tilgjengelighet i boliger krever større arealer fordi rullestolbrukere skal kunne bruke boligen. Tilgjengelighet i boliger er også et krav for å få Husbank-lån. Pga. endringene har firmaet måtte jobbe tre år på sparebluss. Nå som konseptet endelig er klart, går ting mer på skinner, og det blir lønnsomt i lengden.



Figur 16: Passivhuset på Løvset (Norgeshus AS 2013a)



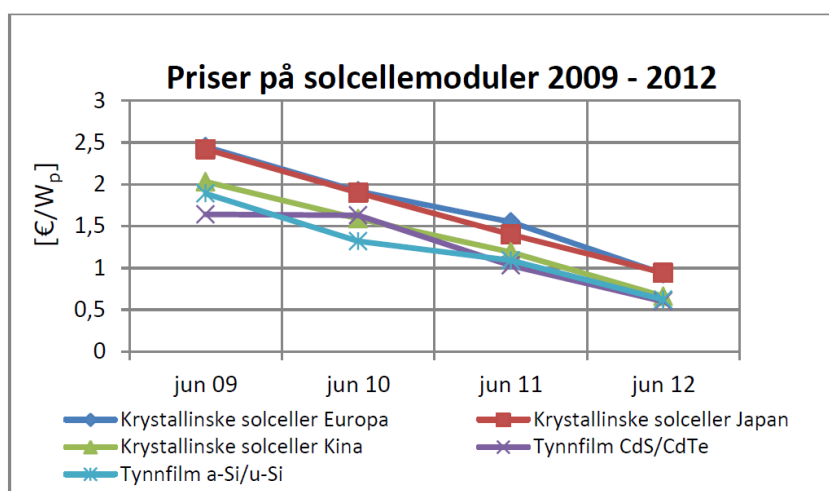
Figur 17: Shelter-hus fra Aktivhus AS. Foto: Tom Kolstad (Borud 2011)

3.7.2. KOSTNADER FOR MATERIALER OG TJENESTER

Ny og ukjent teknologi koster nesten alltid mer enn utprøvde løsninger. Introduksjonskostnaden ved nye boligkonsepter vil derfor være høyere enn for konvensjonelle bygg.

Passivhus ble først anslått å koste rundt 1750 kr/m² mer enn vanlige bygg (Ferguson 2011). Nye erfaringer viser at merkostnaden for passivhus er nærmere 800 kr/m² for småhus (Multiconsult & SINTEF 2012). Med større markedsandel kommer flere leverandører av materialer til. Dette fører til konkurranse og lavere priser. Like tendenser finner vi på den andre siden av Atlanterhavet også. I USA rapporterte bygningsarbeidere i 2006 at merkostnaden ved å bygge miljøvennlig var 11 %, mens for 2008 var nede i 10 % (McGraw Hill Construction 2012). Variasjoner i rapporteringen viste at firma som dedikerte seg til grønn bygging, rapporterte lavere merkostnader enn de som bare bygde grønt en gang i blant. Dette tyder på at erfaring med grønn bygging har mye å si for lønnsomheten. Som for materialer går også prisen på arbeid ned etter hvert som byggefirma får erfaring med byggeteknikkene.

Aktivhus og ZEB baserer seg sterkt på bl.a. solfangere og solcellepaneler for varme- og elektrisitetsgenerering. Solcellepaneler i Norge har i stor grad vært brukt ved fritidsboliger som ikke har vært tilkoblet strømmettet. Tidligere var solceller dyre og hadde lav virkningsgrad. De siste årene har prisutviklingen gått stadig nedover, med Kina som storleverandør av solcellepaneler. Prisfallet for krystallinske solceller fra Kina har vært på hele 67 % fra 2009-2012 (Thorud et al. 2012). I tillegg har effekten gått opp. Dette medfører at solcellepaneler vil få større betydning i fremtidens boliger.



Figur 18: Prisutvikling for ulike solceller fra 2009-2012. Prisene er grossistpriser eks. mva. (SolarServer referert ved Thorud et al. 2012)

Utfordringen ligger her i å få forbrukere til å se lengre enn investeringskostnaden når de skal bygge bolig. En nedbetalingstid på 12 år for merkostnaden ved passivhus for en enebolig er ikke langt tidsperspektiv med tanke på at bygninger beregnes med en levetid på rundt 60 år. Støtteordningene til Enova og Husbanken kan også bidra til å redusere investeringskostnadene. Jeg vil komme nærmere inn på disse i et senere kapittel.

3.7.3. BETALINGSVILLIGHET HOS KJØPER

Et viktig spørsmål når man skal bygge miljøvennlig, er om noen er villig til å kjøpe det man bygger. Huskonsepter med ekstra miljøambisjon koster generelt mer enn hus bygd etter forskriftskrav. Denne ekstrakostnaden blir belastet kunden. Det er derfor svært viktig at kunden blir informert om byggets langsiktige virkninger og blir presentert med scenarier for hvor lang tid det tar før ekstrainvesteringen er nedbetalt.

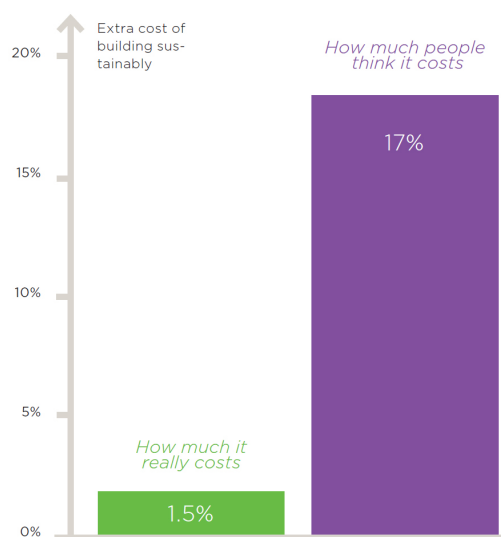
I forbindelse med forbrukermessen Bygg Reis deg i 2011 gjorde NCC en undersøkelse med 180 personer. Tre av fire var villige til å betale mer for en energieffektiv bolig (NCC 2011). Det ble ikke opplyst hvor mye mer de var villige til å betale. I «SINTEF Prosjektrapport 90 Systematisering og Erfaringer med passivhus» fra 2012 og «NIBR – Beboernes tilfredshet med nybygde boliger» fra 2008 kommer det frem at beliggenhet er en avgjørende faktor når ny bolig skal kjøpes. At beliggenhet er en avgjørende kjøpefaktor, er ingen nyhet. Det kommer likevel frem at 65 % er villige til å betale mer hvis de kan forvente å spare det inn ved reduserte energiutgifter (Barlindhaug et al. 2008; Klinski et al. 2012b). Det ble også gjennomført kvalitative intervjuer der det ble konkludert at «[...] det er store muligheter for å lykkes for bedrifter som evner å markedsføre og selge energieffektive boliger til et fornuftig prisnivå» (Leiv Eriksson Nyskapning, 2008, referert ved Klinski et al. 2012b).

Rødseth og Blindheim (2012) har sett på betalingsvilligheten for lavenergi- og passivhus. De gjorde en undersøkelse med 294 respondenter. Konklusjonen var at yngre var mer interessert i energibesparende tiltak i boliger. Eldre var mer tilbakeholdne. Årsak til tilbakeholdenhet var «for lang tid for investeringen lønnet seg» og «frykt for mer vedlikehold» (med varmepumpe etc.). Bokvalitet var også et element som ble verdsatt høyere enn energieffektivitet. Det konkluderes at markedet er positivt til energieffektive tiltak, men det må informeres grundig om de forskjellige løsningene og muligheten for finansiell støtte, samt at energieffektivitet ofte fører til høyere bokomfort. I Norge har passivhus fått mye negativ presseomtale. Dokka (2013) forteller i intervju at man i Tyskland og Østerrike fokuserer sterkere i markedsføringen på at huset er komfortabelt å bo i enn at huset er passivhus. Dette kan være en nødvendighet i Norge også.

I USA er det lignende tendenser. I en undersøkelse gjort av McGraw-Hill Construction opplyser 61 % av kundene at de er villige til å betale mer for «grønne» bygg, med et gjennomsnitt på 3 % merkostnad som akseptert nivå (McGraw Hill Construction 2012). Et interessant punkt er at personer som renoverer bygningene sine, er villige til å betale mer for miljøvennlige løsninger, med 5 % merkostnad som akseptert nivå.

Her er det også de yngre som er mest betalingsvillige for miljøvennlige løsninger. Hovedgrunner for å kjøpe «grønne bygg» er energibesparelser og bedre langsiktig økonomi med hhv. 64 % og 63 %. På tredje- og fjerdeplass finner vi bedre helse (29 %) og bedre komfort (25 %). Av dem som ikke er interessert i miljøvennlige bygg, finner vi uvillighet å betale høyere introkostnad som hovedårsak med 78 % (McGraw Hill Construction 2012). Dette viser igjen at å informere kunden om nedbetalingstid og langsiktig økonomisk gevinst er særdeles viktig for å øke betalingsvilligheten.

Investeringskostnaden ble hos flere trukket fram som et argument for ikke å bygge mer miljøvennlige bygg. Det viser seg at oppfatningen om hvor dyr ekstrainvesteringen er, ofte er overdrevet. I en studie av 146 energieffektive hus i USA kom det fram at den generelle oppfatningen var at merkostnadene kom på 17 %. Den reelle merkostnaden var på bare 3 % (Kats, G. 2010 referert ved Sustainia 2012).



Figur 19: Oppfattet merkostnad vs. reell merkostnad for energieffektive bygg (Sustainia 2012)

(Buber et al. 2007, referert ved Klinski et al. 2012b) viser til et generelt inntrykk at boliger sjelden blir solgt pga. energiprofilen. Andre aspekter som beliggenhet, planløsning og balkong er viktigere for boligkjøperne enn strømregningen. Beboerne blir imidlertid bevisst på de miljømessige fordelene over tid, gjerne ved opplevelsen av økt komfort. Det er derfor tydelig at sammenhengen mellom miljøvennlige boliger og høy grad av bokomfort må markedsføres tydeligere.

3.8. STØTTEORDNINGER

Det fins ulike støtteordninger i Norge som kan ta brodden av ekstrakostnadene ved miljøvennlig boligbygging. Enova og Husbanken er de to fremste aktørene her. Jeg vil her presentere deres ordninger.

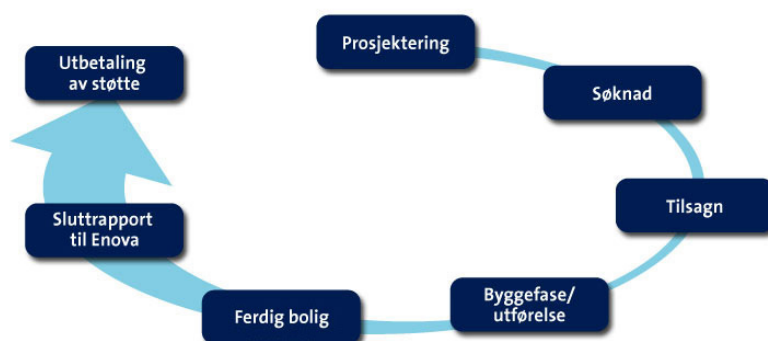
3.8.1. ENOVA

Enova SF ble etablert i 2001 for å akselerere energiomleggingen i Norge og eies av Olje- og energidepartementet.

«Enova skal drive fram en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon, samt bidra til utvikling av energi- og klimateknologi. Dette gjøres hovedsakelig gjennom økonomisk støtte og rådgivning» (Enova 2012b).

For nybygg har Enova to forskjellige støtteordninger: «Program støtte til passivhus og lavenergibygg», og «Program støtte til ny teknologi for fremtidens bygg». I tillegg kan man søke støtte til en utredning om passivhus er et fornuftig ambisjonsnivå for et prosjekt, der Enova kan dekke 50 % av utgiftene opp til 50 000 kr (Enova 2013e).

«Program støtte til passivhus og lavenergibygg» eksisterer for å gi investeringsstøtte til fysiske tiltak som gjør at lavenergi- eller passivhusnivå oppnås. Kriteriene for å få støtte er da passivhusstandarden NS 3700 (Boligbygninger) og NS 3701 (Yrkesbygg). Bygget må dokumenteres grundig, både i prosjekteringsfasen og etter ferdigstillelse at alle kriterier i standarden er oppfylte. For boliger kan Enova støtte opptil 60 % av prosjektets merkostnader, med maksimalt 450 kr/m² (Enova 2013c). Søknaden må foreligge før byggestart. Det gis ikke støtte til påbegynte prosjekter. Richard Ligård og Framtidens Aktivhus AS forsøkte å få støtte for sitt aktivhus på Stjørdal, men da de ikke kunne dokumentere underveis i prosjekteringen at huset kom til å klare alle minstekravene i NS 3700, da spesielt kravet om kuldebroer pga. takvinduer, mottok de ingen støtte fra Enova.



Figur 20: Saksgangen ved søknad om støtte fra Enova (Enova 2013d)

Der «Program støtte til passivhus og lavenergibygg» legger seg tett mot kriteriene i standarden, går «Program støtte til ny teknologi for fremtidens bygg» bredere til verks og forsøker å støtte innovative prosjekter som fokuserer på energieffektivitet. Her støttes prosjekter som involverer teknologi som er tidligere uprøvd eller prøvd i begrenset skala på det norske markedet. Prosjekter som prioriteres, er prosjekter med bl.a. *«definerte mål for innovasjon som kan føre til effektiv energibruk eller økt fornybar energiproduksjon»* (Enova 2013b). Også her er det maksimalt 50 % av merkostnadene som støttes. Denne ordningen ble innført i februar 2013. Ordningen tok over etter en annen «ny teknologi»-ordning som var mer generell for energieffektive tiltak. Ole Aksel Sivertsen forklarer i intervju at hensikten med den nye ordningen er å tydeliggjøre at byggebransjen kan søke ny teknologi, samt tydeliggjøre hvilke byggeprosjekter Enova kan støtte.

Siden det er nyvinninger som støttes, betyr det at kun de første husene i et nytt konsept kan nyte godt av støtte. Etter hvert som konseptet blir utprøvd, forsvinner grunnlaget for støtteordningen. Hvis det da ikke holder minstekravene i NS 3700, mister også konseptet all mulig form for støtte fra passivhusprogrammet. Eksempelvis vil aktivhuskonseptet til Gaia ikke kunne motta støtte for sine bygg da varmegjenvinner ikke benyttes.

Mange av intervjuobjektene føler at selv om formålet til tilskuddsordningen er godt, er selve søknadsprosessen for tungvint. Både Geir Brendeland og Kurt Hobberstad mener at dokumentasjonsarbeidet er så stort at det for mindre bygg og tilskudd bortimot blir ulønnsomt å søke med mindre man har en erfaren ansatt som spesialiserer seg på søknader. Det blir enklere og mer lønnsomt å være en større aktør med spesialister på feltet å søke for større boligprosjekter enn det blir for mindre aktører å søke for eneboliger/småhus.

Tidligere kunne man få støtte for energibesparende komponenter som f.eks. varmpumpe med inntil 10 000kr. Denne ordningen er faset ut fra 13. mai 2013 og vil derfor ikke bli vurdert i denne oppgaven.

3.8.2. HUSBANKEN

Husbanken ble opprettet i 1946 for å bygge opp landet etter krigen. Husbanken startet som en bank for boligforsyning, men fungerer i dag som velferdsetat.

«Bolig- og bygningspolitikken skal stimulere til kvalitet i boliger, bygg og bygde omgivelser. Boliger og bygninger skal integrere bærekraftige kvaliteter som miljøvennlige løsninger og universell utforming» (Husbanken 2010).

Husbanken gir i utgangspunktet ikke investeringsstøtte for utbyggere, men jobber heller for å være en slags utfyllende instans der Enova ikke strekker til. For utviklere er det gjerne kompetansetilskudd som gis. Denne gis for «kunnskapsutvikling, støtte til forsøksprosjekter og formidling av informasjon om energibruk og miljø- og klimavennlige løsninger i boliger og bygg» og prioriteres for «[...] pilot- og forbildeprosjekt og spredning av resultat, kompetanseheving og verktøy» (Husbanken 2013b). Aktivhuset på Stjørdal mottok slik støtte. Jadarhus på sin side startet prosjektet uten støtte og forsøkte å søke i ettertid. De mottok ikke støtte for sitt prosjekt. Begge prosjektene har blitt grundig presentert for både byggebransjen og presse med foredrag og befaringer, og begge prosjektene har tilnærmet de samme ambisjonene. Det viser at man må være tidlig ute for å få Husbanken inn i prosjektet hvis man ønsker kompetansetilskudd. Økohuset i Biestøa har også fått kompetansetilskudd. Dette har gått med på å dekke kostnadene ved ekstra tidsbruk til kvalitetssikring og kompetanseutvikling, formidling av kompetanse samt tilrettelegging for senere forskning (Ousland & Wright 2012). Slike tilskudd viser at også prosjekter som tør å gå utenfor det som anses som vanlige normer og rammer for boligbygging kan få tilskudd og støtte fra det offentlige. Birger Jensen i Husbanken region Midt-Norge er klar på at slik støtte er avgjørende for å få volum av miljøprosjekter på markedet. Først må det være noen som stimulerer til økt bygging av slike boliger, før markedet fanger interesse og tar over.

For en privat boligbygger gir Husbanken gunstige lån til prosjekter som har en større miljø- og tilgjengelighetsprofil enn den som finnes i Teknisk Forskrift. Det betyr hus som er universelt utformet i henhold til «NS 11001 Universell utforming av byggverk del 2: Boliger», samt et energibehov som tilfredsstillere energikriteriene i Husbankens tabell for «Skjerpet tiltaksmodell». Lavenergiboliger klasse 1 etter NS 3700 godtas også (Husbanken 2011).

Tabell 20: Skjerpet tiltaksmodell (Husbanken 2011)

Utvalgte tiltak fra TEK 10 § 14-3		Husbankens krav utover TEK 10
Samlet glass-, vindus- og dørareal	Maksimalt 20 % av bygnings oppvarmede areal	
U-verdi yttervegg (ekskl. kuldebroer)	Maks 0,18 W/(m ² K)	
U-verdi tak	Maks 0,13 W/(m ² K)	
U-verdi gulv på grunn og mot det fri	Maks 0,15 W/(m ² K)	
Gjennomsnittlig U-verdi vinduer og dører (inkl. karm/ramme)	Maks 1,2 W/(m ² K)	Maks 0,8 W/(m ² K)

Normalisert kuldebroverdi	Maks 0,03 W/(m ² K) for småhus	
	Maks 0,06 W/(m ² K) øvrige bygninger	
Lufttetthet (lekkasjetall)	Maks 2,5 luftvekslinger pr. time for småhus	Maks 1,0 luftvekslinger pr. time ved 50Pa for alle boligbygninger
	Maks 1,5 luftvekslinger pr. time for øvrige bygninger	
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad i ventilasjonsanlegg	Min 70 %	Min 80 %
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP):	Maks 2,5 kW/(m ³ /s)	Maks 1,5 kW/(m ³ /s)

Siden kravene må nås for å utløse grunnlån, kan det for boligbyggere være mer lønnsomt å bygge en bolig med høyere miljøambisjon enn et vanlig hus etter TEK10.

4. CASE-STUDIER

Her vil jeg presentere de to aktivhusene som til dags dato er bygd i Norge. Jeg vil gjennomgå de tekniske løsningene for byggene og hvilke aktive tiltak som er gjort for dem. Jeg vil også presentere min husmodell, dens oppbygning og kalkyle.

4.1. FRAMTIDENS AKTIVHUS – STJØRDAL

Tabell 21: Faktaboks Framtidens Aktivhus

Fakta	
Byggherre	Framtidens Aktivhus AS
Arkitekt	Brendeland & Kristoffersen Arkitekter
Takhøyde 1. etasje	2,7m
Takhøyde 2. etasje	2,2-4,8m
Takvinkel	32 og 35 grader
Areal	165m ²
Boligareal 1. etasje	68m ²
Boligareal 2. etasje	68m ²
Areal terrasse	68m ²
Hall og garasje	12m ² +38m ²



Figur 21: Aktivhuset på Stjørdal (Framtidens Aktivhus AS 2011a)

4.1.1. INTRODUKSJON

Framtidens Aktivhus AS er et datterselskap av Ligaard-gruppen. Tore Ligaard AS er i utgangspunktet et firma som leverer dører og vinduer, men etter samtaler med VELUX Norge kom idéen om å forsøke å lage et aktivhus for norske forhold. Ligård forklarer i intervju at dette var i en tid med mye negativ mediedekning om passivhus, og å lage et hus med fokus på dagslys, inneklima og lavt energiforbruk fremsto som en god forretningside for Tore Ligaard AS.

Bygget ligger plassert på en høyde over Stjørdal i Nord-Trøndelag. Huset er bygd som et pilotprosjekt, og er et samarbeidsprosjekt hovedsakelig mellom Tore Ligaard AS og VELUX samt flere leverandører av materialer og kompetanse. Brendeland & Kristoffersen Arkitekter har vært arkitekt for prosjektet.

Et viktig prinsipp i prosjektet har vært å benytte seg av byggematerialer som er hyllevare. Dette sikrer billige materialer og ikke minst god tilgjengelighet for utskiftninger. Det er også en tilnærming til aktivhus sin spesifisering om så liten miljøpåvirkning som mulig. Bruk av lokale materialer reduserer behovet for transport og behandling på byggeplassen. Lokalt næringsliv og håndverkere har også blitt valgt bevisst for å nå denne visjonen (Framtidens Aktivhus AS 2012). Det har også vært et poeng å forsøke å holde kostnadene nede; helst skal boligen ikke kost mer enn 200-300 000 mer enn en tradisjonell bolig (Framtidens Aktivhus AS 2011b).

4.1.2. VALG FOR KLIMASKALL

YTTERVEGGER

Kjellerveggene er bygd av Leca Isoblokker med 10cm ekstra isolasjonsmaterialer. U-verdi på disse er 0,14. Kjellergulvet er i betong med 20cm isopor som isolasjonsmateriale.

Ytterveggene er bygd opp av 8" stendere med Glava Ekstrem glassull som isolasjonsmateriale. Veggen er også foret på inn- og utside med krysslågt isolasjon for å eliminere kuldebroer. Total isolasjonstykkelse er 35cm. Glava Extrem har en varmegjennomgangskoeffisient på 0,33 og er dermed et godt isolerende materiale. U-verdien for ytterveggene er 0,12.

Veggene er kledd utvendig med mørkt trepanel for å absorbere solenergien bedre. Trepanelet er også et tradisjonelt og mye brukt byggemateriale som finnes på lager. Nettopp dette med lagervare og lokal tilgjengelighet har vært et poeng i materialbruken.

TAK

Taket er bygd opp som en pyramidekonstruksjon med en enkelt bæresøyle i midten av huset. Det er isolert med 50cm. Glava Ekstrem og har en U-verdi på 0,10. Som tekking benyttes Rheinzink takplater, som er en relativt kostbar løsning, men dertil bortimot vedlikeholdsfri. Takplatene ville blitt vurdert for dyre i et normalt prosjekt, men her gikk Rheinzink inn som sponsor for prosjektet og sørget for en god pris på takplatene.

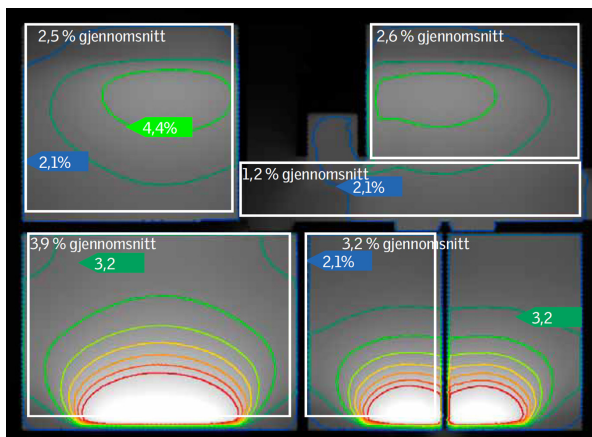
Pyramidekonstruksjonen medførte større utfordringer for både prosjekterende og utførende enn det som var forventet. Her gikk det med betydelig flere arbeidstimer enn estimert. For kommende prosjekter blir det planlagt enklere takkonstruksjon.



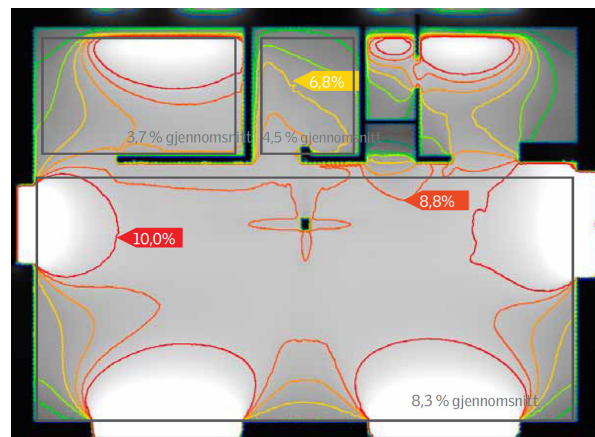
Figur 22: Takkonstruksjon med bæresøyle (Framtidens Aktivhus AS 2011a)

VINDUER

Fasadevinduer er levert av NorDan og holder passivhusstandard med en U-verdi på 0,7. Takvinduene er levert av VELUX og har en U-verdi på 1,0. Totalt har huset et vindusareal på 27 % sammenlignet med 20 %, som er normen for passivhus. Det store vindusarealet sørger for høy dagslysfaktor i 2. etasje og reduserer behovet for kunstig belysning i sommerhalvåret.



Figur 23: Lysforhold Framtidens Aktivhus 1. etg. (Framtidens Aktivhus AS 2012)



Figur 24: Lysforhold Framtidens Aktivhus 2. etg. (Framtidens Aktivhus AS 2012)

Vi ser at de store vinduene i soverommene i 1. etasje slipper inn godt med lys. Gangsonen og badet har bare akseptabelt med lys, men disse arealene har ikke det samme behovet for lys som oppholdsrom. 2. etasje er godt opplyst med fasadevinduene og takvinduene, med hele 8,3 % gjennomsnittlig dagslysfaktor i stua.

Vinduene har utvendige screens som automatisk feller seg ned og holder sola ute. Det oppgis at 90 % av solvarmen kan fanges opp med disse på varme dager. I takvinduene er det montert både utvendige screens for å unngå overoppheting og innvendige screens, som reduserer varmetapet gjennom vinduene med 25 % på kalde dager.

TETTHET

Huset er tettet med tradisjonelle tettematerialer og har oppnådd et tetthetstall på 0,3 ved trykkprøvemåling. Til sammenligning er kravet for passivhus 0,6, og for TEK10 er kravet 2,5.

4.1.3. VALG FOR TEKNISKE LØSNINGER



Figur 25: Teknisk rom i Framtidens aktivhus (Vintervoll 2013)

ENERGI

Huset benytter seg av solfangere for å begrense energibruken for vannoppvarming. 18,5m² solfangere er montert på sørøst-fasaden og rekkverk mot sørvest, og forventes å stå for ca. 50 % av varmtvannsproduksjonen, eller rundt regnet 3700kWh. Lavenergi LED-belysning og energibesparende styringssystem er også montert.

Totalt energibehov er beregnet til 91,3kWh/m². Behov for levert energi er 82kWh/m², som er innenfor energimerkeklasse A når klimatillegg for Trøndelag er lagt til (krav for Oslo er 79kWh/m²) (Husbanken 2013a).

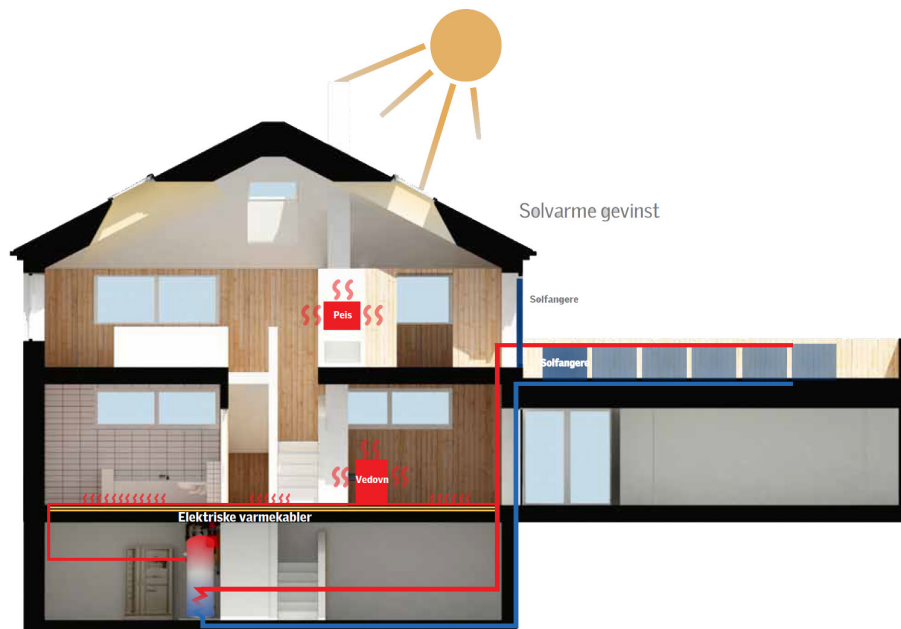
OPPVARMING

I entré og bad er det lagt både vannbåren varme og elektriske varmesløyfer. Dette er byggeteknisk lite hensiktsmessig, men er gjort for å kunne måle over tid hva som gir den beste løsningen.

I fasaden mot sørøst og rekkverket mot sørvest er det montert ca. 18m² solfangere. Solfangerne vil levere varmtvann til gulvvarme i tillegg til tappevann. I vinterhalvåret må det likevel påregnes elektrisk oppvarming av vann.

I begge etasjer er det satt inn peisnnsats for vedfyring for å ta av for kuldetoppene. Vedfyring er CO₂-nøytralt (Varmeprodusentenes forening 2013) og således i tråd med aktivhusprinsippene. Peisnnsatsene er også valgt «[...] for kosens skyld».

Det er ikke montert varmepumpe i dette huset. Richard Ligård forklarer at det er spesielt å ikke ha varmepumpe, men på grunn av tettheten og den høye isolasjonsmengden ble varmepumpe vurdert som ulønnsomt. Han påpeker at det for feltutbygginger eller leilighetsbygg antakeligvis vil være lønnsomt med jord/luft-varmepumpe, men investeringskostnaden på 150 000 ble for høy for dette prosjektet.



Figur 26: Oppvarmingskilder i Framtidens Aktivhus (Framtidens Aktivhus AS 2012)

VENTILASJON

I vintersesongen når utelufta er for kald, benyttes et varmegjenvinningssystem for ventilasjon med 80 % gjenvinningsgrad. I Teknisk Forskrift er det krav om 70 % varmegjenvinning for boligbygninger.

I sommerhalvåret benyttes det et styringssystem som registrerer fuktighet, temperatur og CO₂-nivåer i huset. Dette systemet er koblet til tak- og fasadevinduer og sørger for automatisk åpning og lukking etter behov. Når forholdene ligger til rette for det, benyttes dermed kun naturlig ventilasjon til lufting av bygget. Systemet blir derfor et hybrid ventilasjonssystem.

STYRINGSSYSTEM

Huset er utstyrt med et KNX styringssystem, som er en internasjonal standard for styring og regulering av bl.a. lys, varme og ventilasjon. En rekke sensorer måler CO₂-nivåer, temperatur, lys og fuktmengder i huset og åpner vinduer eller øker ventilasjonsluften automatisk etter behov. Fasade- og takvinduer er tilkoblet dette systemet. Når bruker er borte, settes anlegget i «borte»-modus, som

senker ventilasjonen til et minimum. Det er for øvrig fullt mulig for bruker å overstyre systemet og åpne og lukke vinduer etter ønske. Peisbryter er montert, noe som øker tilluften når peisen blir tent, slik at trekk i pipa optimaliseres, og røyk ikke siver inn i rommet.

4.1.4. FORELØPIG ANALYSE

Aktivhuset på Stjørdal har tatt utgangspunkt i passivhusstandarden som grunnprinsipper for energieffektiviteten og varmetapsverdiene. I tillegg har de aktive elementene blitt integrert i designet. Arkitekt Geir Brendeland kan fortelle at takvinduene var en gitt premiss, og at huset måtte formes med disse i fokus. Prosjektet har hatt stort fokus på innemiljø og energibesparelser, men på materialfronten har det nøydt seg med å benytte lokale leverandører og tilgjengelige materialer. Brendeland ønsket å benytte seg av flere trebaserte materialer, bl.a. bæreverk i massivtre og trefiberisolasjon. Han mener det for dette prosjektet kunne vært lønnsomt ettersom takkonstruksjonen med sperrer ble så komplisert som den ble, samt at ytterveggene ble veldig tykke med stenderverk. Dette forsøket nådde ikke gjennom hos byggherre.

Å bruke passivhusstandarden som utgangspunkt for huset gjorde veggene og taket særdeles tykke. Både Ligård og Brendeland mener slike veggytthelser blir uhensiktsmessige og lite rasjonelle. I tillegg til kostnader for mer materialer kommer kostnader for ekstra arbeid på byggeplass. Passivhusstandarden har strenge krav. Framtidens Aktivhus kunne ikke dokumentere sin energieffektivitet i prosjekteringsprosessen og utløste dermed ikke støtte fra Enova. Det ble ikke søkt på støtte for det gamle programmet for «Ny teknologi». Hvorvidt de kjente til støtteordningen er ikke kjent.

Tore Ligård AS og VELUX samarbeider nå om å lage 6 aktivhus i rekke og en ny enebolig på nabotomtene. Disse vil bli bygd med TEK10 som grunnlag. Ligård er overbevist om at disse vil bli langt billigere å bygge enn det første forskningshuset. De nye enhetene bygges med økonomi som fokusområde, i tillegg til å ta vare på aktivhusprinsippene. Det spares penger på å velge et enkelt design på byggene og fjerne fordyrende elementer fra forskningshuset. Motorstyringen for fasadevinduer fjernes. Takvinduer blir fremdeles motorstyrt og vil nok sørge for tilstrekkelig lufting, men hvis behovet for gjennomlufting melder seg, kan man åpne fasadevinduer manuelt. I tillegg reduseres solfangerarealet fra 18,5m² til ca. 7m². Disse benyttes kun til tappevann og ikke til romoppvarming. De samme håndverkerne som bygget det første huset, benyttes på de nye boligene. Disse tar med seg erfaringene og forutsettes å kunne gjøre en raskere og bedre jobb. Ved å bygge de nye boligene med en enkel utforming kan man få levert huset som pre-cut, som innebærer at stenderverk og andre bygningsselementer er kappet og tilpasset på fabrikk før de monteres på byggeplass. Dette sikrer en raskere byggeprosess med mindre avfall, og dermed økonomisk besparelse.

Huset må ses i lys av at det er et pilotprosjekt. Formålet har vært å få et forskningshus med bred mediedekning. For å få en slik mediedekning har det vært en nødvendighet å prestere bedre enn et passivhus. Kostnadene for bygget blir derfor helt urealistiske. Ligård anslår byggekostnadene til å være i nærheten av 7 millioner kr. De faktiske kostnadene er vanskelig å bestemme ettersom huset har hatt så mange samarbeidspartnere som alle har bidratt med kompetanse og prosjekteringstimer ut over det som må anses som normalt. Ligård er imponert over norsk byggenæring. Mange ønsket å være med som samarbeidspartnere og var villige til å donere materiell og kompetanse. Geir Brendeland kan fortelle om et ekstra engasjement for et slikt utstillingsprosjekt, der de som arkitektkontor har bygd 5 studiemodeller og jobbet mange sene kvelder for en fast avtalt sum. Arbeidet med å få et felles styringssystem for alle de tekniske fagene har også vært en stor utfordring. Mange har ønsket å bidra til dette systemet. Faktiske prosjekteringstimer blir derfor vanskelig å anslå.

I salgsøyemed har ikke huset forutsetningene for god byggeøkonomi. Til det er det for mange nyvinninger og tekniske installasjoner til at byggekostnadene holdes nede. Det har heller ikke vært poenget. I tillegg har det vært tydelig at Stjørdal ikke har markedsgrunnlaget for et slikt hus, spesielt ikke når prisen blir for høy. Huset er ennå ikke solgt. For tiden leies huset ut og er planlagt å legges ut for salg våren eller sommeren 2014. Både Ligård og Brendeland tror storbyene har et bedre marked for slike bygg. De får støtte av Tor Helge Dokka. Han påpeker at man i f.eks. Oslo gjerne selger for det dobbelte av byggekostnaden. En merkostnad på noen få hundre tusen for en enebolig vil ha lite å si her i forhold til distriktene, der salgssummen er ganske lik byggekostnadene. Av fordyrende elementer i forhold til vanlige bygg nevnes takvinduene og solfangeranlegget. Ligård anslår kostnaden for de fire takvinduene til ca. 60 000 kr, og kostnaden for 7m² solfangeranlegg til ca. 35 000 kr. med montering. Automatisk solavskjerming kan forventes å ha kostet opp mot 150 000 kr jfr. erfaringene til Jostein Flå og passivhuset Løvset. I tillegg kommer styringssystemet, som er vanskelig å anslå kostnaden på fordi så mange forskjellige aktører har samarbeidet for å få det til å fungere.

For selve prosjektet ble det i utgangspunktet ikke gjort en livsløpsanalyse. Ghose (2012) har i sin masteroppgave sammenlignet aktivhuset med et tilsvarende passivhus. Her har hun redusert vindusarealet til 20 % av BRA, samt fjernet takvinduene og solfangerne. Hun forutsetter videre bruk av balansert ventilasjon året gjennom. Det konkluderes med at selv om aktivhuset krever litt mer materialbruk og vedlikehold enn passivhus, hovedsakelig pga. takvinduer og solfangersystemer, blir de totale klimabelastningene rundt 15 % mindre med et aktivhus. Spesielt solenergitilskuddet

gjennom levetiden bidrar til å gi aktivhuset bedre score enn passivhuset (Ghose 2012). Det blir ikke vurdert hvordan det er å bo i passivhuset kontra aktivhuset, men uten takvinduene og med redusert fasadevinduareal er det naturlig å anta at huset ikke får like gode lysforhold innvendig.

4.2. ISOBO AKTIV JADARHUS – SANDNES

Tabell 22: Faktaboks ISOBO Aktiv

Fakta	
Byggherre	Jadarhus
Arkitekt	Sjo Fasting AS
Takvinkel	15 og 35 grader
Areal	178m ²



Figur 27: ISOBO Aktiv av Jadarhus. Foto: Torben Eskerod (Boligprodusentene 2012)

4.2.1. INTRODUKSJON

Jadarhus AS har tradisjon for å ligge i forkant av teknisk forskrift og har bygd lavenergiboliger lenge før TEK07 og nå senest TEK10. Med innføring av nye forskrifter ble lavenergiboliger veldig likt forskriftshus. Etter å ha besøkt flere aktivhusprosjekter VELUX gruppen har gjennomført i Danmark, kom idéen om å bygge et eget aktivhus (Berg & Jadarhus 2011). I et boligfelt på Sandnes har Jadarhus i tillegg til aktivhuset satt opp flere eneboliger og rekkehus, der opptil flere er lavenergiboliger bygd etter Husbankens lavenergikriterier fra 2004 samt passivhusstandarden NS 3700. Feltutbygging i egenregi står for 65-70 % av kundesegmentet til Jadarhus. Feltet Sandved Vest består av 12 eneboliger, 18 eneboliger i kjede, 36 rekkehus og 16 leiligheter, totalt 82 boliger.

Huset er basert på passivhusstandarden, men med ekstra aktive elementer for å øke komforten innendørs ved godt dagslys og behagelig temperatur. Disse aktive elementene innebærer solfangere og solcellepaneler for å redusere elektrisitetsbehovet, samt automatisk styrt lufting gjennom fasade- og takvinduer.

Det er sjelden man får et helt hus for å forske på nye løsninger. Det har blitt gjort her. Det er derfor installert en rekke tekniske løsninger i dette huset for å undersøke hva som fungerer best over tid. Spesielt tiltak for å unngå overoppheting blir studert nøye (Jadarhus 2011).

4.2.2. VALG FOR KLIMASKALL

YTTERVEGGER

Veggene er bygd opp av 250mm Iso3-stendere, som er Moelvøns bindingsverkstender med kjerne av isolasjonsskum for å eliminere kuldebro. Innvendig er det lagt en 48mm påforing. Isolasjonsmaterialet er Glava Extrem 33. Total isolasjonstykkelse er 300mm. Dette gir en U-verdi på 0,11.

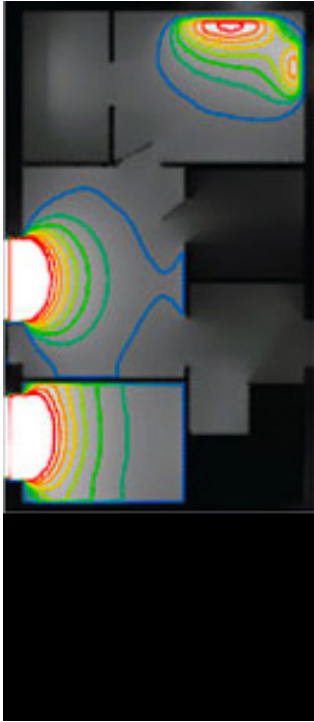
TAK

I taket er det benyttet 400mm I-bjelker. Taket er tekket med Isola takpanner. U-verdi for taket er 0,10.

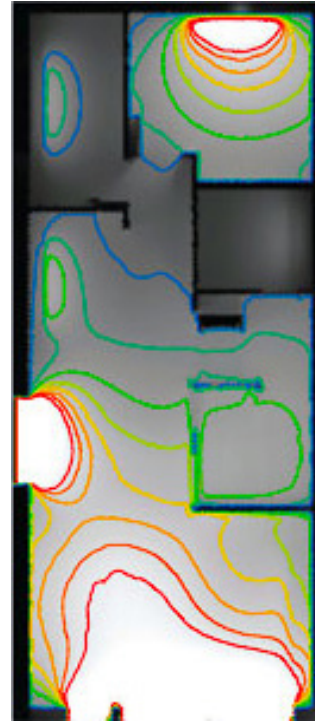
VINDUER

NorDan har levert vinduene i fasaden. Disse er 3-lags NTech-vinduer med U-verdi på 0,74, med påmontert utvendig solavskjerming på sørvendte vinduer. Vinduer øst og vest har solreflekterende belegg. Totalt har huset 23,1 % vindus- og dørareal delt på BRA.

VELUX har levert takvinduene. Disse har 3-lags glass med innvendig blanding, og har U-verdi på 1,0. Totalt syv takvinduer benyttes på dette huset, fem mot sør og to mot nord. Disse gir god effekt på lysforholdene i boligen. De har også mye å si for luftkvaliteten da de benyttes aktivt til ventilasjon.



Figur 28: Lysforhold ISOBO Aktiv 1. etg. (Jadarhus 2011)



Figur 29: Lysforhold ISOBO Aktiv 2. etg. (Jadarhus 2011)

I tillegg til de to etasjene vist ovenfor kommer hemsene, som sannsynligvis har godt med dagslys da det befinner seg takvinduer rett over denne. Vi ser at selv om dagslyset er tilfredsstillende i 1. etasje er det 2. etasje som virkelig blir opplyst av tak- og fasadevinduene.

TETTHET

Huset har et tetthetstall på 0,35 ved 50Pa målt på ferdig bygg.

4.2.3. VALG FOR TEKNISKE LØSNINGER



Figur 30: Skisse som viser de tekniske anleggene i ISOBO Aktiv (Jadarhus 2011)

ENERGI

ISOBO Aktiv har 8m² solfangeranlegg, som forventes å stå for 50 % av varmtvannsbehovet og 10 % av romoppvarmingsbehovet via vannbårent anlegg. Dette er montert på takflaten mot sør. I tillegg har huset 8 felt med solcellepaneler, som til sammen har en effekt på 1,28 kwp⁶ og gir ca. 1230KWh pr år. Overskuddsenergi blir levert til energileverandøren Lyse AS.

Beregnet levert energi til bygningen er 7919kWh, spesifikt levert energi 44,4kWh/m². Dette tallet inkluderer all energibruk i boligen (oppvarming, lys, husholdningsanlegg etc.). Det er estimert at boligen ville brukt 28 000kWh hvis den hadde blitt prosjektert etter TEK10.

Det benyttes LED-lys i hele boligen. Dette bidrar til å ta ned energiforbruket, samtidig som det ikke er noe betydelig varmeutvikling fra slike lys som påvirker innklimaet. Annet energiforbruk blir visualisert med bl.a. lyssignal i dusjen som varsler når man har brukt mye varmtvann. I tillegg er det forutsatt hvitevarer med «A+» eller «A++»-merking.

⁶ KiloWattPeak (spiseseffekt) – 1 kwp er effekten ved 25 °C dersom innstrålt solenergi har en effekt på 1kW/m² (Hagen 2013).

OPPVARMING

Det benyttes en LWD 50A luft-til-vann varmepumpe fra Alpha-InnoTec som fungerer til ned mot -20 °C utetemperatur, og leverer opptil 70 °C varmtvann for tappevann og radiatoranlegg. Vannbåren varme benyttes i hele huset, med radiatorer i oppholdsrom og gulvvarme på begge bad.

Solfangersystemet og varmepumpen er beregnet å dekke 95 % av oppvarmingen og 90 % av varmtvann av bygningens årlige energibehov. Gråvannsgjenvinner⁷ ble vurdert i prosjektet, men funnet ulønnsom og for lite effektiv. Netto oppvarmingsbehov er gitt å være 13,9kWh/m², mot kravet på 18,9kWh/m².

VENTILASJON

For ventilasjon benyttes et motstrømsaggregat med balansert ventilasjon levert av Systemair med 90 % virkningsgrad. Spesifikk vifteeffekt (SFP) er 1,5. Dette anlegget er tilkoblet en jordkolektor som forvarmer eller forkjøler luften avhengig av årstid. Jordkollektoren består av ca. 100m rør som ligger i sløyfer under boligen.

STYRINGSSYSTEM

Styringssystemet er et io-homecontrol-system levert av VELUX. Alle komponenter er programmert til å snakke med dette systemet. Dette gir et enkelt brukergrensesnitt der samme fjernkontroll brukes til å styre vinduslufting, varme og lys. Huset kan også fjernkontrolleres med telefon. Slik kan man forvarme huset hvis man har vært borte en periode.

4.2.4. FORELØPIG ANALYSE

Prosjektleder Kurt Hobberstad forteller i intervju at huset ble bygget med utgangspunkt i passivhusstandarden, men med ekstra aktive elementer. Dette er en tilsvarende tilnærming som Framtidens Aktivhus i Stjørdal. Huset har hatt mange av de samme utfordringene som Framtidens Aktivhus har hatt pga. denne tilnærmingen. Kuldebroproblematikken med takvinduer har vært til stede i dette prosjektet også. Hobberstad påpeker at prosjektgruppen var klar over at kuldebrokravet i passivhusstandarden ikke ville nås, og satte dermed heller ikke inn noen ressurser i å søke Enova om støtte for prosjektet. De opplever søknadsregimet til Enova som tungtrødd med for mye dokumentasjon og rapportering. Vinningen går fort opp i spinningen når man må ha en dedikert person til å utføre søknadsarbeidet.

⁷ Gråvann – avløpsvann fra vask, dusj og vaskemaskin.

Dette huset er også et pilotprosjekt med en rekke teknologiske løsninger. Formålet har vært å teste hvilke løsninger som skaper et optimalt inneklima. Dette gjør at huset isolert sett har vanskelig for å være økonomisk gunstig, men erfaringene man gjør seg med et slikt forskningshus er vanskelig å verdsette. Kontraktsummen oppgis til 5 950 000kr (EiendomsMegler1 2012). Hobberstad opplyser at huset ble solgt for ca. 32 500kr/m², altså rundt 5 785 000kr. Også i dette prosjektet har samarbeidspartnere gjort en stor innsats, bl.a. på styringssystemet. Det er høyst sannsynlig at det ligger mange «gratistimer» bak prosjektet. Følgelig er det vanskelig å estimere de totale byggekostnadene. Siden dette er et forskningsprosjekt, er det viktig med god oppfølging for å måle prestasjonen til boligen over tid. Boligkjøper forplikter å la huset overvåkes og testes i to år. Huset ble kjøpt i april 2012. Et gunstig lån fra Husbanken med 2,5 % rente (EiendomsMegler1 2012) overbeviste kjøperne. De er veldig fornøyde med hvordan huset fungerer, både på energieffektivitet og inneklima (Haukali 2013).

ISOBO Aktiv har mange av de samme fokusområdene som Framtidens Aktivhus. Innemiljø og energieffektivitet er de to viktigste faktorene. Fokuset på miljøvennlighet i materialbruk ivaretas gjennom å bruke materialer som er lokalt lett tilgjengelig. Det foreligger ikke en tilgjengelig livsløpsanalyse for prosjektet, så hvordan huset presterer gjennom sin levetid, er usikkert.

Huset produserer elektrisitet ved hjelp av solcellepaneler, som skal redusere behovet for levert energi. Overskuddselektrisitet selges tilbake til energiselskapet Lyse AS. I prinsippet leveres all produsert energi tilbake til strømmettet og vektas mot levert energi. Slike energiavtaler er ikke særlig utbredt i Norge i dag, men både Kurt Hobberstad og Rolf Jacobsen er overrasket over hvor positive energiselskaper virker til pluss hus som leverer strøm til nettet. Jacobsen henviser til et øko-landsbyprosjekt i Hurdal, der Hafslund skal ta i mot overskuddsenergi. Om energiselskapene er like positive når det blir mange slike småkraftverk, er et annet spørsmål.

Jadarhus vurderte flere forskjellige byggesystemer for boligen, bl.a. elementbygging, modulbygging og plassproduksjon (Berg & Jadarhus 2011). Erfaringene med pre-cut er gode, men når takvinduer havner utenfor byggemodul, går det fort med en del ekstra arbeidstimer for tilpasning på byggeplass. Fordeler med modulbygging er at det er effektivt å bygge og lite avfall, men er veldig lite fleksibelt og krever omfattende prosjektering. Til slutt var det pre-cut byggesystem som ble valgt. Det ble vurdert som det sikreste valget, men elementbygging blir ansett som en aktuell framtidig erstatning. Ved elementbygging bygges hele vegg- og takseksjoner ferdig på fabrikk og monteres raskt på byggeplass når alle delene er ferdige.

4.3. PROSJEKTERT EKSEMPEL

For mitt prosjekterte eksempel har jeg tatt utgangspunkt i husmodellen «Trend 1» fra Norgeshus. For kalkylen sin del har jeg forenklet modellen noe. Aktivhusprinsippene er vurdert opp mot de to case-studiene jeg har beskrevet.

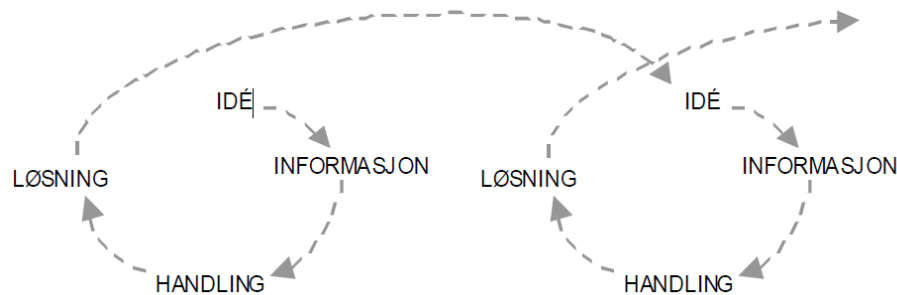


Figur 31: Trend 1 i rekke, perspektiv for prosjekt på Frøya (Norgeshus AS 2013b)

Det er viktig å poengtere at det ikke er en optimal løsning å ta utgangspunkt i et annet bygg for å lage passiv- og aktivhus. Siden aktivhus og passivhus er avhengige av helhetlig prosjektering, kan man legge problematiske føringer ved å ha forhåndsdefinert en bygningskropp. Husmodellen har blitt valgt pga. sine store glassflater og høye himling i 2. etasje, som gir en luftig og lys bolig, samt enkle bygningskropp, som kan gjøre overgangen til passivhus mindre komplisert.

Boligen har ikke innvendig sportsbod og er derfor avhengig av 5m² utvendig bod eller bod i garasje. Siden dette gjelder uansett boligtype for dette prosjekterte eksempelet, blir denne merkostnaden uten betydning. Huset har heller ikke alle hovedfunksjoner på første plan. Med hovedfunksjoner menes inngangsparti, stue, kjøkken, bad/toalett, oppbevaringsplass og soverom med plass for dobbeltseng. Det gjør at boligen ikke kan regnes som tilgjengelig i forhold til Byggeforskriftens § 12-2 (Norge 2012). For å utløse grunnlån i Husbanken «[...] skal prosjektene ha særlig fokus på universell utforming og miljø/energi. Husbanken krever tiltak innenfor begge kvalitetsområdene utover minimumskeravene i plan- og bygningsloven/teknisk forskrift» (Husbanken 2011). Krav om tilgjengelig boenhet er et slikt fokusområde. Det betyr at denne boligen ikke er godkjent for Husbanklån.

Byggeprosessen er en kontinuerlig iterativ prosess (Haugen & Hansen 2000). Det betyr at vi kan gjøre oss erfaringer på et tidspunkt i prosjekteringen som gjør at vi må tilbake og gjøre endringer på et tidligere nivå.



Figur 32: Iterativ prosess (Haugen & Hansen 2000)

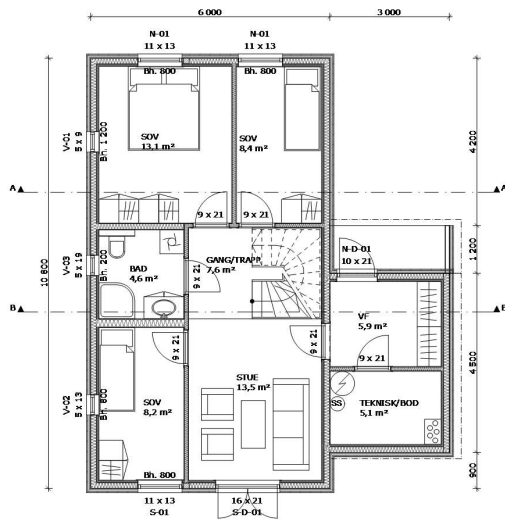
I form av en bygningsprosjektering kan det eksempelvis være en energiberegning som viser at designet ikke holder mål i forhold til energieffektivisering. Da må man tilbake til tegnebordet og gjøre om designet på bygget, eksempelvis vindusutforming og plassering.

Andresen et al. (2009) påpeker viktigheten av en integrert prosess der et team av fagfolk samarbeider under prosjekteringen av bygninger. Tidligere har standarden vært at en aktør gjør seg ferdig med sin fase før den neste kommer inn i prosessen. Ved integrert energidesign (IED) anbefales det en felles designgruppe med eksperter fra alle fagfelt som jobber sammen i alle faser av prosjektet. Slik sikres en helhetlig prosess der utfordringer blir synliggjort og håndtert tidlig i prosessen mens det er billig å gjøre endringer.

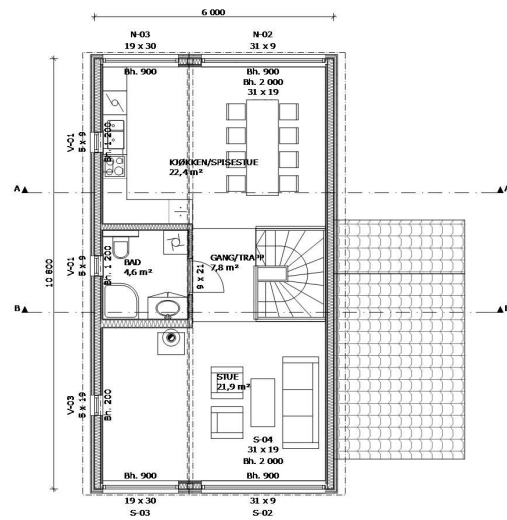
For denne oppgaven blir det ikke anledning å gjøre en slik prosess fullt ut. Huset skal heller ikke gjennomprosjekteres, men kun så langt at jeg får et overordnet kalkylegrunnlag. Energiberegningene har likevel ført til at utformingen av og elementer i passivhusboligen har blitt endret. Ved omprosjektering fra TEK10 til passivhusstandard beholder jeg «fotavtrykket»⁸ til boligen og øker vegg- og taktykkelsen innover. Dette gjør jeg for å illustrere tapt bruksareal ved økt isolasjonsmengde. Ved fortettingsbygg vil dette også være realiteten da de ytre rammene for bygningen er gitt. Alle energiberegninger gjøres for Oslo-klima.

4.3.1. GRUNNLAG

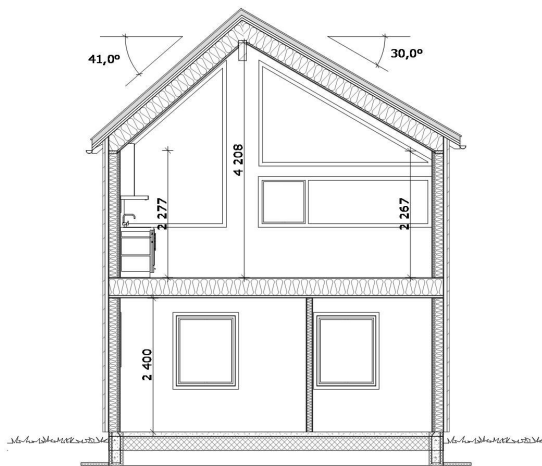
TEK10



Figur 33: TEK10, Plan 1. etg.



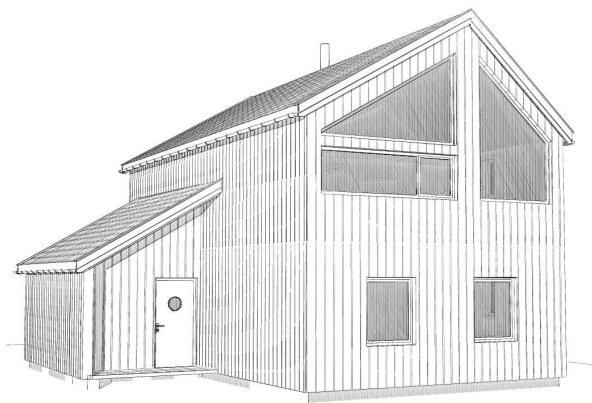
Figur 34: TEK10, Plan 2. etg.



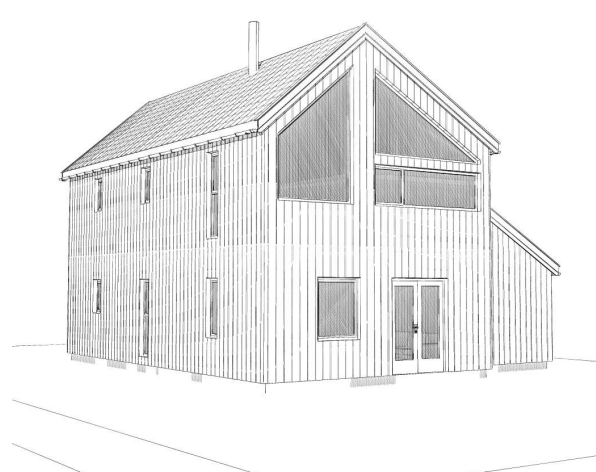
Figur 35: TEK10, Snitt A



Figur 36: TEK10, Snitt B



Figur 37: TEK10, Fasade mot nord og øst



Figur 38: TEK10, Fasade mot sør og vest

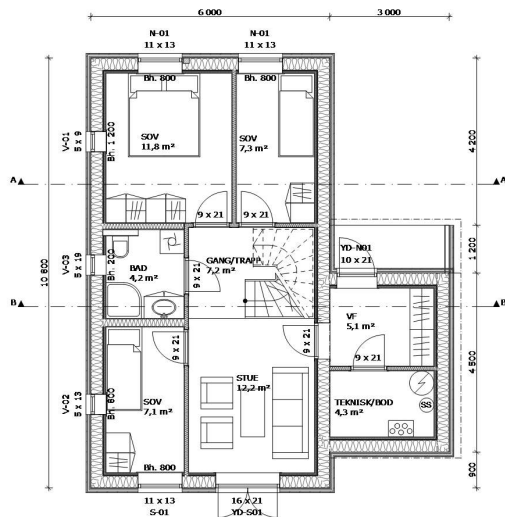
I TEK10-boligen benyttes en vanlig 148mm stenderverksvegg med 48mm påføring på innsiden. Dette gir en isolasjonsmengde på 200mm. Det benyttes Glava Proff isolasjonsklasse 35 som isolasjonsmateriale. Mot grunnen benyttes 250mm trykkfast isolasjon klasse 38, mens det i taket benyttes 300mm I-bjelker med Glava Proff 35-isolasjon. I vinduer benyttes 3-lags glass med isolert karm. Disse tiltakene gir følgende U-verdier:

Tabell 23: U-verdier for prosjektert eksempel etter TEK10

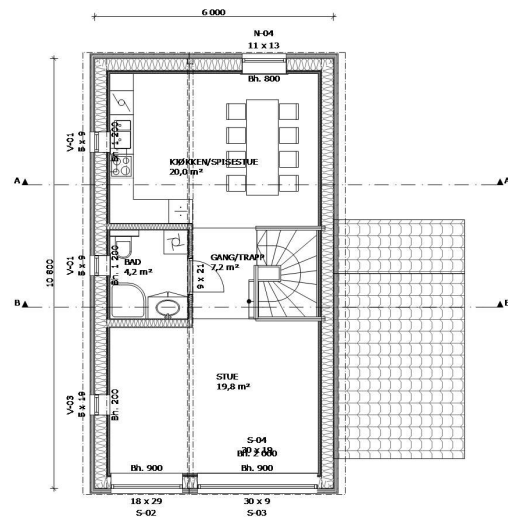
Bygningsdel	U-verdi
Yttervegg	0,20
Gulv mot grunn	0,14
Tak	0,14
Vinduer/Dører	1,0

Boligen har BRA på 128,2m² og et oppvarmet volum på 376,6m³. Det forutsettes et varmeaggregat fra Flexit av typen UNI3. Denne har en spesifikk vifteeffekt (SPF) på 1,1 og en årsmidlere temperaturvirkningsgrad på 89 %. Lekkasjetallet settes til 1,0 luftvekslinger pr. time. Selv om kravet i Teknisk Forskrift er 2,5h⁻¹, er det ikke uvanlig for dyktige byggefirma å klare å bygge langt tettere. I tillegg forutsettes det en vedovn som står for 40 % av oppvarmingsbehovet.

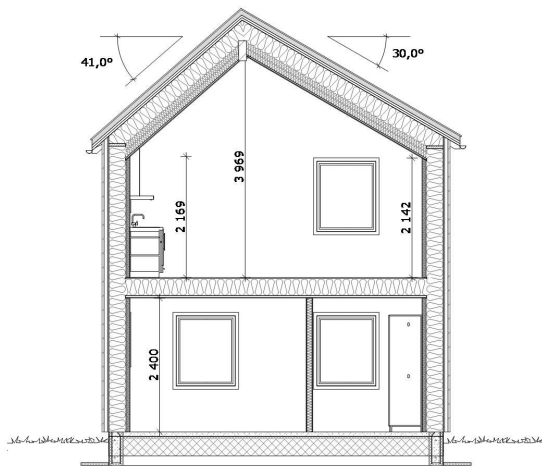
PASSIV



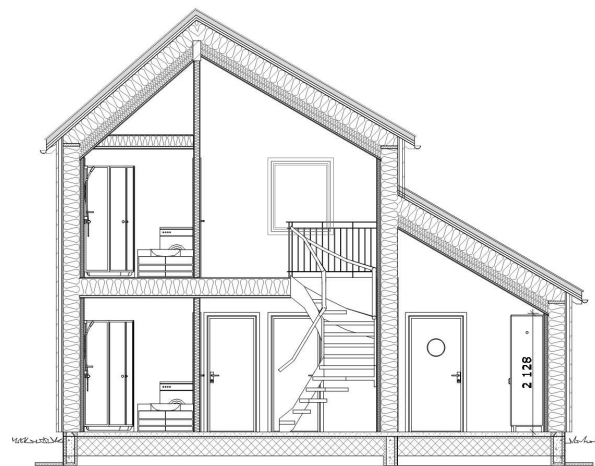
Figur 39: Passiv, Plan 1. etg.



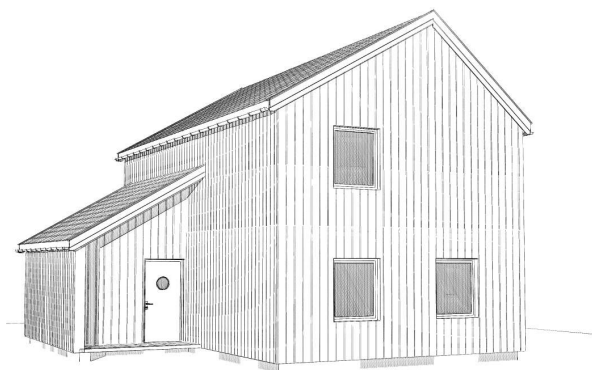
Figur 40: Passiv, Plan 2. etg.



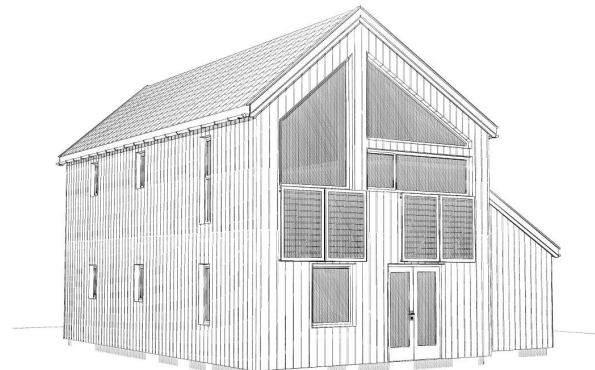
Figur 41: Passiv, Snitt A



Figur 42: Passiv, Snitt B



Figur 43: Passiv, Fasade mot nord og øst



Figur 44: Passiv, Fasade mot sør og vest

I passivhusversjonen av bygget benyttes det i veggen Moelvens 300mm Iso3-stender med 23+48mm innvendig påforing. Med 25mm asfaltplate som vindsperre og Glava Extrem 33 som isolasjonsmateriale blir U-verdien for denne veggen 0,09 (Moelven 2012). I taket benyttes 300mm I-bjelker med 98+98mm påforing innvendig isolert med Glava Extrem 33. Mot grunnen forutsettes 350mm trykkfast isolasjon. Vinduene er 3-lags superisoleringsvinduer. Disse vinduene kan forutsettes å være ca. 20 % dyrere enn vinduer med U-verdi 1,0. Det forutsettes også et automatisk styringssystem for solavskjerming av disse vinduene. Solavskjerming er nødvendig for å unngå overoppheting på sommeren. Disse tiltakene gir følgende U-verdier:

Tabell 24: U-verdier for prosjektert eksempel etter NS 3700

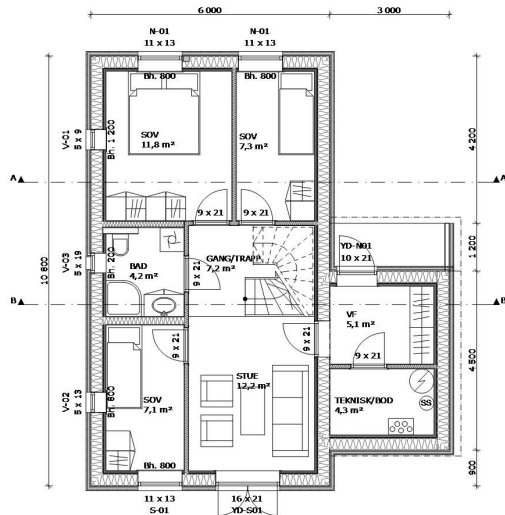
Bygningsdel	U-verdi	Krav i NS3700
Yttervegg	0,09	0,15
Gulv mot grunn	0,09	0,15
Tak	0,08	0,15
Vinduer/Dører	0,72	0,8

På passivhuset er det krav om at minst 50 % av varmtvannsbehovet skal dekkes av fornybar energi. Det er derfor forutsatt et solfangeranlegg på 6m² på sørveggen for å dekke dette behovet. Det forutsettes også et likt varmegjenvinningsanlegg som for TEK10-boligen, altså med SPF på 1,1 og virkningsgrad på 89 %. Passivhuset forutsettes bygd uten ildsted. Dette kan derfor trekkes ut av kalkylen.

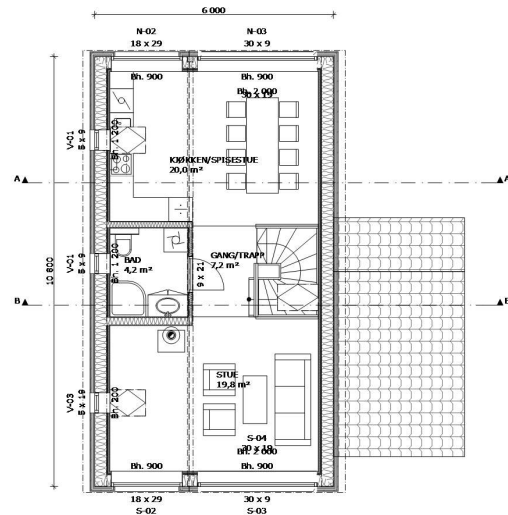
Passivhuset får et BRA på 116,2m². Pga. større isolasjonsmengder «mister» passivhuset 12m² i forhold til sin TEK10-tvilling. Dette er et arealtap på 9 %. Gjennomsnittsprisen for ny enebolig i Norge var for 2012 på 28 400 kr (Statistisk sentralbyrå 2013c). Det gir et «tap» i salgsprisen på 340 800 kr. Samtidig koster en bedre isolert bolig mer da mer materialer og arbeidstid går med. Arealtapet må derfor kompenseres ved god markedsføring for å få en kunde til å betale mer for en bedre isolert bolig.

Huset har også blitt lukket mot nord, med kun et nødvendig vindu ved kjøkkenbordet og kjøkkenbenken for å sikre krav om utsyn. Vinduene mot sør beholdes da sørvendte vinduer gir varmetilskudd i energiberegningen. De har likevel blitt krympet noe pga. tykkere sidevegger. Pga. endrede vinduer mister huset også sitt arkitektoniske uttrykk og mister kanskje noe salgsv verdi der. I passivhusberegningen får boligen et netto oppvarmingsbehov på 21,0kWh/m² og er med det innenfor kravet for Oslo-klima på 22,3kWh/m². På tross av at alle bygningskomponenter er innenfor med god margin, er det bare så vidt at boligen er godkjent for oppvarmingsbehovet i passivhuskriteriene. Dette skyldes nok i stor grad at boligen har 24,9 % vindusareal mot de anbefalte 20 % i NS 3700.

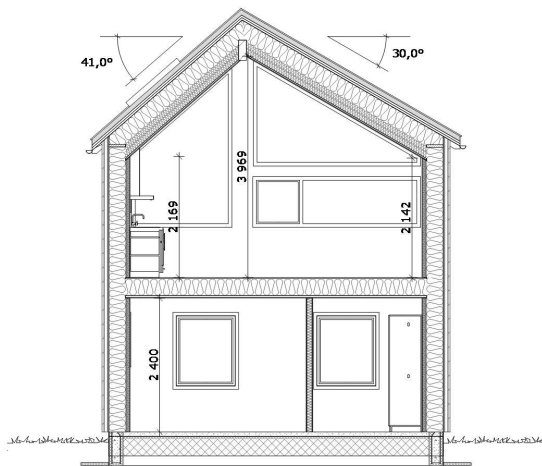
AKTIV



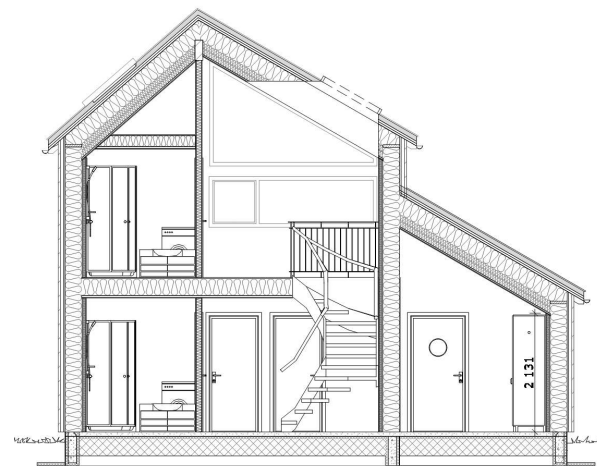
Figur 45: Aktiv, Plan 1. etg.



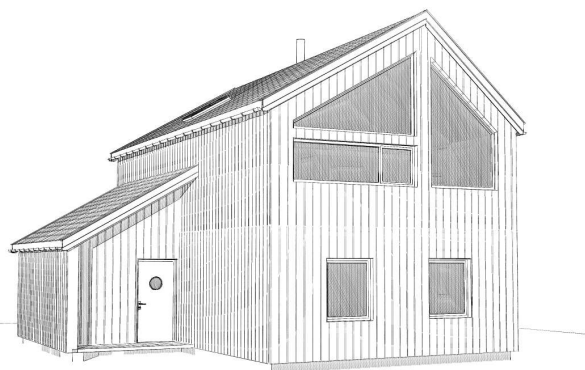
Figur 46: Aktiv, Plan 2. etg.



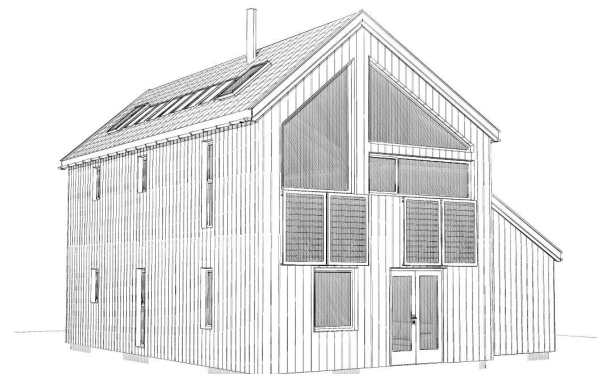
Figur 47: Aktiv, Snitt A



Figur 48: Aktiv, Snitt B



Figur 49: Aktiv, Fasade mot nord og øst



Figur 50: Aktiv, Fasade mot sør og vest

Aktivhuset får samme tilnærming til konseptet som Framtidens Aktivhus på Stjørdal og ISOBO Aktiv på Sandnes. Det betyr å ta utgangspunkt i passivhusstandarden, men legge til aktive elementer. I dette tilfellet betyr det å gjeninnføre de store vindusflatene fra TEK10-varianten, videreføre solfangerne fra passivhusvarianten og legge til solcellepaneler på taket. I tillegg legges det til tre takvinduer der to av dem er mot vest og ett mot øst (over trappeoppgangen). Formålet med disse er å få inn mer lys samt benytte dem for naturlig lufting ved skorsteinseffekt.

For vegger, tak og gulv mot grunn videreføres de store isolasjonsmengdene. I tillegg benyttes superisolerende glass med 0,72 i U-verdi. Solavskjermingssystemet fra passivhuset videreføres her.

4.3.2. TEKNISKE LØSNINGER

TEK10

Standardmodellen av denne boligen er utstyrt med en høyeffektiv varmegjenvinner med 89 % gjenvinningsgrad. Denne varmegjenvinneren blir benyttet på alle boligtypene for sammenligningsgrunnlag. Ut over dette er det lite spesiell teknologi i huset.

PASSIV

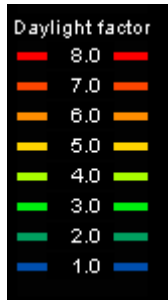
Passivhusvarianten er utstyrt med et solfangersystem på 6m² som beregnes å stå for 50 % av tappevannsoppvarmingen og 5 % av romoppvarmingen ved vannbårent oppvarmingsanlegg. I tillegg er boligen utstyrt med en luft-til-vann varmepumpe som står for 75 % av romoppvarmingen og 30 % av tappevannsoppvarmingen. Det forutsettes et vannbårent oppvarmingsystem med varmekabler på bad og i vindfang, og radiatorer ellers i bygget. Frode Aune ved Ole Sivertsen AS anslår kostnaden for et slikt anlegg ved Passivhuset Løvset til å koste ca. 130 000. For å unngå overoppheting legges det til et solavskjermingssystem basert på kostnaden fra passivhuset på Løvset.

AKTIV

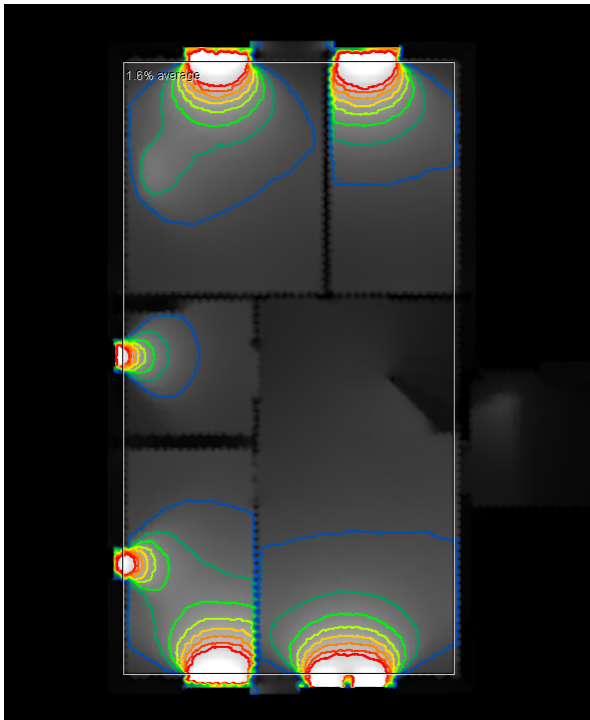
For aktivhuset inkluderes et solcelleanlegg som forutsettes å ta hånd om 17 % av det spesifiserte el-behovet til boligen. For enkelthets skyld forutsettes det at solavskjermingssystemet fra passivhusboligen også fungerer som et SMART-system med vindusutlufting og fjernstyringsmuligheter. Som for passivhuset benyttes luft-til-vann varmepumpe med vannbårent oppvarmingsanlegg, samt en vedovn som står for 10 % av oppvarmingsbehovet.

4.3.3. EGENSKAPER

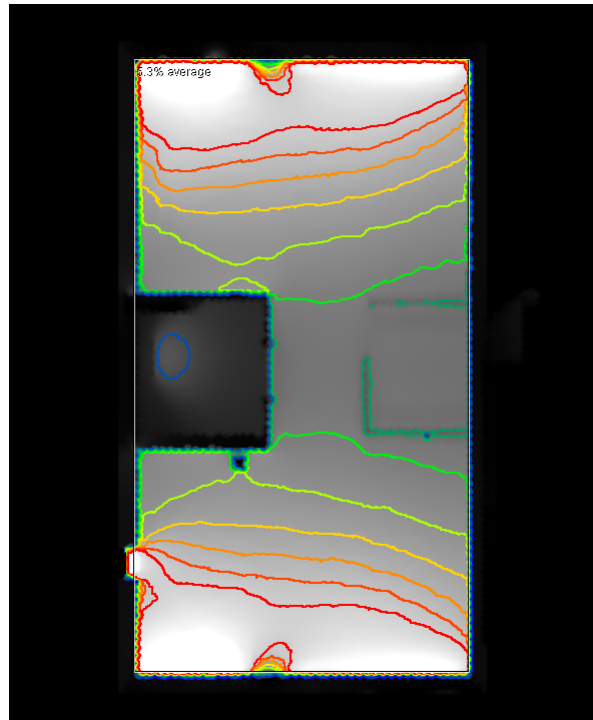
Lys



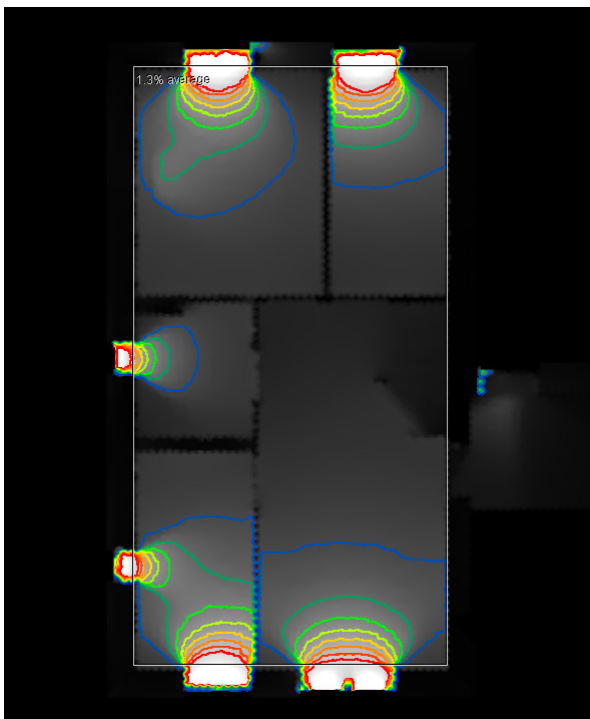
Figur 51: Nivåer i dagslysfaktormåling



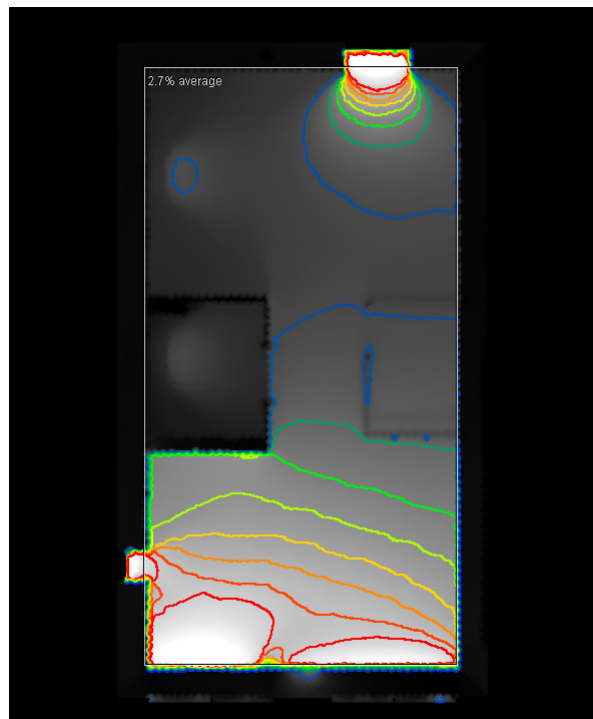
Figur 52: Lysnivå i TEK10-bolig, 1. etg.



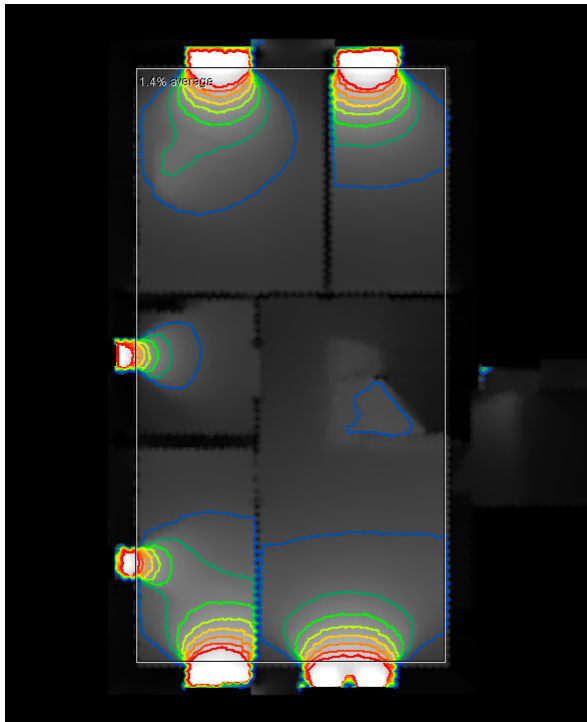
Figur 53: Lysnivå i TEK10-bolig, 2. etg.



Figur 54: Lysnivå i passivhusbolig, 1. etg.



Figur 55: Lysnivå i passivhusbolig, 2. etg.



Figur 56: Lysnivå i aktivhus-bolig, 1. etg.



Figur 57: Lysnivå i aktivhus-bolig, 2. etg.

Vi ser av lysmålingsberegningene at 1. etasje kommer ut likt for boligen prosjektert etter TEK10 og passivhusversjonen. Gjennomsnittlig dagslysfaktor i 1. etasje blir 1,5 % for TEK10-boligen og 1,3 % for Passivhus-boligen. Det er ikke særlig overraskende at forskjellen i lysmengde er så liten da den eneste forskjellen på de to modellene er veggtykkelsen, som reduserer lysmengden noe. I 2. etasje derimot kommer forskjellene sterkere fram. Der TEK10-boligen kan skilte med en gjennomsnittlig dagslysfaktor på hele 5,3 %, blir passivhuset betydelig mørkere med en gjennomsnittlig dagslysfaktor på 2,7 %. Dette er fremdeles greit innenfor kravet i Teknisk Forskrift, men i forhold til aktivhusstandarden er det to karakterer forskjell mellom de to boligene (1 og 3).

Aktivhuset presterer tilnærmet likt som de to andre versjonene i 1. etasje med 1,4 % dagslysfaktor. Det blir litt mer lys ved trappeløpet. Dette fordi et takvindu er plassert rett over for å gi lys ned til 1. etasje, samt bidra til effektiv gjennomlufting av huset. 2. etasje er veldig godt opplyst, med sterkt lys selv i midtseksjonen mellom stua og kjøkkenet. Totalt sett får 2. etasje 5,4 % i dagslysfaktor. De store vindusflatene i seg selv gir så mye lys til boligen at takvinduene nesten ikke får noe å si her. Det er vanskelig å dokumentere hvilken effekt lufting gjennom takvinduene får for innemiljøet, men basert på erfaringer fra de tidligere aktivhusene kan det antas at luftkvaliteten blir frisk og god.

ENERGI

TEK10-boligen blir kun vurdert opp mot varmetapsberegningene i Teknisk Forskrift. Bygningen tilfredsstiller ikke kravene til energiltak jfr. § 14-3 (1) pga. et samlet glass-, vindus- og dørareal på 33,2 % av BRA mot 20,0 % krav i forskriften, samt U-verdi på yttervegg på 0,20W/m²K mot krav på 0,18W/m²K. Bygningen er likevel godkjent ved varmetapsramme jfr. § 14-3 (2) og energiramme jfr. § 14-4.

Tabell 25: Resultater fra energiberegning for TEK10-hus

Resultater av evalueringen	
Evalueringskriterium	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller ikke kravene til energiltak i paragraf §14-3 (1)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-4
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-5
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2010 (tabell A.6)
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstiller krav til energiforsyning i §14-7
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Varmetapstallet er 0,91(W/K)/m², noe som er innenfor forskriftskravet på 1,02(W/K)/m². Energiebehovet for huset er 121,9kWh/m² (totalt 15603kWh), mens kravet ligger på 132,5kWh/m². Boligen får da et energimerke «Oransje C». For fullstendige beregninger, se vedlegg for Energiberegning for TEK10-hus og Energimerke for TEK10-hus.

Passivhusboligen har blitt prosjektert for passivhusberegningen ved NS 3700 og tilpasset til regnestykket gikk opp. Tykkelsen på vegger, tak og gulv på grunn har blitt justert slik at U-verdiene og varmetapsnivåene kom innenfor kravene.

Tabell 26: Resultater fra evaluering mot NS 3700 for passivhuset

Resultater av evalueringen	
Evalueringskriterium mot NS 3700	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller kravet for varmetapstall
Energitytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energitytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700 (tabell A.1)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus

Tabell 27: Energitytelsen for passivhuset

Beskrivelse	Energiytelse	
	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	21,0 kWh/m ²	22,3 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	58,7 kWh/m ²	68,0 kWh/m ²

Vi ser av beregningene at alle krav er oppfylt for passivhuset. Passivhuset får et totalt netto energibehov på 9632 kWh og energimerket «Gul A». For fullstendige beregninger, se vedlegg for Passivhusberegning for passivhus og Energimerke for passivhus.

Aktivhuset har tatt utgangspunkt i passivhuset hva vegg-, tak- og gulvoppbygging angår. Med de ekstra vindusflatene mot nord og takvinduene var det lite sannsynlig at huset ville bli godkjent som passivhus. Det har likevel blitt gjort en vurdering for å se hvor langt unna kravet huset ligger.

Tabell 28: Energiytelsen for aktivhuset

Beskrivelse	Energiytelse	
	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	27,4 kWh/m ²	22,3 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	54,7 kWh/m ²	74,5 kWh/m ²

Ikke uventet oppfyller ikke aktivhuset kravet til passivhus. Spesielt de store vindusflatene får skylden for dette. Aktivhuset skilter med totalt 37,4 % vindu- og dørareal med store glassflater vendt mot nord. Verdt å merke seg er at energibruken av fossile energibærere er lavere. Varmetilskuddet fra vedovnen bidrar i positiv forstand her. Totalt netto energibehov for aktivhuset blir 10382kWh, men lavere andel fossil energi brukt til oppvarming fører til at aktivhuset får energimerke «lysegrønn A». Det består dermed kravet for energibruk mot TEK10 med god margin. Totalt levert energi er tilnærmet likt mellom aktivhuset og passivhuset med hhv. 6834 og 6822kWh.

Energivare	Levert energi til bygningen (NS 3700)	
	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	4463 kWh	38,4 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	1618 kWh	13,9 kWh/m ²
1c El. solenergi	279 kWh	2,4 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	475 kWh	4,1 kWh/m ²
Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	6834 kWh	58,8 kWh/m ²

Tabell 29: Levert energi til aktivhuset

Energivare	Levert energi til bygningen (NS 3700)	
	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	5271 kWh	45,4 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	1347 kWh	11,6 kWh/m ²
1c El. solenergi	204 kWh	1,8 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	6822 kWh	58,7 kWh/m ²

Tabell 30: Levert energi til passivhuset

4.3.4. KALKYLE

I kalkylen er vinduer inkludert i ytterveggkostnaden, mens takvinduer er inkludert i takkonstruksjonskostnaden. Styringssystem for solavskjerming og vinduslufting er inkludert i ventilasjonsposten. I fast inventar inngår vannbårent oppvarmingsanlegg, solfangere og solcellesystemer. Vedovn hører også med her. For passivhuset er det beregnet et tilskudd fra Enova på 450 kr/m². For et hus på 116m² utgjør dette 52 200kr.

Tabell 31: Hovedoppstilling med sammenlignbare kostnader for hustypene

Hovedoppstilling					
	TEK10	differanse opp til	Passiv	differanse opp til	Aktiv
223 Bæresystemer	kr 15 583	kr 0	kr 15 583	kr 0	kr 15 583
224 Etasjeskiller	kr 82 883	kr 0	kr 82 883	kr 0	kr 82 883
225 Yttervegger	kr 369 891	kr 163 471	kr 533 362	kr 35 649	kr 569 011
226 Innervegger	kr 109 476	kr 0	kr 109 476	kr 0	kr 109 476
227 Takkonstruksjoner	kr 100 043	kr 26 630	kr 126 673	kr 23 910	kr 150 583
270 Fast inventar	kr 121 335	kr 195 346	kr 316 681	kr 110 332	kr 427 013
360 Ventilasjon	kr 49 555	kr 167 045	kr 216 600	kr 0	kr 216 600
12 Tømrerarbeider	kr 848 766	kr 552 492	kr 1 401 258	kr 169 891	kr 1 571 149
01 Rigg og drift	kr 124 504	kr 0	kr 124 504	kr 0	kr 124 504
Betongarbeider	kr 115 450	kr 6 123	kr 121 573	kr 0	kr 121 573
Elektriker	kr 160 000	kr 0	kr 160 000	kr 0	kr 160 000
Totalt	kr 1 248 720	kr 558 615	kr 1 807 335	kr 169 891	kr 1 977 226
Støtte fra Enova	kr 0		kr 52 200		kr 0
Totalt etter støtte	kr 1 248 720	29 % kr 506 415	kr 1 755 135	11 % kr 222 091	kr 1 977 226

Her er elektrikerkostnader forutsatts som lik for de forskjellige boligtypene. Elektrikerkostnaden er basert på tilbud for den originale boligen. I tillegg kommer kostnader for tomt og graving. Hovedoppstillingen her er en sammenfatting av den fullstendige kalkylen for hvert av husene. Fullstendig kalkyle er vedlagt.

Kostnaden for vegg går opp pga. ISO3-stender og Glava 33-isolasjon. 1 løpemeter vanlig vegg koster rundt 1760kr. For passivhuset koster en løpemeter vegg ca. 3700kr, altså nesten 2000kr dyrere. Her er kun materialkostnader vurdert. Det er forutsatt likt antall arbeidstimer for utførelsen av de forskjellige komponentene. Veggkostnaden går også opp pga. vinduer med passivhusstandard (U-verdi lik 0,7). Disse er beregnet å være rundt 20 % dyrere enn vinduer med U-verdi lik 1,0. Aktivhuset blir litt dyrere enn passivhuset her pga. flere vinduer.

De forskjellige tekniske anleggene har stor innvirkning på økonomien. Fra TEK10 til passivhus kommer solfangere og vannbårent oppvarmingsanlegg med luft-til-vann varmepumpe på plass. Disse elementene koster mye. I passivhuset er kostnaden for ildsted fjernet. Dette kommer sammen med kostnaden for solcelleanlegg tilbake for aktivhuset. Totalt står de tekniske anleggene for hele 65 % av de totale merkostnadene fra TEK10 til passivhus i dette tilfellet. Å oppgradere taket til passivhusstandard står bare for 5 % av kostnadene, mens vegg med vinduer står for 29 % av de totale merkostnadene. Vi ser at differansen fra TEK10 til passivhus er 29 %. Erfaringstall viser merkostnader på 5-10 % (Klinski et al. 2012a). Det er tydelig at boligen får en betydelig merkostnad ved å være et oppgradert TEK10-hus snarere enn å være planlagt som passivhus fra starten. Fra passivhus til aktivhus kommer et tillegg på 11 %. Disse kostnadene kommer som følge av mer vinduer i vegger og tak, solcellepanel og vedovn.

4.3.5. NÅVERDIBEREGNING

Det har blitt gjort en enkel nåverdiberegning for investeringene basert på sparte energiutgifter. Nåverdi er et begrep som viser pengers verdi i framtiden. Det regnes som mer verdifullt å ha en krone i dag enn en krone i morgen. Nåverdi beregnes ved denne formelen: (Hervik & Kostnadsberegningutvalget 1997)

$$NNV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{U_t}{(1+k)^t}$$

Der:

- I_0 er investeringsutgiften i år 0
- U_t er nytteoverskudd i år t
- k er diskonteringsrenten som forutsettes å være konstant i analyseperioden. Høyere diskonteringsrente betyr høyere avkastningskrav hos utbygger.

Investeringsprosjektet er positivt dersom NNV er positiv ved utløpet av kalkulasjonsperioden. Det blir ikke vurdert utskiftninger av materialer og komponenter i løpet av levetiden ved dette prosjektet. Ved en fullstendig livsløpsanalyse er dette derimot nødvendig for å få synliggjort både totalt materialbruk og høyere effekt av fremtidige tekniske anlegg. 60 år anses som levetiden for et småhus.

Tabell 32: Potensial for spart energi for passiv- og aktivhus

	Levert spesifikk energi (kWh/m ²)	BRA (m ²)	Totalt levert energi (kWh)	Strømkostnad (kr/kWh)		
				kr 0,80	kr 1,00	kr 2,00
TEK10	121,90	128,00	15 603	kr 12 483	kr 15 603	kr 31 206
Passivhus	58,70	116,00	6 809	kr 5 447	kr 6 809	kr 13 618
Aktivhus	58,80	116,00	6 821	kr 5 457	kr 6 821	kr 13 642
Årlig besparelse Passiv vs TEK10			8 794	kr 7 035	kr 8 794	kr 17 588
Årlig besparelse Aktiv vs TEK10			8 782	kr 7 026	kr 8 782	kr 17 565

Vi ser av beregningene at den potensielle energibesparelsen for passiv- og aktivhus er tilnærmet lik for dette prosjekterte eksempelet. Dermed blir den økonomiske besparelsen også lik.

Tabell 33: Nåverdianalyse for passivhusoppgradering

Investering for passivhus vs TEK10	kr -506 415			
Diskonteringsrente	4 %	Strømkostnad (kr/kWh)		
	År	kr 0,80	kr 1,00	kr 2,00
Nåverdi passivhusoppgradering	10	kr -449 353	kr -435 088	kr -363 761
	30	kr -384 762	kr -354 349	kr -202 283
	60	kr -347 254	kr -307 464	kr -108 513

Investeringskostnaden for å få dette huset opp på passivhusnivå etter NS 3700 er på over en halv million. Dette gjør at huset ikke er i nærheten av å bli lønnsomt over en levetid på 60 år. Selv ikke med en strømpris på 2kr/kWh går huset i pluss.

Tabell 34: Nåverdianalyse for aktivhusoppgradering

Investering for aktivhus vs TEK10	kr -728 506			
Diskonteringsrente	4 %	Strømkostnad (kr/kWh)		
	År	kr 0,80	kr 1,00	kr 2,00
Nåverdi aktivhusoppgradering	10	kr -671 519	kr -657 273	kr -586 040
	30	kr -607 014	kr -576 640	kr -424 775
	60	kr -569 555	kr -529 817	kr -331 129

Med det negative resultatet for passivhus, høyere investeringskostnad og likt energibruk er det ikke særlig uventet at aktivhuset gjør det økonomisk langt verre i nåverdiberegningene. Her er det riktignok ikke vurdert en økonomisk gevinst i sommermånedene for energigenerering ved solceller, men den kan ikke forventes å være særlig høy. Totalt sett vil dette huset ikke lønne seg verken som

aktiv- eller passivhus. Til det blir ekstrainvesteringen for høy. Det kan ventes at tiltakene fører til høyere bokomfort i boligen. Bokomfort og levestandard er kvalitative vurderinger og dermed vanskelig å verdsette i kroner.

Tabell 35: Økonomisk smertegrense for passivhusoppgradering

Diskonteringsrente	4 %	Strømkostnad (kr/kWh)		
	År	kr 0,80	kr 1,00	kr 2,00
Maksimal investering for lønnsomhet ved passivhusoppgradering	10	kr -57 062	kr -71 327	kr -142 654
	30	kr -121 653	kr -152 066	kr -304 132
	60	kr -159 161	kr -198 951	kr -397 902

Under de forutsetningene som ligger til grunn for dette prosjektet, har det blitt gjort en analyse av hvilken merkostnad man kan legge til for at prosjektet fremdeles skal være økonomisk lønnsomt. Med den samme energibesparelsen ser vi at huset så vidt tåler en merkostnad på drøye 150 000kr før det blir ulønnsomt med de energiprisene vi har i dag. I Danmark var gjennomsnittskostnaden for strøm i 2012 på 1,98DKK/kWh, som utgjør ca. 2,0NOK (Strøm.dk 2013). Med en slik strømpris tåler dette passivhuset en merkostnad på nesten 400 000kr.

Det blir ikke vurdert nærmere i denne oppgaven hvilke enkelttiltak som er mest lønnsomme å utføre, hvorvidt det er de tekniske anleggene eller bedre vegger/tak som utgjør de største forskjellene. I Enovas potensial- og barrierestudie tyder det på at varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og lufttetthet har de mest lønnsomme forutsetningene, mens tiltak knyttet til ekstra isolasjon fremstår som ulønnsomme (Enova 2012c). Varmegjenvinning finner vi på alle de forskjellige hustypene. Hvilken type varmepumpe som ville gitt de mest lønnsomme forutsetningene, blir ikke vurdert her.

Huset lider under det faktum at det i utgangspunktet har vært et TEK10-hus som er forsøkt gjort passivt og aktivt. De store vindusflatene mot nord er både dyre og lite gunstige for energiberegningene. Skal et passiv- eller aktivhus prosjekteres, må dette være avklart på forhånd, slik at utformingen av bygningen blir optimal mot forutsetningene for gode, energieffektive og økonomisk tilgjengelige bygg.

Kvadratmeterkostnaden er gjerne det som opptar en kunde mest ved kjøp av bolig, sammen med beliggenheten. I rene byggekostnader kommer de tre husene veldig forskjellig ut. Siden energiberegningene er gjort for Oslo-klima er det også naturlig å ta kostnadsberegninger basert på Oslo-nivå. Gjennomsnittsprisen for en kvadratmeter tomt i Oslo angis til ca. 18 000kr (DN.no 2013). De tre hustypene har et bebygd areal (BYA) på ca. 86,5m². I tillegg kommer plass for biloppstilling og

oppkjørelse. Hvis man anslår en tomteutnyttelse på 50 % må man ha en tomt på ca. 200m². Dette gir en tomtekostnad i Oslo på 3 600 000kr. Det blir gjort en sammenligning med tomteprisene for Trondheim. Tomtekostnader her er funnet ved å ta gjennomsnittet av tomteprisene av åtte tomter som lå ute på www.finn.no 15.5.2013. Her er det inkludert både sentrale og lett usentrale tomter for å få et helhetlig gjennomsnitt. Gjennomsnittet kom på i underkant av 6000kr/m². Her er det også inkludert tomteprisen Veidekke avd. Trondheim måtte betale for ei tomt på Tyholt. Veidekke måtte betale rundt 86 millioner kroner for syv mål tomt, noe som gir en tomtekostnad på over 12 000kr. Dette er prisrekord for Trondheim (Aune 2013). Gjennomsnittet for Trondheim gir en tomtekostnad på 1 200 000kr.

Tabell 36: Oppstilling av byggekostnader og tomtekostnader for Oslo og Trondheim

	TEK10	Passiv	Aktiv
Kostnad for bygget	kr 1 248 720	kr 1 755 135	kr 1 977 226
BYA	86,5	86,5	86,5
BRA	128	116	116
Byggekostnad pr m2	kr 9 756	kr 15 130	kr 17 045
Nødvendig tomtestørrelse (ca. 50 % utnyttelse)	200	200	200
Tomtepris Oslo pr m2	kr 18 000	kr 18 000	kr 18 000
Tomtekostnad Oslo	kr 3 600 000	kr 3 600 000	kr 3 600 000
Pris pr m2 BRA Oslo	kr 37 881	kr 46 165	kr 48 080
Tomtekostnad i prosent av totalkostnad Oslo	74 %	67 %	65 %
Tomtepris Trondheim pr m2	kr 6 000	kr 6 000	kr 6 000
Tomtekostnad Trondheim	kr 1 200 000	kr 1 200 000	kr 1 200 000
Pris pr m2 BRA Trondheim	kr 19 131	kr 25 475	kr 27 390
Tomtekostnad i prosent av totalkostnad Trondheim	49 %	41 %	38 %

Vi ser at tomtekostnaden i Oslo utgjør nesten tre fjerdedeler av totalkostnaden for TEK10-boligen. I Trondheim derimot er tomteprisandelen nede i under 50 %. Gjennomsnittlig salgspris pr. kvadratmeter ny enebolig i Oslo og Trondheim var for 2012 hhv. 48 200kr og 26 500kr (Statistisk sentralbyrå 2013c). Vi ser av det at det prosjekterte aktivhuseksempellet så vidt er lønnsomt i Oslo, mens det for Trondheim er et tapsprosjekt. Passivhuset er heller ikke særlig lønnsomt. TEK10-boligen derimot går med et stort overskudd i begge byene. Det skal derfor mye til for å få en byggherre til å bygge et mindre lønnsomt prosjekt uavhengig av miljøengasjement.

5. ANALYSE OG DISKUSJON

5.1. UTFORMING OG PLASSERING

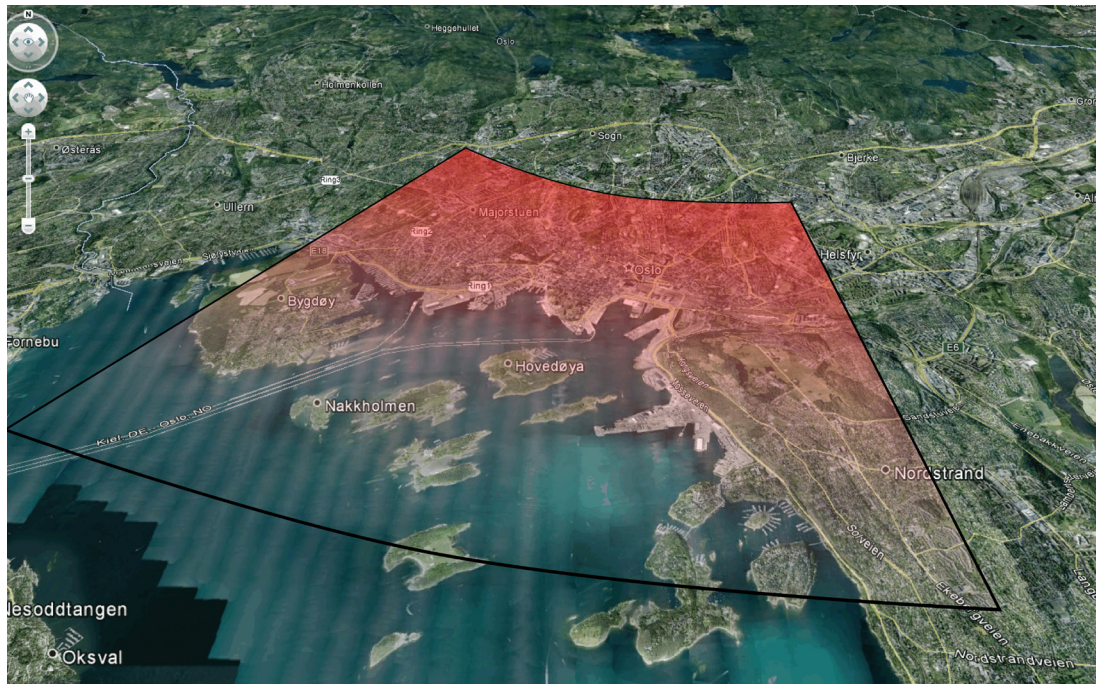
Aktivhus er som passivhus avhengig av gode solforhold mot sør. Solfangere og solcellepaneler utgjør en stor porsjon av de aktive elementene for bygningskonseptet. For et vellykket aktivhus er det avgjørende at de får nok sol til å fungere effektivt. Dette er i tråd med Milan et al. (2012) sine konklusjoner om bruk av solcellepaneler.

Alle hus som skal energiberegnes etter NS 3700 må lukke bygget så mye som mulig mot nord. Vinduer og dører mot nord gir stort varmetap i energiberegningen. Vinduer mot sør gir derimot varmetilskudd for energiberegningen. Her kan det være godt med vindusflate. utfordringer oppstår i byer med nordvendte tomter. I f.eks. Trondheim er utsikten nordvendt. Byåsen og Jakobslia/Othillenborg er områder med mange eneboliger. Her vil boligkunder gjerne prioritere utsikt og beliggenhet fremfor energieffektivitet. Solfangere og solcellepaneler kan fremdeles benyttes i utstrakt grad på sørsiden, men størsteparten av vindusflaten blir for lite gunstig plassert sett fra et energiståsted.



Figur 58: Utsikt fra eneboligstrøk i Trondheim. Foto: Google Earth

I Oslo er tomtene i langt større grad sørvendte. Det vil generelt være færre utfordringer med å rette bygget med vindusflatene sørover her. Intervjuobjektene er i stor grad enige om at beliggenhet går foran energieffektivitet når kunder vurderer boligkjøp.



Figur 59: Utsikt fra Oslo. Foto: Google Earth

Et av de viktigste prinsippene for aktivhus er naturlig ventilasjon. Poenget med dette er å få inn frisk, ufiltrert luft. En forutsetning for at innelufta blir bra er at utelufta er tilsvarende bra. Å ha naturlig ventilasjon i et sterkt forurenset område, f.eks. et område med høy biltrafikk, vil virke mot sin hensikt. Det er derfor avgjørende å bygge på tomter som befinner seg i roligere boligområder.

5.2. TEKNISKE NØDVENDIGHETER

De to aktivhusmiljøene i Norge har forskjellig oppfatning av hvilke tekniske elementer et aktivhus bør inneholde. Gaia Arkitekter har en vinkling som baserer seg på robuste konstruksjoner med liten grad av teknologi. Denne vinklingen gjør huset sterkere rustet mot manglende vedlikehold fra brukers side, men møter store utfordringer med regelverket og tekniske forskrifter. Balansert ventilasjon er allerede en del av Teknisk Forskrift, og med TEK15 der passivhusnivå blir standard blir det vanskelig å se for seg hus uten balansert ventilasjon. I dag får Gaia dispensasjoner for fritak fra balansert ventilasjon for sine bygg etter omfattende dokumentasjon av husets egenskaper. Med en innstramning av regelverket er det ikke sikkert at disse dispensasjonene fortsatt vil gå gjennom. Omfattende dokumentasjon og søknadsprosesser er tidkrevende, og øker dermed prosjektering-

skostnaden betraktelig. Med tanke på at et gjenvinningsanlegg koster rundt 30-50 000kr inkludert installasjon kan det hende det lønner seg å installere et kun for å slippe den omfattende søknadsprosessen mot kommunene.

VELUX sin tilnærming til balansert ventilasjon er å kun benytte seg av den i den kalde årstiden, mens naturlig ventilasjon benyttes når temperatur, vær og andre forhold tilsier at det passer. Slike anlegg kalles hybridventilasjon. De kan være automatisk styrte, men det krever et styringssystem som i dag er ganske dyrt. Det er ingenting i veien å sløyfe et slikt SMART-system og åpne vinduer selv etter behov, men man vil da også miste fordelene ved at huset regulerer seg selv til man kommer hjem fra arbeid eller muligheten til å fjernstyre huset. Ventilasjonsanlegget kan suppleres med en varmekollektor. Den består av et rørsystem under huset som forvarmer luften om vinteren og øker effekten av varmegjenvinneren. Ekstrakostnaden for et slikt rørsystem er ansett som liten, og består stort sett av litt graving og noen rør.

Varmepumper fins i ulike former, med luft-til-luft, luft-til-vann, vann-til vann og bergvarmepumper som noen av de mest vanlige. Varmepumper som henter energi fra uteluften er ofte de billigste, men også de mest sårbare for lave temperaturer. Det er gjerne når man trenger mest varme at de fungerer dårligst. Luft-til-luft varmepumper kan dessuten kun benyttes til romoppvarming og ikke til tappevannsoppvarming. Vann-til-vann varmepumper er effektive året gjennom, men avhengig av at bygningen er nært havet. Bergvarmepumper benytter seg av varme hentet dypt nede i bakken og er effektive året gjennom, men koster en del for investeringen med boring og installering. Hvilken pumpe som passer best for prosjektet er avhengig av flere faktorer, bl.a. plassering av bygget, oppvarmingstype og oppvarmingsbehov. Aktivhuset på Stjørdal vurderte varmepumpe som ulønnsomt. Huset var bygd med bakgrunn i passivhusforskriften og hadde således et svært lavt oppvarmingsbehov. Det ble konkludert med at varmegjenvinning av ventilasjonsluft var tilfredsstillende med vedovn som oppvarmingskilde for ekstra kalde dager. Aktivhuset ISOBO Aktiv på Sandnes benytter seg av en luft-til-vann varmepumpe på tross av sitt lave oppvarmingsbehov. Sammen med solfangere er nesten hele oppvarmings- og tappevannsbehovet dekket. Det viser at valg for varmepumpe må ses i sammenheng med prosjektet som en helhet.

Solfangere brukes allerede i dag i mange passivhus for å få en større del av oppvarmingsbehovet flyttet over på fornybare energikilder. Disse er naturlig å videreføre for aktivhus. Vannbårne oppvarmingsanlegg kan kobles både til solfangere, fjernvarmeanlegg, luft-til-vann varmepumpe, biokjeler og direkte elektriske anlegg. De er således en fornuftig og fleksibel måte å varme et hus på. Varmen fordeles i huset enten via varmekabler i gulv eller ved radiatorer. Ved bruk av solfangere

vil dermed bruk av en «til-vann» varmepumpe fort være hensiktsmessig da de kan kobles sammen på det samme anlegget, og til sammen stå for størsteparten av både romoppvarmingsbehovet og tappevannsbehovet.

Aktivhus fokuserer på effektiv energibruk og reduisering av primærenergiforbruk. Energiproduksjon regnes som et aktivt tiltak i forhold til aktivhusstandarden. Solceller er en godt utprøvd energiproduksjonsmåte som vil få større og større betydning etter hvert som kostnaden går ned og effekten går opp. Mange av aktivhusene som er vurdert og nevnt i oppgaven benytter seg av solceller til energiproduksjon. Richard Ligård forteller i intervju at Framtidens Aktivhus vurderte solceller, men unnlot å bruke dem da de fant dem ulønnsomme. Dette var i 2010. I dag har effektiviteten gått opp og prisen ned. ISOBO Aktiv benytter seg av solcellepaneler og selger overskuddsenergi tilbake til strømmettet. For en fornuftig bruk av overskuddsenergien er man avhengig av en avtale med energileverandør for salg av strøm. Ulempen med solcellepaneler i Norge er at de er mest effektive når behovet er lavt, altså på sommeren. Dette kan kompenseres ved bruk av små vindturbiner som er effektive når det blåser om høsten og vinteren.

Dagslys er et viktig element for konseptet. Rikelig med vindusflate må derfor til for å få et godt aktivhus. Richard Ligård i Framtidens Aktivhus kan fortelle at takvinduer ikke er noen fasit, men at de blir flittig brukt da de gir ca. dobbelt så mye lys inn i en bolig som et fasadevindu. Takvinduer koster gjerne litt, men som det prosjekterte eksempelet viser utgjør denne merkostnaden en veldig liten grad av det totale budsjettet. Samtidig er stor vindusflate en utfordring i forhold til overoppheting av boliger. Solavskjerming er helt nødvendig for å sikre et godt innemiljø. Mange av de første passivhusene manglet dette. Disse ble i stor grad overopphetet og ubeboelige om sommeren. Fast solavskjerming montert i ettertid ødelegger gjerne det arkitektoniske uttrykket arkitekten i utgangspunktet har skapt. Både passivhuset på Løvset, Framtidens Aktivhus og ISOBO Aktiv har automatiske solscreens som blander vinduet ved direkte solinnstråling. Slike systemer oppgis å være ganske dyre i dag, spesielt når de skal knyttes mot motorstyring av tak- og fasadevinduer og andre elementer i et SMART-system. Verken Framtidens Aktivhus eller ISOBO Aktiv har et godt anslag på hva den reelle kostnaden for SMART-systemet er fordi samarbeidspartnerne har bidratt med mye utviklingshjelp. Jostein Flå i Gauldal Bygg anslår kostnaden alene for solscreen-anlegget for passivhuset på Løvset til 130 000kr. Det er nærliggende å anta at et komplett SMART-system kan komme opp i 200 000kr, avhengig av hvor mange elementer som skal kobles til. Arkitekt Ástridur Birna Arnadóttir ved VELUX opplyser at de jobber med enkle styringssystemer som skal bli langt billigere enn de som nå er på markedet. Forenkling og samkjøring av erfaringer skal sørge for dette.

5.3. UTFORDRINGER FOR KONSEPTET

Et vanlig spørsmål som oppstår når man diskuterer aktivhus er «er aktivhus det motsatte av passivhus?». En forbruker må ha informasjon om hva de forskjellige huskonseptene går ut på.

5.3.1. DEFINISJONER OG FORSKJELLIGE KONSEPTER

I dag er det to vinklinger til aktivhuskonseptet ved VELUX og Gaia Arkitekter. VELUX har som medlem i «The Active House Alliance» vært med å utvikle aktivhusstandarden som nå benyttes for aktivhusprosjekter verden over med de tre fokusområdene innemiljø, energi og miljø. Gaia har tatt utgangspunkt i denne standarden og videreutviklet noen nye fokusområder, spesielt i retning økologiske materialer. Samtidig fokuserer de sterkt på robuste byggeløsninger og føler økt bruk av teknologi skaper mindre robusthet. Balansert ventilasjon krever jevnlig vedlikehold fra bruker og SMART-systemer kan være vanskelig å forstå. De ønsker hus som overlever selv om brukeren ikke har kompetanse eller evne til å behandle slike systemer.

Det store fokuset på naturlige trematerialer som Gaia har kan nok forventes å slå heldig ut i en livsløpsanalyse av bygget. Rolf Jacobsen ved Gaia forteller i intervju at de bare har foreløpige vugge-til-grav-analyser for Shelter-serien deres ennå, men de ser til gjengjeld lovende ut. Samtidig kan det hende de undervurderer brukerne sine når de påstår de teknologiske systemene blir for avanserte. Tor Helge Dokka viser til at vedlikehold på varmegjenvinneranlegg består av et enkelt skifte av støvfilter en gang i blant. Richard Ligård ved Framtidens Aktivhus og VELUX hevder brukergrensesnittet for SMART-husene er enkle. I praksis kan man gå helt ned på «hjemme/borte»-definering av systemet. De to VELUX-aktivhusene i Norge har til gjengjeld ikke et veldig stort fokus på byggematerialer, men tar det som er lokalt tilgjengelig. Heller ikke for disse foreligger det livsløpsanalyser, men med større bruk av gips og glassullisolasjon kan det forventes å komme mindre heldig ut enn økohusene.

Kollektivt har de to aktivhusmiljøene et imponerende fokus på bærekraftige bygninger. Samler de seg og deler kunnskap kan utfallet bli et boligkonsept som henter det beste fra begge verdener. I tillegg vil de stå sterkt mot framtidige forskriftskrav som varsler økt fokus på energigjerrighet og bærekraft.

Forskjellige vinklinger på et konsept med samme navn skaper forvirring. I markedsføringsøyemed er det en ubetinget fordel at konseptet forenes om en felles definisjon. Med en entydig definisjon

kan aktivhus benyttes som salgsargument på lik linje med svanemerking og energimerking. I tillegg vil det bli enklere å søke etter støtte. Ole Aksel Sivertsen ved Enova viser til at de kan også støtte aktivhus i de støtteprogrammene de har, men de vet ennå ikke hva aktivhus innebærer.

Aktivhus som begrep er i stor grad upløyd mark. Oppå dette kommer også ZEB-konseptene. Her fins det også veldig mange forskjellige definisjoner. Det som må påpekes er at man ikke må *velge* mellom passivhus, aktivhus eller ZEB. De forskjellige konseptene går i stor grad over i hverandre. Passivhusstandarden fokuserer utelukkende på energibruk i bygninger. Alle tiltak som reduserer energibruken er velkommen i et passivhus. Det betyr større isolasjonsmengder for lavere varmetap, varmegjenvinning og varmepumper. Å flytte så mye som mulig av energibruken over på fornybare energikilder er også et viktig poeng for å gi en grønnere oppvarmingskarakter. Dermed blir solfanger og solcellepaneler brukt på passivhus. I NS 3700 gir sør- og vestvendte vinduer varmetilskudd. Med dagens gode U-verdier på vinduer står det lite tilbake for å ha store glassflater på et passivhus. Store glassflater gir bedre innendørs lysforhold og er et viktig poeng for aktivhusstandarden. Nye passivhus fremstår gjerne som «aktive passivhus» pga. sine aktive elementer.

ZEB, som står for Zero Energy Building, forsøker å få nullutslippshus, enten ved en årlig avregning eller for byggets levetid. For å komme dit er bygningen nødt til å benytte seg av byggematerialer som har lav klimapåvirkning samt tiltak som generer energi, f.eks. solcellepaneler eller vindturbiner. Livsløpsanalyser benyttes for å avgjøre en bygningens klimapåvirkning over levetiden til bygget. Et viktig poeng er hvor energien kommer fra. Primærenergifaktorer benyttes for å veie energi fra fossile energibærere opp mot klimapåvirkningen. Et hus som benytter seg av kun vind- og solkraft vil ha mye lettere for å nå nullutslippshusnivå. Aktivhusstandarden gir høy score for bygninger som benytter seg av naturlige materialer og har lav klimapåvirkning over levetiden. Et ZEBs lave energibruk vil også slå godt ut for aktivhusberegningen.

Tilbake står egentlig da bare aktivhus' store fokus på innemiljø. Aktivhusstandarden benytter seg av dagslysfaktor, CO₂-nivå på luft, temperatur og lydnivå som faktorer som avgjør om huset er et godt hus, og flere av disse faktorene blir til en viss grad tatt hånd om av TEK10. Økologiske materialer til bruk i boliger blir ikke rangert på annen måte enn ved livsløpsberegningen, men vil nok få boligen til å føles friskere.

BREEAM og LEED er andre sertifiseringsordninger som har mange av de samme fokusområdene som aktivhus. BREEAM fokuserer i hovedsak på andre bygninger enn boligbygninger. Selv om andre typer bygninger kan vurderes etter *BREEAM Bespoke* eller *BREEAM International* er det nød-

vendig med en adaptoring av ordningen for bolighus for å kunne få sammenlignbare bygninger for benchmarking. LEED kan benyttes for boliger, men er basert på amerikansk standard og har færre prosjekter og benchmarker mot. Begge sertifiseringsordningene baserer sin rangering på faktorer som aktivhus omfavner med sin helhetlige tilnærming. Aktivhus fremstår derfor som en potensiell felles plattform for mange boligkonsepter, og har potensial til å bli et markedsføringsobjekt på lik linje med dagens svanemerke og CE-merking.

5.3.2. BETALINGSVILJE

Et hus er ikke verdt mer enn hva en kunde er villig til å betale for det. Bygninger med ambisjoner utover TEK10 drar fort på seg en del merkostnader. For at ikke disse skal bli rene tapsprosjekter må det altså være marked for slike. Studier viser at passivhus koster mellom 5-10 % mer enn vanlige boliger, mens nZEB-boliger kan forventes å koste noe mer, kanskje opp mot 15 % over vanlig byggekostnad. Det viser seg at man jevnt over er villig å betale noe mer for miljøvennlige bygg. Tall fra USA indikerer opp mot 5 % mer. Rolf Jacobsen ved Gaia Arkitekter anslår en økt betalingsvilje på ca. 10 %.

Boliger kan dermed ikke koste mer enn det smaker. Aktivhus har en del elementer som kan se dyre ut på papiret, men har potensial for å tjene seg inn i løpet av noen år. En boligkjøper vil være mer villig til å gå inn med en høyere investeringskostnad hvis det kan presenteres et regnskap som viser hvor lang tid det tar før investeringen har betalt seg ned og man begynner å gå i pluss. Likevel, høyere investeringskostnad fører fort til misnøye fra kunder som gjerne frykter at det tar for lang tid å gå i pluss. Det kan nok forventes at beliggenhet forblir et viktigere salgsargument for boliger enn energimerke. Bokomfort er også en viktig faktor for en boligkjøper. Å få synliggjort at miljøtiltakene indirekte fører til bedre komfort i boligen blir et veldig viktig markedsføringsområde.

Effektiv markedsføring vil være et viktig element for aktivhusene. Der passivhusene har kommet skjevt ut med negativ markedsføring må de første aktivhusene markedsføres sterkt som hus med høyere standard enn vanlig. I SINTEF Byggforsks prosjektrapport 113 «Systematisering og erfaringer med passivhus – oppfølging» kommer det frem at passivhus i liten grad benyttes som markedsføringselement. Kundene, med enkelte unntak, er heller ikke særlig interesserte eller bevisste på energieffektivitet når de skal kjøpe bolig. Beliggenhet, romløsninger, balkong og komfort er viktigere argumenter enn energimerke. Multiconsult og SINTEF (2012) anslår tilbakebetalingstiden for passivhus å være ca. 12 år. Klarer man å holde kostnadene for aktivhus på ca. samme nivå som for passivhus bør det absolutt være mulig å kunne få en boligkjøper til å investere i en dyrere bolig

hvis den går økonomisk i pluss etter 12-15 år. Dette er igjen avhengig av at bransjen klarer å skape interesse rundt begrepet. Få boligkjøpere vet hva passivhus egentlig går ut på, og antakeligvis langt mindre hva aktivhus går ut på.

Aktivhus og passivhus representerer nye og, i en kundes øyne, potensielt avanserte løsninger. Et aktivhus kan nødvendigvis ikke bygges hvor som helst i landet. Det må være et kundegrunnlag før man kan tjene penger på disse. Aktivhuset på Stjørdal viste at kundegruppen manglet. Der er huset ennå ikke solgt. Ligård og Brendeland tror huset kunne blitt solgt i Trondheim eller en annen storby, men i distriktene blir kundemassen for konservativ. I de større byene er tomteprisen den drivende kostnadsfaktoren. Vi ser av det prosjekterte eksempelet at tomteprisen i Oslo utgjør to tredjedeler av entreprisekostnaden. Huset blir på denne måten relativt sett «billigere» i byene enn i distriktene, der salgsprisen gjerne følger byggekostnaden tettere.

Selv om kundegruppen kanskje ikke er helt til stede riktig ennå kan det være av verdi for en utbygger å begynne å bygge aktivhus nå. Mange bygger delvis aktivhus uten å tenke over det. Passivhuset på Løvset inneholder aktive elementer i solfangere og automatisk solavskjerming. Å starte tidlig med å bygge slike boliger kan gi konkurransefortrinn nå myndighetskravene skjerpes. Hvis en utbygger kan vise til en portefølje med aktivhus eller «aktive passivhus» kan det forventes at en miljøbevisst kunde vil velge denne fremfor en annen aktør uten den samme erfaringen. Investeringene en utbygger må gjøre i starten av utviklingen av et slikt konsept kan betale seg tilbake over tid ved høyere markedsandel i bransjen.

5.3.3. STØTTE

ENOVA

Enova kan i dag gi støtte til enten boligprosjekter som følger NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergihus til punkt og prikke, eller til innovasjonsprosjekter som tar i bruk ny teknologi eller metoder for å oppnå lavt energibruk i boliger. Støtten søkes under prosjekteringen og utbetales ved ferdigstilling og ytelsesdokumentering av ferdig bygg.

Det er utfordrende å oppfylle alle kravene til NS 3700. Spesielt må det kunne dokumenteres hele veien at huset vil oppfylle alle krav til passivhus. Kuldebroer er kanskje spesielt utfordrende, og takvinduer fører i dag stort sett til at kravet isolert sett ikke oppnås, selv om huset som helhet presterer bedre enn energikravet. Framtidens Aktivhus og ISOBO Aktiv har begge energibruk som er lavere enn hva passivhusstandarden krever, men er ikke godkjent for støtte ved dette programmet pga. for høye kuldebroverdier.

Søknadsprosessen oppleves av flere av intervjuobjektene som tungvint og lite lønnsom. For mindre prosjekter gjør dokumentasjonskravet at gevinsten ved støtte blir marginal pga. ekstraarbeidet som ligger i dokumenteringen. NS 3700 stiller strenge krav, og bl.a. Rolf Jacobsen ved Gaia mener denne standarden er for rigid å bygge etter. Ole Aksel Sivertsen i Enova er uenig og mener programmet fungerer for sitt bruk. Når programmet heter «Støtte til passivhus» må kriteriene for tilskudd være deretter.

Alternativet er å søke på programmet for ny teknologi for fremtidens bygg. Dette programmet kan gi støtte for innovasjon og bruk av nye materialer og metoder for å oppnå lavt energibruk. Programmet er nytt, så verken Framtidens Aktivhus eller ISOBO Aktiv har kunne benyttet seg av dette. Det er dermed vanskelig å anslå hvor mye støtte man kan få og hvilke kriterier som er gjeldende for å få søknaden innvilget. Et hovedpoeng er at teknologien som støttes ikke skal være prøvd på det norske markedet. Dette gjør programmet interessant for pilotprosjekter med høy grad av innovasjon, men lite gunstig for kommende prosjekter.

Det kan stilles spørsmål ved om det burde eksistert en støtteordning som baserer seg på f.eks. levert energi. Det prosjekterte eksempelet oppfyller ikke kriteriene for passivhus, og er ikke berettiget støtte for dette programmet. Graden av innovasjon er muligens heller ikke til stede da metoder og elementer i boligen er gjennomprøvde i det norske markedet. Verken solfanger, solcellepaneler, varmepumpe eller konstruksjon er spesielt nyskapende annet enn å benyttes sammen på en bolig. Likevel har boligen energimerke A, til og med en grønnere karakter enn det prosjekterte passivhuset pga. høyere andel fornybar energi til oppvarming. Det samme gjelder Framtidens Aktivhus, ISOBO Aktiv og Shelter. Energibruk er enkelt å måle i ettertid, og kan dermed dokumenteres for grunnlag for støtte.

HUSBANKEN

Husbanken har mulighet til å gi gunstige lån til boligkjøpere. For å få husbanklån kreves det enkelte energiltak utover TEK10, eventuelt Lavenergibolig klasse 1 etter NS 3700. I tillegg stilles det krav om tilgjengelig boenhet for å utløse lånet. Tilgjengelig boenhet kjennetegnes av at boligen har alle funksjoner på hovedplanet og rom for at personer i rullestol kan operere og snu i alle rom. For boliger med flat tomt slik som det prosjekterte eksempelet blir dette en utfordring i forhold til aktivhuskonseptet. Det er en utfordring å få mye dagslys ned i førsteetasjen. Det kan løses ved hjelp av lyssjakter, men vil ikke være like effektivt som å få hovedplanet opp under taket. Boliger som bygges på skrånende tomter med inngang i overetasjen vil lettere har mulighet til å implementere gode dagslystiltak sammen med alle kriteriene for husbanklån.

Fra en utbyggers perspektiv kan det være støtte å hente ved å drive innovasjon. Pilotprosjekter der erfaringer deles med bransjen og øker kompetansen for fagpersonell kan bli tilkjent kompetansetilskudd. Dette er som for Enovas støtteprogram forbeholdt prosjekter med en viss grad av innovasjon, og vil nok ikke bidra i stor grad til å redusere kostnader ved en utbredt utbygging av aktivhus. Framtidens Aktivhus og Økohuset i Biestøa har mottatt kompetansetilskudd. Neste gang tilsvarende prosjekter settes opp er det ikke sikkert Husbanken er villige til å gi like mye.

5.4. KOSTNADSDRIVERE

5.4.1. AMBISJONSNIVÅ

Ambisjonsnivået for et aktivhusprosjekt er i grunn det som er utslagsgivende for hvilke kostnader som vil beløpe seg. Et høyt ambisjonsnivå inkluderer de beste tekniske løsningene, de mest økologiske materialene og detaljert prosjektering. De to aktivhusene i case-beskrivelsene hadde passivhus som ambisjonsnivå og utgangspunkt. Selv om det ikke var mulig å få en detaljert kostnadsoversikt over prosjektene kan det antas at merkostnadene har vært betydelige. Forskjellige leverandører av tekniske anlegg har jobbet mye «gratis» for å få systemene til å snakke sammen, og flere leverandører av materialer og kompetanse har bidratt i stor grad. Mye av hjelpen må anses som kompetanseheving og egen læring, og på den måten internarbeid, men det levnes liten tvil om at prosjektene innehar store skjulte kostnader.

Samtidig har det for begge prosjektene vært mest fokus på energi og innemiljø. Fokusområdet *miljø* har blitt underminert til en viss grad. Riktignok har det vært fokus på å benytte seg av lokale materialleverandører og arbeidere, men byggematerialene har i stor grad vært tradisjonelle. Passivhustankegangen har stått sterkt her, med ekstrem-glassull som isolasjonsmateriale, stenderverkskonstruksjon med polyuretankjerne og tradisjonelle tettematerialer av plast og asfalt. Her har Gaia og Brendeland & Kristoffersen mye kompetanse med trebaserte produkter som trefiberisolasjon og massivtreelementer. Rolf Jacobsen i Gaia oppgir at bygningskroppen for sin Shelter-serie koster anslagsvis 10 % mer enn en TEK10-bolig. Dette er i øvre sjikt av de merkostnadene vi ser for passivhus. Det er likevel ikke avskrekkende mye. Gaia-husene når alle passivhuskrav bortsett fra varmegjenvinningskravet, selv med et større fokus på økologiske materialer.

Et 100 % aktivhus vil være et som oppfyller alle krav på aller beste nivå. For å komme dit må alle fokusområder ivaretas. Det vil kreve grundig prosjektering fra mange forskjellige fagfelt. Et slikt hus vil overgå alle tekniske forskrifter. Passivhusstandarden ivaretar til en viss grad fokusområdene for energibehov, men et aktivhus som scorer fullt ut på energifeltet har lavere energibehov en

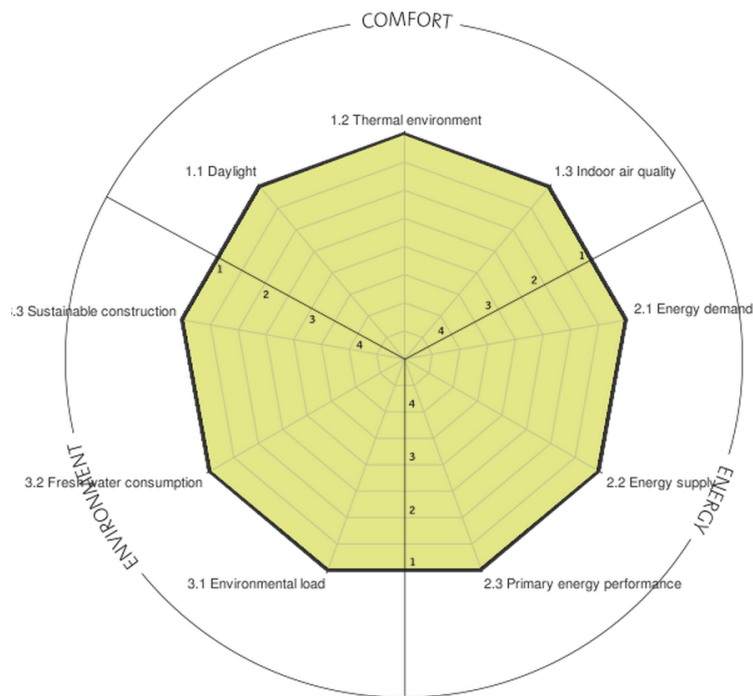
standarden tilsier i tillegg til å produsere nok energi til å gå i null over året. For å få et nullregnskap i Norge må man ha store flater med solceller der mesteparten av den produserte energien må selges tilbake på nettet da den hovedsakelig produseres på sommeren når behovet for energi er lavt. Eksempelvis har «Home for Life» i Danmark 50m² solcellepaneler for energiproduksjon. Det gir 9kWh/m² i overskudd over året som selges tilbake til nettet, og huset scorer fullt ut på energifeltet i radaren.

I tillegg til å ha lavt behov for levert energi må også huset ha de passive egenskapene for generelt lavt energibruk, i tråd med prinsippet om at den *den mest miljøvennlige energien er den som ikke blir brukt*. Det betyr godt isolerte vegger, tak og vinduer. Å kombinere dette med miljøvennlige materialer og lysbehov er en utfordring som ikke må tas lett på. En vegg med samme stenderverksoppbygging må være 15 % tykkere med trefiberisolasjon enn om den var bygd med glassullisolasjon for å oppnå samme U-verdi. Det er ikke gjort en livsløpsvurdering for det prosjekterte eksempelet, men det er nærliggende å anta at høyere treandel ville gjort huset mer klimagassvennlig over levetiden. Høyere glassandel fører til større energitap. Takvinduer taper mye energi i forhold til en isolert takkonstruksjon, men gir mye dagslys til boligen.

Richard Ligård er usikker på om de ekstreme veggtykkelsene er veien å gå. Store konstruksjoner er dyrere både i direkte materialbruk og arbeidstid. Framtidens Aktivhus ble bygd med passivhusstandard som underlag og som det første huset av et byggefelt med 8 boliger totalt. De neste 7 boligene vil ha TEK10 som underlag. Ligård håper å kunne vise at de nye boligene blir vel så gode som det første på både energibruk og bokomfort. De nye boligene skal bygges med ambisjoner for god byggeøkonomi. Det betyr at kostnadene kuttes der de kan. Erfaringene fra det første aktivhuset kommer godt med, og mye av prosjekteringen og konsulenttenestene overføres direkte. I tillegg gjør de mye av prosjekteringen selv uten hjelp av arkitekt. Vannbåren oppvarming sløyfes, og solfangere benyttes kun til tappevannsoppvarming. Det blir også kun motorstyring på takvinduer i stedet for både takvinduer og fasadevinduer. Med disse tiltakene håper Ligård å kunne selge de nye boligene for 3,8-4 millioner kr. Dette er langt billigere enn det første huset der estimerte kostnader lå opp mot 7 millioner kr, men samtidig er ambisjonsnivået litt lavere. Hvordan de nye husene presterer opp mot det første vil vi først få svar på når de er bygd.

Tall fra USA viser at de gjennomsnittlige merkostnadene for grønn boligbygging er 7 %. Det som også kommer fram er at boligbyggere som er erfarne på grønne bygg opplever merkostnader helt ned mot 2 % (McGraw Hill Construction 2012). Større firmaer viser også lavere gjennomsnittskostnader enn mindre firmaer. Boligbyggere som dedikerer seg til miljøbygg vil med andre

ord etter hvert sitte på så mye kunnskap og erfaringer om temaet at både prosjektering og utførelse går langt raskere. Det blir en introduksjonskostnad for å komme opp på et visst erfaringsnivå, men man vil man se større profitt etter hvert som man klarer å presse ned byggekostnadene. Med mer erfaring vil man kunne øke ambisjonene for boligbyggingen uten at det går ut over lønnsomheten i prosjektet.



Figur 60: Full score aktivhusradar

Et aktivhus som scorer høyt på energi- og miljøparameterne vil overgå passivhus og potensielt være nZEB eller ZEB. Snur vi på det kan vi si at en ZEB med godt innemiljø er et godt aktivhus. Det er altså ikke *enten eller* når man diskuterer miljøbyggkonsepter, men snarere hvor store ambisjoner man har for de ulike parameterne. Det gjør det også vanskelig å sammenlikne kostnader. Først når det kommer flere prosjekter med like ambisjonsnivå som ikke er å regne som pilotprosjekter kan vi få skikkelig oversikt over hvilke merkostnader aktivhus faktisk vil gi.

5.4.2. AREALKREVENDE

De to aktivhusene i Norge har så langt basert seg på passivhusstandarden. Det betyr tykkere vegger enn normalt. Det prosjekterte eksempelet viser et arealtap på 9 % pga. at ytterveggen blir totalt 19,1cm. tykkere enn TEK10-varianten. Ved opprettholdelsen av husets ytre rammer er det salgbart areal som blir skadelidende. Redusert areal blir på denne måten en indirekte kostnadsdriver. I Oslo som har en gjennomsnittlig salgpris på 48 200kr/m² ville de reduserte 12m² for passiv- og aktivhusvariantene av det prosjekterte eksempelet stått for et inntektstap på 578 400kr. Når konstruksjonen i tillegg er dyrere sier det seg selv at arealkostnaden går betydelig opp.

Jadarhus bygget sitt ISOBO Aktiv som en del av en feltutbygging med totalt 82 boliger. Kurt Hoberstad anslår i sitt intervju at hvis alle boligene skulle hatt like tykke vegger som ISOBO Aktiv ville det gått på bekostning av 3-4 hus. Dette er tapte inntekter som måtte blitt kompensert for ved høyere salgspris på de resterende enhetene. De neste 7 enhetene for Framtidens Aktivhus AS vil bygges med TEK10 som grunnlag, og dermed få tynnere vegger. Dette gir mer salgbart areal.

Det er ikke bare konstruksjonene som krever mer plass. De tekniske installasjonene krever også sitt. Dette medfører større tekniske rom, noe som kan gå på bekostning av oppholdsareal. Framtidens Aktivhus løste dette ved å bygge kjeller under huset der teknisk rom ble lagt sammen med litt bodareal. Fordelen her er at man får god plass til installasjonene. Ulempen er at man må benytte seg av en god del betong som trekker ned i et klimagassregnskap. Jadarhus utvidet rommet under trappen og senket gulvet her for å få plass til anleggene. Det er med andre ord viktig å sette av plass til de tekniske installasjonene.

5.4.3. PROSJEKTERING

Prosjekterende vil ha rikelig med utfordringer for sine første boliger. Både Framtidens Aktivhus og ISOBO Aktiv har hatt mange samarbeidspartnere som har bidratt med billige eller gratis konsulenttenester for egen læring. Etter hvert som bransjen øker kompetansen på slike bygg, vil det gå raskere å finne svar og løsninger på utfordringene som melder seg.

Det som er viktig for aktivhus er å forme huset etter tomta. Enkelte prinsipper, som f.eks. gode komponentløsninger, teknisk utstyr og generell lønnsomhet for solcellepaneler kan standardiseres og benyttes fra prosjekt til prosjekt, men i utgangspunktet må hvert hus planlegges etter forholdene. Dette vil øke prosjekteringskostnaden i forhold til TEK10-hus som er like uansett hvor de bygges, men i forhold til passivhus er ikke dette særlig annerledes. Også passivhus er avhengig av en grundig tomteanalyse og tilpasninger til denne. Ferdighuskjeder har i dag en rekke boliger som er ferdig prosjektert etter TEK10 og kan bygges hvor som helst i landet. Passivhus og aktivhus kan ikke ferdigprosjekteres i samme grad som TEK10-hus, men enkelte prinsipper kan videreføres.

Det prosjekterte eksempelet har tatt utgangspunkt i et slikt ferdighus. Det viser at det er utfordrende å ta utgangspunkt i ett huskonsept for å skape et annet. Det prosjekterte eksempelet fikk veldig tykke vegger og tak, og ville tjent på å ha bygningskroppen rotert slik at den fikk større flate mot sør. Ytterveggen i passivhusversjonen måtte ha 370mm isolasjon for å få energiregnskapet til å gå opp. Til sammenligning har ISOBO Aktiv 300mm isolasjon og passivhuset på Løvseth 290mm isolasjon. Disse har blitt formet som aktiv- og passivhus fra første strek. Den prosjekterte eksem-

pelboligen er også ganske liten med sine 116m². Dette fører til at pris pr. m² for tekniske installasjoner går opp da slike kostnader til en viss grad er faste. I en tidsalder der vi ønsker større grad av fortetting og effektiv planløsning er det et paradoks at større boliger blir billigere pr. m².

Aktivhus er helt i startgropa som boligkonsept. Passivhusstandarden NS 3700 sto ferdig i 2011, og allerede har merkostnadene for passivhus kommet ned på rundt 800kr/m² fra de først stipulerte 1200-1500kr/m². De første boligene som bygges fungerer som pilotprosjekter, men kostnadene derfra er langt fra sammenlignbare med kommende prosjekter. Etter hvert som flere aktører lærer seg prinsippene og prosjekteringsmetodene vil prisene gå ned. Prosjektlederne for de første aktivhusene har også vært flinke til å heve kompetansen i hele byggebransjen ved å holde presentasjoner av og visninger i sine prosjekter. En slik kompetanseheving er avgjørende for å redusere kostnadene i framtiden.

Nye isolasjonsprodukter som er slankere og mer effektive, bl.a. vakuumisolasjon og aerogel, vil komme på markedet og stoppe utviklingen av overdimensjonerte vegger og tak. Leverandører av nye produkter vil ha høye priser til å begynne med, men konkurransen vil drive prisene ned her også. Det samme kan forventes med kostnaden for tekniske anlegg. Solcellepaneler er lite utbredt og fortsatt dyre, men med den pris- og effektutviklingen de har hatt de siste år må det forventes at de får en større rolle i fremtidige bygningsprosjekter.

Verken Framtidens Aktivhus eller ISOBO Aktiv har benyttet seg av BIM i sin prosjektering. Ligård forteller i intervjuet at han føler felles byggemøter med de forskjellige tekniske fagene holdt for å sørge for god kommunikasjon. Arkitekt Brendeland mener imidlertid at de utførende ikke var godt nok forberedt på å integrere utstyr og ledninger i arkitekturen. Det gikk dermed med en god del arbeidstimer i utførelsen å gjemme bort teknisk utstyr og ledninger. Ved prosjektering i BIM tegnes alle bygningskomponenter og alle tekniske fag, både ventilasjonskanaler og elektriske ledninger, på samme tegning. Utfordringene blir dermed møtt på tegnebrettet i stedet for på byggeplass. Ved å fjerne slike utfordringer i forkant sparer man ofte mye penger.

5.4.4. UTFØRELSE

God utførelse er veldig viktig for at aktivhuset skal fungere. Lavt lekkasjetall er avgjørende for god energieffektivitet, og for at ventileringskjøling skjer på brukers premisser. For å oppnå lavt lekkasjetall må håndverkerne være svært nøye med tetting av vegg, tak og gjennomføringer i disse. Siden aktivhus er et uprøvd konsept må kvaliteten på det ferdige arbeidet være av ypperste klasse. Dette vil føre til positiv mediedekning og muligens gi aktivhus en bedre start enn tilfellet var for passivhus.

Økohuset i Biestøa ble bygd på et «learning by doing»-prinsipp. Håndverkerne var utrente i de materialvalgene og tekniske løsningene arkitekt og byggherre ønsket. Derfor ble det stort fokus på kvalitetskontroll og -sikring av utførelsen underveis i byggefasen. Dette medførte en god del ekstraarbeid, men resultatet ble høy grad av kompetanseheving blant de utførende håndverkerne. Mange av løsningene og materialvalgene ble anerkjent som bedre løsninger enn det de vanligvis var kjent med. Disse vil videreføres av de utførende for kommende prosjekter. Slik vil utførelseskostnaden gå ned for fremtidige boligbygg. Ferdighuskjeder har mulighet for å samle slike erfaringer og holde utfyllende kurs for alle sine ansatte. Slik kan de stå sterkere enn håndverkere som jobber alene.

Aktivhus introduserer en del nyvinninger som krever spesialdetaljering og -håndtering på byggeplass. Solskjerming for vinduer og solfangere/solcellepaneler bør helst integreres i fasaden for et godt estetisk uttrykk. Takvinduer medfører litt merarbeid på byggeplass for tilpassing av takbjelkene. Hvordan vegger og tak er bygd opp har også en del å si for utførelsen. Pyramideformen på taket på Framtidens Aktivhus var eksperimentell, og medførte derfor en god del merarbeid på byggeplassen. Geir Brendeland tror en skallkonstruksjon med massivtreelementer ville vært billigere og lettere å sette sammen. Disse utfordringene tar Ligård til etterretning og bygger de nye boligene på feltet med vanlig saltak. Det skal for øvrig nevnes at byggherre og arkitekt bevisst gikk for et utfordrende design for det første aktivhuset for å sikre god mediedekning.

Til tross for nyvinningene er det stort sett tradisjonelle løsninger som preger husbyggingen. Framtidens Aktivhus ble bygd med tradisjonelt reisverk i vegg, mens ISOBO Aktiv og passivhuset på Løvset er bygd med Iso3-stendere som monteres på tilnærmet samme måte som vanlige stendere. Å benytte tradisjonelle løsninger så langt det går, vil holde utførelseskostnadene nede. Hvilket byggesystem man benytter vil også ha innvirkning på kostnader. Framtidens Aktivhus ble plassbygd. Dette fører til en del tilpasninger på byggeplass, men større fleksibilitet. Spesielt takkonstruksjonen tok tid. ISOBO Aktiv benyttet seg av pre-cut byggesystem, som innebærer at alle stendere og bjelker er kappet i riktig lengde før de fraktes ut til byggeplassen. Dette fører til en raskere byggefase. Pre-cut byggesystem skal også benyttes på de neste 7 enhetene Framtidens Aktivhus AS bygger. Andre byggesystemer innebærer elementbygging, som innebærer at hele vegg- og takseksjoner bygges ferdig på fabrikk og monteres raskt på byggeplass, og modulbygging, som innebærer lave avfallsmengder og rask byggetid, men mindre fleksibilitet. Hvilket byggesystem som fungerer best må avgjøres i hvert enkelt tilfelle, men Geir Brendeland har stor tro på elementbygging i fremtiden.

5.5. LØNNSOMHET FOR UTBYGGER

En privat utbygger vil nok i det lengste søke å bygge med mest mulig profitt. Det prosjekterte eksempelet viser at utbyggere i storbyene får høyest profitt ved å bygge med lavest mulig entreprisekostnad. Det prosjekterte eksempelet er nok en del dyrere enn en bolig som er planlagt som aktiv- eller passivhus fra første strek, men viser likevel en del spesifiserte merkostnader. Boligunderskuddet vil gjøre boliger som er bygd etter forskriftsnivå dyre uansett. Aktiv- og passivhus krever høyere investering fra utbyggers side. Fremdeles vil beliggenhet og bokomfort telle mer for kunden enn energimerket. Samtidig er det nok i byene man kan forvente høyest gevinst for prosjekter med økt standard enn gjennomsnittet. Her fins større kundegrunnlag og høyere betalingsvilje. I distriktene blir de økte merkostnadene relativt større i forhold til entreprisekostnaden da tomteprisen er lavere. Huset vil derfor fremstå som dyrere fordi det ligger usentralt til, og blir sammenlignet med rimeligere boliger i nærområdet.

Lønnsomheten kan komme i større grad i fremtidige byggeprosjekter. (McGraw Hill Construction 2012) viser til at byggefirma som er dedikerte til grønn bygging opplever lavere merkostnader enn firma som bare bygger grønt en gang i blant. I tillegg er inntrykket deres at det er enklere å markedsføre og selge miljøvennlige bygg. Erfaringene er høstet fra USA, men bør kunne overføres til et norsk marked.

6. KONKLUSJON

6.1. FORSKNINGSSPØRSMÅL

Oppgavens formål har vært og utforske kostnadsbildet ved aktivhus, og hvilke utfordringer konseptet kan møte. I den forbindelse har det nødvendig å se på forskjellige definisjoner av begrepet aktivhus, samt sammenligne det med andre miljøvennlige boligkonsepter, herunder passivhus, «Zero Energy Building» og «Green Building». Aktivhus fokuserer på energibruk, innemiljø og miljø. To norske aktivhus med bakgrunn i VELUX' sin tilnærming har blitt analysert med hensyn på prosjektering, utførelse og prestasjon. I kapittel 1.3 stiller jeg fire forskningsspørsmål. I dette kapittelet blir det forsøkt å gi svar på disse.

6.1.1. ARBEIDSOMFANG

Det første forskningsspørsmålet lyder:

- *Hvordan øker arbeidsomfanget for prosjekterende og utførende med aktivhus kontra tradisjonelle hus?*

Det er vanskelig å gi et entydig svar på hvor mange flere arbeidstimer et aktivhus medfører, både i prosjektering og utførelse. De to aktivhusene i Norge har vært som pilotprosjekter å regne. Disse har hatt mange samarbeidspartnere, da spesielt i prosjekteringsfasen. Samarbeidspartnerne har bidratt med mange «gratistimer» som de benytter for egen opplæring og fremtidige prosjekter. Spesielt styringssystemene for inneklima og lufting har vært utfordrende å samkjøre. Her er det mange aktører som må samarbeide og finne en felles plattform for sine systemer.

Med tanke på at mange passivhus i dag bygges med aktive elementer som solfangere, automatisk solavskjerming o.l. kan det likevel se ut som at aktivhus ikke krever nevneverdig mer prosjektering enn passivhus. Passivhus befinner seg i størrelsesorden 5-10 % dyrere enn hus bygd etter TEK10. Disse kostnadene er for bygningsprosjektet som helhet. Selve prosjekteringskostnaden er vanskelig å skille ut fra disse. Med flere aktører involvert blir det en større koordineringsjobb for prosjektleder, men etter hvert som man får erfaring med hvilke systemer som fungerer vil arbeidstimene gå ned. Det viktigste er uansett at bygningen prosjekteres som et aktivhus fra starten av. Det prosjekterte eksempelet viser at merkostnadene blir store når boligen er konvertert fra et annet utgangspunkt opp til aktivhus.

For utførelsen vil heller ikke merkostnadene være nevneverdig større enn for passivhus. Flere tekniske anlegg og systemer vil kreve litt flere arbeidstimer for montering og oppfølging, men for

vegg- og taksystemer blir kostnadene de samme. Disse kostnadene avgjøres av ambisjonsnivået. Et aktivhus med passivhus som utgangspunkt vil gi tilsvarende utførelseskostnader. Velges det å bygge med TEK10 som grunnlag vil utførelseskostnadene bli tilnærmet like dagens boliger.

6.1.2. MATERIALVALG

Aktivhus søker å omfavne en helhetlig tilnærming til boligbygging. Her er materialbruken avgjørende for boligens livsløpsprestasjon. For dette punktet ble dette forskningsspørsmålet stilt:

- *Hvordan påvirker materialvalg kostnadene?*

Ambisjonsnivået for prosjektet er avgjørende for denne kostnaden. De to aktivhusene med VELUX' tilnærming har tatt utgangspunkt i passivhusstandarden, samt produkter som er lokalt tilgjengelige. Dette gir et kostnadsbilde for selve konstruksjonen som blir veldig lik passivhus. Iso3-stendere, ekstrem-isolasjon og superisolerte vinduer blir naturlig dyrere enn «normale» varianter av de samme bygningskomponentene. Kalkylen for det prosjekterte eksempelet viser at vegg- og takkonstruksjoner med slike høysisolerende materialer koster fort over 50 % mer enn vegger som er godkjent for TEK10.

I disse to aktivhusprosjektene har miljøvennlig materialbruk kommet litt i skyggen for de to andre hovedfokusområdene; energibruk og innemiljø. Gaia arkitekter har her et større fokus på økologiske materialer. Det foreligger ingen nøyaktige kostnadsberegninger, men de anslår selv merkostnaden for bygningskroppen til 10 % i forhold til TEK10-boliger. Dette gjør boligene deres marginalt dyrere enn normale passivhusvarianter. Et større fokus på slike materialer kan være viktig for at fremtidige aktivhusprosjekter blir mer helhetlig knyttet mot sitt konsept. Det er likevel vanskelig å si hvilke materialer som faktisk er de mest miljøvennlige over levetiden. En fullstendig livsløpsanalyse må til for å få svar på det spørsmålet.

6.1.3. HVOR MYE DYRERE ER AKTIVHUS?

Oppgaven har tatt sikte på å identifisere kostnadsdriverne for aktivhus. Disse må settes opp mot andre boligkonsepter for å gi mening. Det tredje forskningsspørsmålet er derfor:

- *Hvor mye dyrere blir aktivhus kontra TEK10- og passivhus?*

Igjen er det ambisjonsnivået som avgjør mye av kostnadsbildet. Et aktivhus kan ta utgangspunkt i TEK10-konstruksjoner, og på den måten få et kostnadsnivå som kun avhenger av hvilke tekniske installasjoner man implementerer. Aktivhus kan ta utgangspunkt i NS 3700 Passivhusstandarden, og på den måten få kostnader som ligner mer på det vi ser for passivhus, altså i prissjiktet 5-10 %

over TEK10-nivå. Er ambisjonsnivået høyere, f.eks. opp mot ZEB-nivå vurderes merkostnadene til rundt 15 %. Tekniske installasjoner vil også her ha mye å si. Solfangersystemer med vannbåren oppvarming koster om lag 130 000 til 150 000. Et solcelleanlegg kan forventes å koste rundt 60 000 kr. Varmepumper koster mellom 50 000 til 150 000 avhengig av type varmpumpe. Inntil videre kan det virke som om det automatiske styringssystemet for solavskjerming, vindusstyring og inneklimate er den tyngste investeringen. Verken Framtidens Aktivhus eller ISOBO Aktiv har gode tall på hvor mye dette systemet kostet, men reell kostnad kan forventes å være mellom 150 000 til 200 000 kr. VELUX forteller at de jobber med å lage et billigere system, men i dag er dette en stor kostnadsdriver. Slike systemer vil også være relativt sett dyrere for små hus enn for store hus, da investeringskostnaden er lik uansett.

Totalt sett kan tekniske anlegg alene beløpe seg på 300 000 til 500 000 kr. i forhold til TEK10-standard. Dette er anlegg som i økende grad benyttes for passivhus. Merkostnaden for aktivhus i forhold til passivhus behøver derfor ikke bli like stor. I det prosjekterte eksempelet blir passivhus og aktivhus hhv. 29 % og 37 % dyrere enn TEK10-hus. Disse kostnadene er nok høyere enn de ville vært hvis huset hadde vært prosjektert som passiv- eller aktivhus fra starten av. Det må likevel forventes en merkostnad inntil videre på mellom 10 % og 20 % for godt prosjekterte aktivhus kontra TEK10-hus.

6.1.4. STØTTEORDNINGER

Det er vanskelig å komme med nyvinninger på et marked der investeringskostnaden er høy. Statlige incentivordninger er nødvendig for å skape et marked for nye boligkonsepter. Dette ga grunnlag for det fjerde forskningsspørsmålet:

- *Hvilke støtteordninger kan man få når man bygger aktivhus?*

Både Enova og Husbanken har ordninger som kan redusere merkostnaden aktivhus gir. Enovas passivhusprogram kan gi 450kr/m² i støtte, men prosjektet er da fullstendig avhengig av å følge NS 3700 til punkt og prikke. Aktivhus krever mer lys og større glassflater, og risikerer dermed ikke å overholde kuldebro- og komponentkravet i standarden. Hvis boligen ikke når disse kravene er det ikke et fullverdig passivhus, selv om energibruken er innenfor kravet. Da faller også støtten bort. Alternativet er å få støtte gjennom Enovas program for ny teknologi. Dette programmet er ikke noe aktivhus kan forvente å få støtte gjennom over tid, da det krever innovasjon i materialbruk og energibesparingsmetoder.

Husbanken kan gi kompetansetilskudd for innovative prosjekter der ny kompetanse deles med bransjen, men heller ikke her kan det forventes støtte over tid for et boligkonsept som aktivhus. Fordelen er at Husbanken kan gi gunstige lån til kunder som ønsker å bygge ut over forskriftskravet, og på den måten indirekte støtte aktivhus. En avgjørende faktor da er om boligen prosjekteres som «tilgjengelig boenhet» eller ikke, og at den minimum oppfyller de utvidede energikriteriene for bygningskomponenter.

6.2. HVA KUNNE BLITT GJORT ANNERLEDES I DENNE OPPGAVEN?

Oppgaven har tatt utgangspunkt i de to aktivhusene etter VELUX-metoden i Norge. Gaias konsept har blitt vurdert og analysert, men ikke gjennomgått i like stor grad. Teori om ZEB og passivhus har blitt presentert og knyttet opp mot aktivhuskonseptet.

Det kan likevel oppfattes som en svakhet at bare to aktivhuseksemppler er nøye gjennomgått. Disse må i tillegg anses som pilotprosjekter. Reelle kostnader og erfaringer fra husene blir derfor ikke sammenlignbare med senere prosjekter. I utlandet er det bygd flere aktivhus. Disse kunne blitt studert nærmere, men heller ikke her blir det naturlig å sammenligne direkte med norske bygg. Til det er klima, byggeskikk og tekniske forskrifter for forskjellige. Kostnader forbundet med bygging er også vanskelig å sammenligne direkte. Når og hvis aktivhus blir utbredt bør det gjøres nye studier etter at det har kommet et visst volum med bygninger.

Den reelle bærekraftigheten til de to aktivhusene er ikke vurdert i denne oppgaven. Denne kan undersøkes ved hjelp av livsløpsanalyser og klimagassregnskap. Tidsbegrensningen for oppgaven tillot ikke en slik dyptgående undersøkelse. I en utvidet oppgave burde helt klart denne faktoren vært vurdert for de valgte case-studiene.

6.3. FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDER

I denne oppgaven har kostnadsbildet til aktivhus blitt vurdert, men hvor godt de forskjellige byggene faktisk presterer gjennom sin levetid er et ubesvart spørsmål. Forslag til videre arbeider kan derfor være:

- Gjøre fullstendige livsløpsberegninger der Framtidens Aktivhus, ISOBO Aktiv og Shelter fra Gaia Arkitekter vurderes opp mot hverandre
- Finne kostnadsoptimalt nivå for miljøvennlig materialbruk i boliger
- Se på lønnsomhet og bærekraft for de forskjellige aktivhusene, og vurdere hvor i landet slike best kan bygges
- Gjøre detaljerte undersøkelser for markedsgrunnlag for aktivhus

Slike studier kan avdekke hvilken rolle og posisjon aktivhus kan få i et fremtidig boligmarked.

REFERANSELISTE

- Activny Dom. (2011). *First Active House in Russia: Questions and Answers* (Intervju 2011).
- Agentschap NL. (2012). *Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen*. Agentschap NL, 10 s.
- Aktivhus AS. (2013a). *Aktivhus er neste generasjons miljøhus*. Tilgjengelig fra: http://www.aktiv-hus.no/miljo_helhet.html (lest 17.04).
- Aktivhus AS. (2013b). *Om Shelter*. Tilgjengelig fra: http://www.aktiv-hus.no/om_shelter.html (lest 18.04).
- Andresen, I., Bramslev, K. & Jørgensen, P. F. (2009). *Integrert energidesign EID - En introduksjon for arkitekter, rådgivere og utbyggere som vil realisere gode, energieffektive bygg*. Grønn Byggallianse. 34 s.
- Arnesen, H., Kolås, T., Matusiak, B. & byggforsk, S. (2011). *A guide to daylighting and solar shading systems at high latitude*. ZEB project report, b. 3-2011. Oslo: SINTEF Academic Press. 53 s., ill. s.
- Arundel, A. V., Sterling, E. M., Biggin, J. H. & Sterling, T. D. (1986). Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environmental Health Perspectives*, 65: 351.
- Askjer, T. O. (2012). *Grønne leieavtaler* [Informasjonshefte]: Norsk Eiendom. 5 s.
- Astma- og allergiforbundet & Anticimex. (2009). *Luftfukt i boliger*. 2 s.
- Astma- og allergiforbundet. (2013). *Luftkvalitet og karbondioksid (CO2)*. Tilgjengelig fra: <http://www.inneklima.com/index.asp?document=299&context=> (lest 15.04).
- Aune, P. J. (2013). *Ny prisrekord for tomtesalg i Trondheim: Okkenhaug har solgt indrefiletten på Tyholt*. Næringslivsavis.no. Tilgjengelig fra: <http://naeringslivsavis.no/2013/02/22/ny-prisrekord-for-tomtesalg-i-trondheim-okkenhaug-har-solgt-eiendommen-pa-tyholt-til-veidekke/> (lest 15.05).
- Barlindhaug, R., Ruud, M. E., Husbanken, Byggekostnadsprogrammet & Norsk institutt for by- og r. (2008). *Beboernes tilfredshet med nybygde boliger*. NIBR-rapport, b. 2008:14. Oslo: Norsk institutt for by- og regionforskning. 170 s., ill. s.
- Berg, T. F. & Jadarhus. (2011). *Effektiv, smart og miljøvennlig : et FoU-prosjekt mellom Jadarhus AS og SINTEF Byggforsk støttet av Innovasjon Norge*. Prosjektrapport / SINTEF Byggforsk, b. 69-2011. Oslo: SINTEF Byggforsk. 54 s., ill. s.
- Berge, B. (2013). *Det passive passivhuset del 2: Fuktreulerende materialer og ventilasjon*. Byggmesteren AS. Tilgjengelig fra: <http://byggmesteren.as/2013/01/04/det-passive-passivhuset-del-2-fuktreulerende-materialer-og-ventilasjon/> (lest 18.04).
- Boligprodusentene. (2012). *Tre nominerte til "Årets boligprosjekt"*. Tilgjengelig fra: <http://boligprodusentene.no/nyheter/tre-nominerte-til-aarets-boligprosjekt-article156-151.html> (lest 03.04).

- Borud, H. (2011). *Miljøvennlige aktivhus*: Aftenposten. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/bolig/inspirasjon/article4009663.ece#.UYizhbVUHzh> (lest 07.05).
- BREEAM. (2012). *What is BREEAM*. Tilgjengelig fra: <http://www.breeam.org/about.jsp?id=66> (lest 05.12.2012).
- Bryn, I., Petersen, A. & Karlsen, L. R. (2012). *Tiltak mot høye temperaturer i passivhus : del II - litteraturstudie, forslag til regelverk og standarder samt videre arbeider*. Erichsen & Horgen. 32 s., ill. s.
- buildingSMART. (2012). *Hva er BIM og åpenBIM*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/buildingsmart> (lest 23.04).
- Burrows, V. K. & Starrs, M. (2010). *BREEAM versus LEED*: Inbuilt Ltd. 27 s.
- Buzek, J. & Garrido, D. L. (2010). Europa-parlamentets og rådets direktiv 2010/31/EU af 19. maj 2010 om bygningers energimessige ydeevne (omarbejdning). *Den Europæiske Unions Tidende*: 23.
- Byggenæringens landsforening. (2013). *Økonomiske analyser fra byggenæringen*. Oslo. 12 s.
- Dalaker, M. (1994). *700.100 Innemiljø i eksisterende bygninger - Problemer og utbedring*. Byggforskserien, b. 1: Byggforsk. 8 s.
- Dalland, O. (2000). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 3. utg. utg. Helse- og sosialfag : høyskole. Oslo: Gyldendal akademisk. 277 s. s.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2012). *Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk (VTEK10) : oppdatert med endringer, senest ved forskrift 9 des 2011 nr. 1323, med ikrafttredelse 1 jan 2012*. Oslo: Norsk byggtjenestes forlag. 209 s., ill. s.
- DN.no. (2013). *Roper varsku om tomteprisene*. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/eiendom/article2567020.ece> (lest 15.05).
- Dokka, T. H., Hermstad, K., Husbanken, Enova & Sintef. (2006). *Energieffektive boliger for fremtiden : en håndbok for planlegging av passivhus og lavenergiboliger*. [Oslo]: [Husbanken].
- Dokka, T. H., Wigenstad, T. & Lien, K. M. (2009). *Fremtidens energiløsning i større boligutviklingsprosjekter : Jätten øst II som case*. Prosjektrapport / SINTEF byggforsk, b. 35-2009. Oslo: SINTEF byggforsk. 81 s., ill. s.
- Dokka, T. H. & Lien, A. G. (2011). "Myter" om passivhus. *Byggeindustrien*, 43 (2): 76-77.
- Dokka, T. H. (2013). (Telefonintervju 22.02).
- Edwards, L. & Torcellini, P. A. (2002). *A literature review of the effects of natural light on building occupants*: National Renewable Energy Laboratory Golden, CO.
- EiendomsMegler1. (2012). Aktivhus. *Annonsebilag*, 2: 44.
- Enova. (2012a). *Dagens standard og fremtidens boliger*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/radgivning/privat/hvordan-bor-du/fremtidens-bolig/nullhus-pluss-hus-og-passivhus/174/0> (lest 05.12.2012).
- Enova. (2012b). *Formål og rammer*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/om-enova/36/0/> (lest 02.12.2012).

- Enova. (2012c). *Potensial- og barrierestudie : Passivhus og nær nullenergibygninger*. Enovarapport, b. 2012:1.3. Trondheim: Enova. 101 s., ill. s.
- Enova. (2013a). *Hva er U-verdi?* Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/radgivning/privat/enovas-merkeordning/tips-og-rad/vindu/hva-er-u-verdi/344/0/> (lest 04.04).
- Enova. (2013b). *Program støtte til ny teknologi for fremtidens bygg*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/program-stotte-til-ny-teknologi-i-fremtidens-bygg/245/1404/> (lest 01.05).
- Enova. (2013c). *Program støtte til passivhus og lavenergibygg*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/program-stotte-til-passivhus-og-lavenergibygg/245/281/> (lest 01.05).
- Enova. (2013d). *Støtte til passivhus og lavenergibolig privat*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/privat/programtekster-bolig/stotte-til-passivhus-og-lavenergibolig-privat/409/862/>.
- Enova. (2013e). *Støtte til utredning av passivhus*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/naringsbygg/stotte-utredning-av-passivhus/stotte-til-utredning-av-passivhus/84/101/> (lest 01.05).
- Europalov.no. (2013). *Bygningsenergidirektivet (fra 9.7.2012): energieffektivitet av bygninger*. Tilgjengelig fra: <http://europolov.no/rettsakt/bygningsenergidirektivet-fra-972012-energieffektivitet-av-bygninger/id-1941> (lest 11.03.2013).
- Ferguson, K. (2011). *Så mye mer koster passivhus*: Bergensavisen. Tilgjengelig fra: <http://www.ba.no/forbruker/bolig/article5610690.ece> (lest 22.04).
- Fjogstad-hus. (2011). *Hva handler Kyotopyramiden om*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygge-passivhus.no/passivhus/hva-handler-kyotopyramiden-om> (lest 06.04).
- Framtidens Aktivhus AS. (2011a). *Bildegalleri*. Tilgjengelig fra: http://www.framtidensaktivhus.no/index.php?option=com_expose&Itemid=167 (lest 02.04).
- Framtidens Aktivhus AS. (2011b). *Nyhetsbrev: Energieffektivisering*. Tilgjengelig fra: http://www.framtidensaktivhus.no/index.php?option=com_content&view=article&id=118:nyhetsbrev-energieffektivisering&catid=45:nyheter&Itemid=170 (lest 05.05).
- Framtidens Aktivhus AS. (2012). *Framtidens aktivhus : Norge*. [Stjørdal]: Framtidens aktivhus. 31 s., ill. s.
- Ghose, A. (2012). *Life Cycle Assessment of an Active House : Sustainability concepts by integrating energy, environment and well-being*. Master i industriell økologi: Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport. 95 s.
- Glava. (2012). *Glava Extrem 33 Plate*. 2 s.
- Green Building. (2010). *Definition of Green Building*. Tilgjengelig fra: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm> (lest 05.12.2012).
- GreenSource Magazine. (2008). *Emerald Architecture: Case Studies in Green Building (GreenSource): Case Studies in Green Building*. McGraw-Hill Companies, Incorporated.
- Grenness, T. (1997). *Innføring i vitenskapsteori og metode*. [Oslo]: Tano Aschehoug. 182 s. : ill. s.

- Hagen, G. (2013). *Om solceller*. NTNU. Tilgjengelig fra: <http://www.material.ntnu.no/solcelledata/aboutsolarcells.php> (lest 08.04).
- Halvorsen, K. (2003). *Å forske på samfunnet*. Oslo: Cappelen akademisk forl. 208 s. : ill. s.
- Haugen, T. I. & Hansen, G. K. (2000). *Samspeillet i Byggeprosessen*.
- Haukali, K. (2013). *Flyttet inn i huset for fremtiden*. Aftenbladet. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenbladet.no/nytte/bolig/Flyttet-inn-i-huset-for-fremtiden-3123695.html#UYj8iLVUHzg> (lest 07.05).
- Hellevik, O. (1999). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. 6. utg. utg. Oslo: Universitetsforl. 471 s. s.
- Hervik, A. & Kostnadsberegningutvalget. (1997). *Nytte-kostnadsanalyser : prinsipper for lønnsombetsvurderinger i offentlig sektor : utredning fra et utvalg oppnevnt av Finans- og tolldepartementet 6. mai 1994 : avgitt 24. september 1997*. Norges offentlige utredninger, b. NOU 1997: 27. Oslo: Statens forvaltningstjeneste, Statens trykning. 30 cm, 118 s., diagr. s.
- Holme, I. M. & Solvang, B. K. (1996). *Metodevalg og metodebruk*. 3. utg. utg. [Oslo]: TANO. 334 s. s.
- Holter, H. & Kalleberg, R. (1982). *Kvalitative metoder i samfunnsforskning*. Oslo: Universitetsforlaget. 218 s. s.
- Husbanken. (2010). *Mål og strategier*. Tilgjengelig fra: <http://www.husbanken.no/om-husbanken/mal-og-strategier/> (lest 02.12.2012).
- Husbanken. (2011). *Veileder til Husbankens grunnlån*. Husbanken. 35 s. s.
- Husbanken. (2012). *Økohuset i Biestøa*. Tilgjengelig fra: <http://www.husbanken.no/forbildeprosjekter/prosjekt/?id=242757> (lest 01.05).
- Husbanken. (2013a). *Framtidens aktivhus*. Tilgjengelig fra: http://www.husbanken.no/forbildeprosjekter/forbilde_miljo_energi/225752/ (lest 08.04).
- Husbanken. (2013b). *Kompetansetilskudd- bærekraftig bolig- og byggkvalitet 2013*. Tilgjengelig fra: http://www.husbanken.no/tilskudd/tilskudd-kompetansetilskudd/kompetansetilskudd_bolig-og-bygg/ (lest 01.05).
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Kristiansand: Høyskoleforl. 400 s. : ill. s.
- Jacobsen, R. (2010). *Ønsk aktivhuset velkommen*. *Arkitektnytt*, 11.
- Jadarhus. (2011). *Et hus for fremtiden* [Informasjonshefte].
- Jæger, P. (2013, 20.04). *Hva betyr boligmeldinga for Norgeshus*. Norgeshuskongress 2013, Clarion Hotel Brattøra, s. 46.
- Kats, G., Alevantis, L., Berman, A., Mills, E. & Perlman, J. (2003). *The costs and financial benefits of green buildings. A Report to California*.
- Klinski, M., Berg, T. F., Maltha, M., Mellegård, S., Kristjansdottir, T. F., Berge, M., Holøs, S. B. & Dokka, T. H. (2012a). *Systematisering av erfaringer med passivhus - oppfølging nærmere analyse med fokus på innemiljø, energibruk og kostnader*. Prosjektrapport SINTEF Byggforsk, b. 113. Oslo: Sintef Byggforsk. 72 s., ill. s.

- Klinski, M., Thomsen, J., Hauge, Å. L., Jerkø, S. & Dokka, T. H. (2012b). *Systematisering av erfaringer med passivhus*. Prosjektrapport / SINTEF Byggforsk, b. 90. Oslo: Sintef akademisk forlag.
- Kommunal- og regionaldepartementet & Norge. (2007). *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk : teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 14. juni 1985 nr 77 : ajourført med endringer, senest ved forskrift av 26. januar 2007 nr 96*. 6 utg., 1. oppl. utg. Oslo: Norsk Byggtjeneste Forlag. 64 s. s.
- Kruger, A. & Seville, C. (2012). *Green Building: Principles and Practices in Residential Construction*. Cengage Learning.
- Lavenergiprogrammet. (2011). *Fordeler og utfordringer med passivhus*. Tilgjengelig fra: <http://www.lavenergiprogrammet.no/fordeler-og-utfordringer-med-passivhus/fordeler-og-utfordringer-med-passivhus-article1550-236.html> (lest 06.04).
- Lien, A. G. (2009). *Enova forbildebygg* [Lysbildepresentasjon]. Tilgjengelig fra: http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/Energi%20i%20bygg/presentasjoner/Anne%20G%20Lien%20Enova_Framtidens%20byer_K%C3%B8benhavn_091209.pdf (lest 06.04).
- Lien, A. G. (2012, 18.09). *Fremtidens bygninger - hvorfor og hvordan*. Konferanse om funksjonelle og energieffektive bygg, Lerkendal, Trondheim. 40 s.
- Mark, L. (2013). *LEED outstrips BREEAM across the globe - including Europe*. Architects Journal. Tilgjengelig fra: <http://www.architectsjournal.co.uk/news/leed-outstrips-breem-across-the-globe-including-europe/8643464.article> (lest 30.04).
- Marszal, A. J., Heiselberg, P., Bourrelle, J. S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I. & Napolitano, A. (2011). Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies. *Energy and Buildings*, 43 (4): 971 - 979.
- Marton, I. (2008). *Byggsektorens miljøutfordringer*. Byggemiljø - Byggenæringens miljøsekretariat. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/category.php/category/Byggsektorens%20milj%F8utfordringer/?categoryID=374> (lest 09.11.2012).
- Marton, I. (2009). *Livsløpsanalyser*. Byggemiljø - Byggenæringens miljøsekretariat. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/category.php/category/Livsl%F8psanalyser/?categoryID=300> (lest 16.04).
- McGraw Hill Construction. (2012). *New and Remodeled Green Homes: Transforming the Residential Marketplace*. I: Bernstein, H. M., Laquidara-Carr, D. & Fitch, E. (red.). 60 s.
- Meld. St. nr. 21 (2011-2012). (2012). *Norske klimapolitikk*. Det Kongelige Miljøverndepartement. 201 s.
- Milan, C., Bojesen, C. & Nielsen, M. P. (2012). A cost optimization model for 100% renewable residential energy supply systems. *Energy*, 48 (1): 118-127.
- Mlakar, J. & Štrancar, J. (2011). Overheating in residential passive house: Solution strategies revealed and confirmed through data analysis and simulations. *Energy and Buildings*, 43 (6): 1443-1451.
- Moelven. (2012). *U-verdier i Iso3-vegger m/ asfaltplate utvendig*. Tilgjengelig fra: <http://www.moelven.com/Documents/Iso3/U-verdiliste%20m%20asfalt%20vindtett%20jan%202012.pdf> (lest 25.04).

- Multiconsult & SINTEF. (2012). Kostnadsoptimalitet - Energiregler i TEK. 92 s.
- NCC. (2011). *Vil betale mer for å bo grønt* [Pressemelding]. Tilgjengelig fra: [http://feed.ncc.com/wpfs/00/00/00/00/00/17/B4/04/wkr0001.pdf](http://feed.ncc.no/feed.ncc.com/wpfs/00/00/00/00/00/17/B4/04/wkr0001.pdf) (lest 23.04).
- Nieminen, J. & Holopainen, R. (2012, 12.10). *Cost effectiveness of nearly zero and net zero energy buildings*. Passivhus Norden 2012, s. 12: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Nordby, K. (2009). Plusshus. <http://www.zero.no/publikasjoner/plusshus>: Zero Emission Resource Organisation. 52 s.
- Norge & Statens bygningstekniske etat. (2010). *Energieffektivisering av bygg : en ambisjos og realistisk plan mot 2040*. [Oslo]: Statens bygningstekniske etat. 30 cm, 97 s., ill. s.
- Norge. (2012). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift) : av 26. mars 2010 nr. 489. Ajourført med endringer, senest ved forskrift 28. mars 2012 nr. 262 (i kraft april 2012) og 15. juni 2012 nr. 621*. Oslo: Norsk byggtjenestes forlag. 62 s. s.
- Norges byggstandardiseringsråd. (2012). *Areal- og volumberegninger av bygninger*. Oslo: Standard Norge. 17 s., fig., plan. s.
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2009). *Om energimerkeordningen*. Tilgjengelig fra: <http://energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/> (lest 28.04).
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2010). *Oppvarmingskarakteren*. Tilgjengelig fra: <http://energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Energimerking-av-bolig/Om-energiattesten/Oppvarmingsmerket/> (lest 28.04).
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2011). *Karakterskalaen*. Tilgjengelig fra: <http://energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/Energimerkeskalaen/> (lest 28.04).
- Norgeshus AS. (2013a). *Passivhuset på Lønset*. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeshus.no/prosjekttjenester/passivhuset-paa-loevset/> (lest 07.05).
- Norgeshus AS. (2013b). *Trend 1*. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeshus.no/prosjekttjenester/eneboliger-froeya-trend1/#> (lest 06.04).
- Norwegian Green Building Council. (2012). *Teknisk Manual BREEAM-NOR*, b. 1.
- Norwegian Green Building Council. (2013a). *BREEAM-NOR*. Tilgjengelig fra: <http://www.ngbc.no/index.php?q=content/breem-nor> (lest 28.04).
- Norwegian Green Building Council. (2013b). *Vanlige stilte spørsmål om BREEAM-NOR*. Tilgjengelig fra: <http://www.ngbc.no/index.php?q=content/vanlige-stilte-sp%3%0B8rsm%3%0A5l-om-breem-nor> (lest 29.04).
- Olesen, J. (2000). *Driftsregnskap og budsjettering : studieguide*. Sandvika: Handelshøyskolen BI, Fjernundervisningen.
- Ousland, R. & Wright, M. G. (2012). *Økohuset i Biestøa*.
- Parker, J. (2012). *The Value of BREEAM*. 41 s.

- Paroc. (2013). *Paroc Passivhuskonsept*. Tilgjengelig fra: <http://www.paroc.no/Kampanjer/Paroc-Passivhuskonsept> (lest 16.04).
- Passiv.no. (2012). *Hva er et passivhus?* Tilgjengelig fra: http://passiv.no/hva_er_et_passivhus (lest 08.11.2012).
- Passivhaus Institute. (2013). *Informationen zum Passivhaus - Was ist ein Passivhaus?* Tilgjengelig fra: http://passiv.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm (lest 21.03).
- Reinberg, G. W. (2013). *Solar Active House*. Tilgjengelig fra: <http://www.reinberg.net/architektur/207?en=1> (lest 22.04).
- Repstad, P. (1993). *Mellom nærhet og distanse : kvalitative metoder i samfunnsfag*. [2. utg.] utg. Universitetsforlagets metodebibliotek. Oslo: Universitetsforl. 127 s. s.
- Rødseth, T. G. & Blindheim, O. M. (2012). *Energieffektive boliger - En studie av markedets preferanser*. Masteroppgave: Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Fakultet for arkitektur og billedkunst. 104 s.
- Sander, K. (2004a). *Eksplorerende design*. Tilgjengelig fra: <http://www.kunnskapssenteret.com/articles/2515/1/Eksplorerende-design/Eksplorerende-design.html> (lest 09.11.2012).
- Sander, K. (2004b). *Hva er et forskningsdesign?* Kunnskapssenteret. Tilgjengelig fra: <http://www.kunnskapssenteret.com/articles/2510/1/Hva-er-et-forskningsdesign/Hva-er-et-forskningsdesign.html> (lest 19.03).
- Sander, K. (2006). *Valg av forskningsdesign og analyseplan*: Kunnskapssenteret. Tilgjengelig fra: <http://www.kunnskapssenteret.com/articles/3325/1/Valg-av-forskningsdesign-og-analyseplan/Hvilket-forskningsdesign-bor-jeg-velge-og-hva-skal-analyseplanen-gi-svar-pa.html> (lest 19.03).
- Sartori, I., Napolitano, A. & Voss, K. (2012). Net zero energy buildings: A consistent definition framework. *Energy and Buildings*, 48 (0): 220-232.
- Selnes, F. (1999). *Markedsundersøkelser*. 4. utg. utg. [Oslo]: Tano Aschehoug. 480 s. s.
- Sjøberg, J. (2011). *Varsler om helserisiko med passivhus*: Aftenposten. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/bolig/Varsler-om-helserisiko-med-passivhus-5107606.html#UWF9ApNUHzg> (lest 07.04).
- Standard Norge. (2006). *Miljøstyring, livsløpsvurdering, prinsipper og rammeverk (ISO 14040:2006)*. Lysaker: Standard Norge. 28 s. s.
- Standard Norge. (2010). *Kriterier for passivhus og lavenergihus : boligbygninger*. Norsk standard. Lysaker: Standard Norge. 12 s. s.
- Standard Norge. (2011). *Beregning av bygningers energiytelse : metode og data*. Lysaker: Standard Norge. 75 bl., fig. s.
- Standard Norge. (2012). *Lydforhold i bygninger : lydklasser for ulike bygningstyper*. Lysaker: Standard Norge. 55 s., fig. s.
- Standard Norge. (2013). *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger : boligbygninger*. Lysaker: Standard Norge. 13 s., tab s.

- Statistisk sentralbyrå. (2013a). *Boligprisindeksen, 4. kvartal 2012*. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/statistikker/bpi/kvartal> (lest 14.03).
- Statistisk sentralbyrå. (2013b). *Bygg satt i gang. Boliger og bruksareal til bolig. Bruksareal til annet enn bolig, 2000-2012* [Tabell]. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/100174/bygg-satt-i-gang-boliger-og-bruksareal-til-bolig-bruksareal-til-annet-enn-bolig.2000-2012> (lest 14.03.2013).
- Statistisk sentralbyrå. (2013c). *Kvadratmeterpriser for eneboliger, 2012*. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/kvadenebol> (lest 30.04).
- Statistisk sentralbyrå. (2013d). *Nøkkeltall for priser og prisindekser*. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/nokkeltall/priser-og-prisindekser> (lest 14.03).
- Strøm-Erichsen, A.-G., Fossdal, M. L., Håkstad, T., Mauseth, P. E., Olsen, Ø., Sørensen, H., Ulleren, O., Weum, K., Svaan, T. J., Jensen, E., et al. (1998). *NOU 1998:11 Energi- og kraftbalansen mot 2020*. Olje- og energidepartementet. 603 s.
- Strøm.dk. (2013). *Historiske kWh-priser for privatkunder*. Strøm.dk. Tilgjengelig fra: <http://www.xn--strm-ira.dk/el-prishistorik.php> (lest 15.05).
- Sustainia. (2012). *Buildings - Exploring the sustainable buildings of tomorrow*. Monday Morning. 103 s.
- Svensen, M. (2012). *Historisk stortingsmelding*. Tilgjengelig fra: <http://www.arkitektnytt.no/historisk-stortingsmelding> (lest 09.11.2012).
- Svensson, A. (2012). *Passivbus-kurs: Lavenergiprogrammet* (Powerpoint-presentasjon 20.02).
- Termotre. (2008). *Typgodkännande Standard 16 56 01 Termoträ, isolering i klass 39*. 3 s.
- The Active House Alliance. (2011). *ACTIVE HOUSE - Specification 1st. Edition*. 44 s.
- The Active House Alliance. (2012). *Active house - a vision*. Tilgjengelig fra: <http://www.activehouse.info/node/158> (lest 13.11.2012).
- The Active House Alliance. (2013a). *ACTIVE HOUSE - Specification 2nd. Edition*. 56 s.
- The Active House Alliance. (2013b). *Active House Cases*. Tilgjengelig fra: <http://activehouse.info/cases> (lest 19.04).
- The Research Centre on Zero Emission Buildings. (2013). *About ZEB*. Tilgjengelig fra: <http://www.zeb.no/> (lest 19.03.2013).
- Thomsen, J., Berge, M. & byggforsk, S. (2012). *Inneklima i energieffektive boliger - en litteraturstudie*. SINTEF rapport / SINTEF Byggforsk, b. SBF 2012. Trondheim: SINTEF Byggforsk. 46 s. s.
- Thorud, B., Nordahl, S. H., Bugge, L., Authen, M. L. & Bernhard, P. (2012). *Solstrøm i Norge*. Enova. 41 s.
- Torcellini, P., Pless, S., Deru, M. & Crawley, D. (2006). *Zero energy buildings: A critical look at the definition*. ACEEE Summer Study, Pacific Grove, California, s. 15: National Renewable Energy Laboratory.
- Tranøy, K. E. (2012). *Metode*. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/metode> (lest 08.11.2012).

- TreFokus. (2007). *Hvorfor bygge med massivtreelementer*. Tilgjengelig fra: <http://www.trefokus.no/fullstory.aspx?m=1028&amid=6494> (lest 18.04).
- Trondheim kommune. (2012). *Bygge- og anleggsavfall*. Tilgjengelig fra: <http://www.trondheim.kommune.no/content/978956829/Bygge--og-anleggsavfall> (lest 05.11.2012).
- Tunmo, T. (2010). *Uutholdelig varmt i passivhus*. Teknisk Ukeblad. Tilgjengelig fra: <http://www.tu.no/bygg/2010/07/08/uutholdelig-varmt-i-passivhus> (lest 07.04).
- U.S. Green Building Council. (2012). *What is LEED?* Tilgjengelig fra: <https://new.usgbc.org/leed> (lest 05.12.2012).
- US Green Building Council. (2008). *LEED for homes rating system*. 148 s.
- Varmeprodusentenes forening. (2013). *Vedfyring er CO2 nøytralt*. Tilgjengelig fra: <http://varmeprodusentene.wordpress.com/milj%C3%B8/vedfyring-er-co2-n%C3%B8ytralt/> (lest 06.04).
- Vintervoll. (2013). *Framtidens aktivhus*. Vintervoll. Tilgjengelig fra: [http://www.vintervoll.no/framtidens-aktivhus#gallery\[gal\]/3/](http://www.vintervoll.no/framtidens-aktivhus#gallery[gal]/3/) (lest 01.05).
- Yin, R. K. (1994). *Case study research : design and methods*. 2nd utg. Applied social research methods series. Thousand Oaks, Calif.: Sage. XVII, 171 s. s.
- Yudelson, J. & Fedrizzi, S. R. (2007). *The Green Building Revolution*. Island Press.

VEDLEGG

1. Intervju Richard Ligård
2. Intervju Kurt Hobberstad
3. Intervju Geir Brendeland
4. Intervju Rolf Jacobsen
5. Intervju Tor Helge Dokka
6. Intervju Ole Aksel Sivertsen
7. Intervju Birger Jensen
8. Energiberegning for TEK10-hus etter Teknisk Forskrift 2010
9. Energimerkeberegning for TEK10-hus
10. Passivhusberegning etter NS 3700 for passivhus
11. Energimerkeberegning for passivhus
12. Passivhusberegning etter NS 3700 for aktivhus
13. Energiberegning for aktivhus etter Teknisk Forskrift 2010
14. Energimerkeberegning for aktivhus
15. Hovedoppstilling TEK10-hus
16. Detaljert kalkyle TEK10-hus
17. Detaljert kalkyle betongarbeider TEK10-hus
18. Hovedoppstilling passivhus
19. Detaljert kalkyle passivhus
20. Hovedoppstilling aktivhus
21. Detaljert kalkyle aktivhus
22. Detaljert kalkyle betongarbeider passiv- og aktivhus

1. INTERVJU RICHARD LIGÅRD

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Richard Ligård, viseadministrerende Tore Ligaard as
Bakgrunn	Fra forsvaret, 4 års krigsskole og stabsskole, jobbet med ledelse i forsvaret i 16 år. Drev eiendomsfirma i tre år i Trondheim og Sør-/Nord-Trøndelag. Jobbet i jubileumsprosjektet til NTNU. Daglig leder for framtidens aktivhus i 2010, samarbeidsprosjekt mellom Tore Ligård og VELUX. Jobber med nye hus på Stjørdal, skal være sunn økonomi. Ikke forskningshus, skal ta med erfaringene fra det første huset.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	<p>Skillet mellom aktiv- og passivhus er forsvinnende liten. Noen tror det er to leire med forskjellige løsninger, ikke tilfelle. Begge bygd opp rundt en grunnstamme med basis i god isolasjon og tett konstruksjon. Aktivhus også fokus på bokvalitet i sentrum. Man setter ikke den rigide rammen for tetthetstall og energi først, men snarere fokuserer på brukeren som skal bo der. Ubetinget fordel at det er behagelig å være i huset, stort fokus på dagslys og frisk luft. Følelsen av frisk luft utenfra er bedre enn kun ventilasjonsluft. Om det er psykisk eller reelt vet jeg ikke, men folk trives best med den friske lufta man får når man åpner et vindu.</p> <p>Dagslys, mange fasadevinduer og takvinduer + litt automatisk styring av vinduer når utetemperaturen tillater lufting er det viktigste skillet mellom et passivhus og et aktivhus. Huset på Stjørdal har like gode tetthetstall og tilfredsstillende kravene for et passivhus, men inneholder likevel de aktive elementene. På vinteren oppfører huset seg kun som et passivhus, ingen lufting når det er kaldt ute. Sommerhalvåret er det et aktivhus. Eneste som skiller vinterstid er mer vindusflate enn passivhus. Kompenseres med takvinduer med innvendige screens, om vinteren går disse ned og reduserer varmetapet med 20-25 %. Screens på fasadevinduer er hovedsakelig for solavskjerming.</p>

Hva var bakgrunnen for at dere bygget aktivhus?	<p>Tore Ligaard etter dialog med VELUX Norge tente på ide om å lage et demonstrasjonshus på Stjørdal hvor hovedkontoret til Tore Ligaard AS ligger. Motivasjonen var nok blanding av idealisme og forretningside. Tore Ligaard as selger dører og vinduer. Når kundene ønsker å ha mye dagslys, både utsyn og lys, så er det gunstig forretningsmessig å bygge et hus som viser at det tåler mye vindusflate i et godt miljøhus med lavt energiforbruk. Ligger også litt idealisme i det å ta et standpunkt å være med å utvikle framtidens hus. Da Tore tente på dette innledningsvis var det en del kritikk i media om passivhusene som fortonet seg som tette, ubehagelig varme om sommeren, dårlig kvalitet på lufta, mørke. Utviklingen har gått fort, da vi hadde huset ferdig i 2012 er forskjellen mellom aktiv og passiv mye mindre. Passivhus i dag tillater seg mer vindusflate, utvendige screens på vinduer, lufter med frisk luft når utetemperaturen tillater det. Kanskje var prosjektet vårt med på å gjøre avstanden mindre mellom aktiv- og passivhus. Husbanken definerte prosjektet som videreutvikling av passivhusstandard. Kom på et godt tidspunkt. Norske bygningsmyndigheter beveger seg mot passivhusstandard. Kravene modererer seg noe inn mot implementering.</p> <p>Grunnen til at danskene var med som hovedsamarbeidspartner er fordi de har bygd hus verden rundt og ønsker å vise at aktivhusprinsippene er de samme uansett hvor de bygger, dog med lokale tilpasninger. Derfor har Stjørdal hybridventilasjon og varmegjenvinner som går døgnet rundt, men det er fremdeles lov å åpne vinduene. Kan ikke tillate oss like mye vindusflate som lenger sør i Europa. Er ca 25-26 % vindusflate på dette prosjektet.</p>
Har dere en langsiktig eller kortsiktig strategi i forhold til å bygge aktivhus/miljøvennlige hus?	<p>Hovedsamarbeidspartner er VELUX Norge. Vårt demonstrasjonshus bar preg av ønske om å støtte forskningen. De neste 7 husene blir med fokus på byggeøkonomi. Der skal vi bygge et felt med tanke på salg og tjene penger på det, for det gjør vi ikke på forskningshuset. Det er klart at vi har vært nødt å finne en prioritet: Det optimale drømmehuset som er CO2-nøytralt, og som er miljøvennlige på alle måter, nesten ikke bruker energi og godt dagslys, finnes kanskje ikke. Vår prioritering på de neste husene er aktivprinsippene med tanke på mye dagslys og frisk luft, gode hus å bo i, men samtidig god byggeøkonomi. Da ender man opp på en relativt enkel konstruksjon, i forhold til materialvalg må man ta noen bevisste prioriteringer. Selv om aktivhusalliansen satser på kortreiste produkter og CO2-nøytralitet så langt det bare går, så prøver vi å bruke det vi kan av slike produkter, men det skal samtidig være hyllevare. Skal være</p>

<p>Hadde dere noen spesielle utfordringer for dette prosjektet som dere ikke ville hatt for vanlige hus?</p>	<p>Ja, vi visste at hvis vi skulle få god mediadekning og interesse fra byggemyndigheter og byggenæringen, var vi nødt å klare energikravene for passivhus. Hvis vi bygde et hus som ble godkjent som passivhus men samtidig var et aktivhus med de kvalitetene det skal ha, så ble det interessant. Derfor ble huset bygd med 50cm isolasjon i taket og 35cm i veggen. 5 lag i taket, 4 lag i veggen, krysslågt for å unngå kuldebroer. Min påstand er at det kravet blir for rigid. Det er noe som strider mot det rasjonelle når man bygger en vegg som er 40cm tykk og 50cm tak. Om vi hadde nøyd oss med TEK10-standard med 35 i tak og 25 i vegg så hadde det fortsatt vært et veldig godt hus, med marginale forskjeller i U-verdi mellom 25cm og 35cm i veggen. Byggekostnaden går i været, mer isolasjon og material. Også arbeidstimer går i været. Pga. dette velger vi TEK10 som standard på de neste husene, og vi er overbeviste om at vi skal kunne vise at husene her har minimalt mer energiforbruk enn det første. Det kommer ikke til å bli noe dårligere å bo i. Basis TEK10 for gulv, vegger og tak, litt gulvvarme på bad og entre, ellers ikke vannbåren varme. Kun solfangervarme til tappevann. Reduserer areal på solfanger til 7m².</p>
<p>Hvor mye tror du de 7 nye enhetene vil koste i forhold til forskningshuset?</p>	<p>Jeg tipper vel at vi skal kunne få, inklusive tomteverdien på den neste eneboligen, 3,8-4mill for huset. Den reelle kostnaden for forskningshuset var nok nærmere 7mill med arbeidsinnsatsen fra el-firma, vvs, el-styring osv. Dette var dog et bevisst valg, det som kostet mye tid med forskningshuset i tillegg til pyramideformen, var det at mange aktører var villig til å gi fra seg en del av kontrollen og la seg under et felles styringssystem som styrer oppvarming, belysning, screens, osv. Dette drar på en del timer, når det er aktører som ikke har samarbeidet før skal sette seg ned for å jobbe sammen. Dette er et ca. anslag, disse la inn mange timer for oss fordi de så sitt snitt til å utvikle løsninger og vise at det var mulig å få til. Når man i tillegg skal lage utfordrende arkitektur blir det vanskelig å sammenlikne de neste prosjektene med det første.</p> <p>Som relativt liten aktør har man ikke økonomi til å sponse forskningsprosjekt etter forskningsprosjekt, da må man komme ut av det uten å knekke ryggen økonomisk. Vi sitter igjen med positiv omdømmebygging og kunnskap. Vi har 4 avdelinger som selger dører og vinduer, og har nå et salgskorps som er opplært på solfangere og U-verdier på dører og vinduer, screens. Det er ikke mål å kjøpe tomter og tjene penger, men å få feltet ferdig. Det er interessant at det er et poeng at det er et felt som er ferdig som aktivhus. Kan se både enebolig og rekkehus, rekkehus mer miljøvennlig boform enn enebolig. Har ikke sluppet tanken om å lage demonstrasjonshus, men skal også komme ut av det med god økonomi ellers blir det vanskelig.</p>

Måtte dere inngå noen kompromisser mellom å etterstrebe miljøvennlig materialbruk og pris?	Egentlig ikke. Det første huset ble veldig spesielt fordi for det første ønsket vi utfordrende arkitektur; endte opp med pyramideform på taket. Reinsink ble samarbeidspartner som gjorde at vi fikk sink på taket. Fantastisk arkitektonisk uttrykk med pyramideformen og sinktaket som er vedlikeholdsfritt i 60-70 år. Kostnaden ved å legge sink på taket er veldig høy, det hadde vi ikke gjort hvis ikke dette prosjektet hadde vært et fyrtårn hvor et av mange mål var å skape oppmerksomhet. Urealistisk å gjøre dette på de neste prosjektet, vi fikk veldig bra mediadekning på det første huset, tv-dekning, toppoppslag på nettsted, avisartikler. Jeg tror det var fordi vi hadde utfordrende arkitektur og materialbruk kombinert med sunne prinsipper som er forenelig med god byggeøkonomi. Føler ikke vi må kompromisse med materialvalg egentlig, om det er takpapp, sink eller stein på taket spiller ingen rolle for aktivhusprinsippene. Prinsippene for dagslys og frisk luft gjør at man ikke kan kompromittere med bruk av vindusflate, kvalitet på ventilasjonsanlegg og muligheten for vinduslufting. I tillegg bruker vi utstrakt bruk av solfangere for å tilfredsstillere kravet til fornybar energi og skaffe varmtvann til boligen. Der inngår vi ingen kompromisser, det skal sikres. Hvilken fasadekledning huset har spiller ingen roller, her handler det bare om å velge sunne produkter der man kan som gjerne er kortreist.
Føler du det ferdige resultatet står til forventningene, eller er det elementer du føler er overflødig? (Materialbruk, utforming, etc.)	Uforventet krav for å få oppmerksomhet ga mye isolasjon. Isolasjonstykkelsen og konstruksjonen av dette kan ideelt sett gjøres annerledes. Pyramideformen hadde vi nok gjort annerledes, for den ble mer kostbar enn det vi hadde forventet. Både tømrerfirma og arkitekter bommet her. Gir fantastisk innemiljø, men et møne med to søyler kunne nok gitt dette. Jeg tror nok jeg ville gjort det annerledes. Det var et pilotprosjekt, har lagt både vannbåren varme og varmesløyfer i gang. Ulogisk med to varmekilder i det samme gulvet, men det er for å kunne måle over tid om det er formålstjenlig å bruke solfanger til oppvarming av gulv eller mest effektivt å bare bruke varmekabler. I de neste husene kutter vi vannbåren varme helt, bare for tappevarm.

<p>Hvordan forløp prosjekteringsprosessen, og gikk det med ekstra tid i denne kontra vanlige prosjekter?</p>	<p>Relativt mange timer ekstra med ønske om å ha framtidsrettet arkitektur. Løsningene for å integrere styringssystemer for forskjellige leverandører kostet tid.</p> <p>For de neste husene – kan ikke sammenlikne tid. Tar med det beste fra pilotprosjektet og sitter som beslutningstakere selv. Fremdeles VELUX med på laget, og sparrer med konsulenter for å få kvalitetssikret plassering av vinduer og arkitektur. Har full frihet til å ta beslutninger for materialvalg, er lydhøre for innspill fra aktører, men sitter som prosjektleder selv. Beslutningene tas fortløpende i stedet for arkitektfirma som skal skape noe oppsiktsvekkende. For de nye husene: enkel arkitektur, da går det fort. Dette går nok mye fortere, for vi vet hva vi skal gjøre/ta med oss fra det første huset. Går veldig fort når man har fått kunnskap om det fra før. Med det første huset – mål å utvikle ny kunnskap. Satt ikke på kunnskapen selv, måtte benytte meg av konsulenter på alle felt.</p> <p>For de neste husene: bruker de samme håndverkerne som på det første huset – har allerede kompetansen. Jeg mener at når man har kunnskapen på plass tar det ikke nevneverdig lengre tid å prosjektere og bygge aktivhus enn TEK10-hus og passivhus.</p>
<p>Hvordan gikk byggeprosessen?</p>	<p>Konstruksjonene er like enkle/vanskelig på aktivhus som TEK10 – kan bygges veldig enkelt. Ingen problemer å sikre godt dagslys og luftkvalitet på en tradisjonell boligform. I og med at vi nå velger enkel byggekonsentrasjon, så kan vi få levert konstruksjonspakker/precut. Går veldig mye fortere å få opp bygget kontra å plassbygge hus med pyramidekonstruksjon. Ingen tvil om at framtiden ligger i fabrikkproduserte moduler eller ferdige elementer. Mye tryggere, ikke noe fuktproblematikk, får råbygget tett på en til to dager. Utfordring med det første huset – var nødt å ta oss godt tid og sørge for at konstruksjonen var skikkelig tørket ut.</p>
<p>I hvilken rolle måtte dere bruke tekniske konsulenter og rådgivere i forhold til vanlige prosjekter, og hvilket omfang måtte disse brukes i?</p>	

<p>Jeg ser for meg det er mange aktører involvert i et slikt pilotprosjekt (arkitekter, ingeniører etc.) Hvordan gikk samarbeidet mellom disse?</p>	<p>Utrolig bra. Norsk byggenæring imponerte med at de va lett å få med som samarbeidspartnere, mange var villig til å donere materiell og kompetanse. De ville være med på utviklingen, ikke stå passivt og vente på at regelverk kom på plass. Mye gi og ta. Eks – skrapet eget styringssystem til fordel for et overordnet system som får flere komponenter til å snakke sammen. Mange aktører i ettertid har vært imponert over tempoet. Tømrer startet i slutten av august 2011, sto klart til filmopptak 5. februar. Utvikling underveis i prosjektet, ikke alt klart ved byggestart. Overrasket at vi fullførte så fort og med så få skjær i sjøen, mange beslutningstakere. Jeg satt som prosjektleder her, men både gründer Tore Ligård og styret i Framtidens Aktivhus var involvert, VELUX Norge og arkitekt også inn på beslutningssiden. Det førte til at det første huset dro på ekstra timer her, men for de neste er det bare en beslutningstaker, vil gå mye raskere.</p>
<p>Hvilke beslutninger kunne dere vente med?</p>	<p>Mye det som gikk på styringssystem, få fasadevindu, takvindu og screens til å snakke sammen. Huset ble plassbygd, så kombinert med at arkitektene brukte lang tid (usikker på dette), jobben med å få det så bra som mulig for den planen de hadde satt seg tok tid. Arbeidstegninger kom rett før arbeidet satte i gang. Tømrere med aktivt i prosessen, satte ned foten hvis de følte detaljer og løsninger var for dårlige, kom med innspill. Tryggere med enkel konstruksjon, pyramidetaket hadde to ulikegrader (32 og 35 grader).</p>
<p>Var det bruk av BIM-verktøy i prosjekteringen?</p>	<p>Nei. Første tegningene ble kvalitetssikret med NTNU og SINTEF, gikk på lys og konstruksjon med tanke på pyramideformen, hva skjer med all lufta som skal varmes opp osv. Fellesmøte med rør, el, tømrer og ventilasjon sammen med arkitekt, to av disse underveis. Under bygging, samspill mellom tømrer, el og vvs. Praktisk og pragmatisk tilnærming. Eneste bruk av verktøy – SIMIEN-beregninger. Sikret riktige U-verdier.</p>
<p>Tror du BIM kunne gitt en fordel, billigere eller raskere?</p>	<p>Kjenner ikke så mye til BIM, men ser ikke for meg at det var så mye å hente her, det var veldig få skjær i sjøen. Jeg fordelte tegninger blant aktørene, ga dem tid å komme med innspill, så hadde vi fellesmøte for spørsmål. Kanskje bedre for større utbygginger, men for enebolig lite å hente.</p>
<p>Kan du gi et anslag på hvor mye dyrere et aktivhus koster å bygge enn passiv- og TEK10-hus?</p>	

<p>Hvilke elementer føler du drar opp prisen mest?</p>	<p>Egentlig fint lite i forhold til TEK10. TEK10 så omfattende at den tar det meste. Drar på litt i forhold til takvinduer. Takvindu med utvendig/innvendig screens og motorstyring, 4 takvinduer = ca 60 000kr. Solfangerpakke 7m² = 35 000 med montering. Da begynner vi å nærme oss. Egentlig veldig små ekstrakostnader. Kan kanskje ikke «skylde» på aktivhusprinsippene for at vi har valgt takvinduer, det ville vi nok valgt uansett. Jeg tror stadig flere ser hva som skjer med innemiljøet med takvinduer, gjør mye for dagslyset inne i forhold til fasadevinduer. For oss, rent kynisk med tanke for salg, kunne spart kostnaden for solfangeranlegg og takvinduer. Om du da sparer eller tjener i forhold til hva folk vil betale er ikke godt å si. Det første huset har vist at Stjørdals-markedet ikke er villig til å betale en betydelig ekstrakostnad for disse kvalitetene. Har nok noe å gjøre med at det er et tradisjonelt marked. Hadde det stått i Trondheim/Oslo/Bergen osv. hadde nok huset vært solgt for lenge siden. Sånn sett er det spennende med god byggeøkonomi på Stjørdal om vi får igjen for solfangeranlegg og utstrakt bruk av takvinduer. Stadig flere som er opptatt av miljø og energivennlige hus, men fortsatt er det beliggenhet som teller mest når folk skal kjøpe bolig. Når det begynner å bli dyrt tror jeg folk ikke er så forferdelig opptatt av om huset bruker 14 000 eller 20 000 kWh i året. Et pluss hvis energivennlig, men beliggenhet betyr nok mest. Likevel, stadig flere som ønsker å bygge med aktivhuselementer. Tar nok litt tid før massene kommer hit dog.</p>
<p>Føler du takvinduer er en nødvendighet for aktivhus?</p>	<p>Skal bygge 7 enheter til med takvindu på alle, men der er det saltakskonstruksjon der det passer godt med takvindu uansett. Ikke noe problem å bygge funkis med pulttak og kutte takvindu helt, heller kompensere med fasadevinduer. Kan være godt aktivhus likevel, viktigst å sikre dagslys. Takvindu et godt verktøy for å sikre dette. Frisk luft også veldig viktig. Bygger i sentrum – ønsker kanskje ikke å trekke inn luft rett utenfra. Må se plassering og forholdene rundt i tillegg til selve huset.</p>
<p>Nye hustyper tar gjerne lenger tid å prosjektere og bygge enn godt innøvde hustyper. Med erfaringer fra dette prosjektet, hvor mye billigere tror du det neste aktivhuset kan bygges?</p>	
<p>Hvor mye er det å hente på prosjekteringen?</p>	
<p>Hvor mye er det å hente på byggingen?</p>	
<p>Hvor mye er det å hente på tekniske fag?</p>	

<p>Hvor mye ekstra kan en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?</p>	<p>Vanskelig å svare på, bare spekulasjoner. Mistenker at det er fint lite. Av hundre huskjøpere tror jeg ikke det er så mange som er opptatt av dette. Beliggenhet, romløsning, barnevennlig, kort veg til butikker og skole betyr mye mer for de fleste. Hvis vi snakker om fryktelig dårlige/utette hus, så betyr det noe, marginale forskjeller betyr lite.</p>
<p>Tror du gevinsten først og fremst ligger i omdømmebygging for utbygger?</p>	<p>Nå har ikke vi tatt standpunkt til om vi vil fortsette å bygge hus etter at visningsfeltet er ferdig. Hvis vi tenker på større aktører som driver med boligutbygging i stor skala er det nok et kvalitetsstempel at de klarer å levere gode miljøhus. Så må man vurdere om det er idealisme eller ren forretningstankegang som ligger bak, men strengere krav kommer uansett, så hvis man kan vise at man er i stand til å bygge framtidens boliger så er det en fordel. Vinn-vinn at en del utbyggere bygger passivhus, kjøpergruppa kommer etter hvert. Når passivhus blir ufravikelig krav så ser kundene hvem som har erfaring på området.</p>
<p>Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?</p>	<p>Enova gir bare støtte hvis man kan garantere at huset blir minimum passivhus. Vi kunne ikke garantere dette, og fikk dermed ikke en krone fra Enova. De fulgte likevel nøye med på byggingen og prosessen. Vi skulle i utgangspunktet ikke bygge passivhus, men aktivhus, men vi endte opp med et hus som klarte kravene likevel. Vi mener regelverket blir litt for rigid med et tall for tetthet eller maks energiforbruk pr. år, i hvert fall nå i prosessen hvor man utvikler framtidens boliger.</p> <p>Husbanken utfyller Enova på mange måter, så på sånn måte fungerer bygningsmyndighetene ganske godt. Husbanken tenkte annerledes, så på prosjektet som spennende og utviklende i form av videreutvikling av elementer i passivhusstandarden. Gikk derfor inn med støtte. Er kanskje ikke normalt at begge går inn med støtte for samme prosjektet. Får inntrykk av det. Husbanken støtter prosjekter som går litt utenfor det passivhustoget som Enova kjører. Enova fulgte dog hele prosjektet, har vært på omvisning og hatt innsyn. Godt forhold til Enova.</p>
<p>Hvor mye støtte er det mulig å oppdrive som husbygger?</p>	<p>For privat husbygger er det vel 20 % av kostnadene som går til f.eks. solfangere og varmepumpe som Enova støtter. Kan vel hvis man tar i bruk ny kunnskap eller vise at det utvikles ny kunnskap få privat støtte fra Husbanken og Enova. Fins åpninger for å søke. Det er bra, prosjektene ville vært vanskelig å gjennomføre uten støtte. Betydde mye for oss.</p>

<p>Hadde dere varmepumpe i dette huset?</p>	<p>Nei, spesielt, men ingen varmepumpe. Det er så tett og isolert at det holder med gjenvinningsanlegg. Solfangere for tappevann og litt oppvarming i gang og bad. Utstrakt bruk av vedfyring for å ta av toppene på kalde dager. Komplementerer med elektrisk oppvarming. Hvis man er bortreist kan man ringe opp huset som sørger for lunk i huset når man kommer hjem. Oppsiktsvekkende ikke å ha varmepumpe. Lærdom underveis om jordvarme, provoserer nok litt, men min påstand er at det ikke lønner seg å bruke 150 000 på å bore/ jord-luft varmepumpe. Bruker 25-30 år på å betale tilbake. Huset vårt bruker 12-13 000 kWh i året, skal ha en høy strømpris for at det skal lønne seg. Mer aktuelt for flere enheter, feltutbygging. For enebolig – bedre med luft-luft.</p>
<p>Hvordan står dette huset i forhold til CO2-nøytralitet?</p>	<p>Er ikke CO2-nøytralt i 60-års levetid. Er rundt 15 % bedre enn et tilsvarende passivhus over 60 år (jfr. Masteroppgaven til Agnetha Gose). En del betong her. Er ikke et pluss hus i så måte. Da vi startet i 2010 var solcellepaneler for dårlig i forhold til prisen. Har endret seg mye bare frem til nå. Billigere og bedre anlegg. Har tro på at dette blir enda bedre i nær framtid. Vi er nok ikke langt unna paneler som går i pluss i Trøndelag. I Stavanger (ISO-BO) første huset som gir overskuddsenergi til Lyse. Vi har bygd med tanke på at det kan gjøres til pluss hus. Store takflater som gjør det lett å montere solcellepaneler hvis man ønsker.</p> <p>Sitter ikke på noe regnskap for CO2 for materialene for den første boligen. Vi skulle ha et hus som var basert på lett tilgjengelige materialer.</p>
<p>Er du enig i påstanden om at VELUX' tilnærming er veldig høyteknologisk?</p>	<p>Nei, enkle styringssystemer, enkel teknologi. «Hjemme/Borte»-knapp, åpning av vinduer – styres etter temperatur eller CO2-nivå. Sensor sjekker for regn/utetemperatur – åpner vindu. Ikke veldig avansert – hyllevare – godt utprøvd. Enkelt, selv om det er elektrisk. Enkelt å bruke – enkelt å forstå for bruker = færre feil.</p> <p>Skjønner ikke skepsis mot takvinduer, bor selv i hus med 5 takvinduer fra 80-tallet uten problemer. Er interessert i statistikk om lekkasjer.</p> <p>Et møte mellom de to leirene «høyteknologisk» og «lavteknologisk» aktivhustilnærming ville nok redusert avstanden mellom disse.</p>

Eventuelt	<p>En oppfatning i markedet at passivhus/aktivhus koster veldig mye mer penger enn et TEK10-hus. Ikke tilfelle. Kan heller være med på diskusjon om kravene for isolasjon har gått for langt. Fryktelig mange krav uansett, passivhus/aktivhusprinsipper på toppen spiller ingen rolle. Kvaliteten på arbeidet som gjøres er minst like viktig som mengde isolasjon i veggen.</p> <p>Noe positivt med strengere krav, kommer nye gode produkter. Kanskje verdt det på sikt siden vi får nye materialer å jobbe med.</p> <p>Ikke nødvendigvis dyrere med aktivhus, må bare være bevisst i utformingen/prosjekteringen.</p> <p>For de nye boligene, ser ikke nødvendigvis behovet for motorstyrte fasadevinduer. Gjør at vi får litt mindre «teknologisk» hus. Totalt sett ganske lite teknologi. I trøndersk klima – holder å åpne takvinduer, strømmer likevel gjennom mye luft. De dagene i året det blir veldig varmt går det jo an å åpne fasadevinduene manuelt uansett. Ikke vannbåren varme, ingen automatisk styring på vinduer, solfanger til kun tappevann, blir veldig enkelt, og sparer en del i byggekostnad på disse tiltakene.</p>
------------------	--

2. INTERVJU KURT HOBBERSTAD

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Kurt Hobberstad
Bakgrunn	Født 1966, Tømrer og bygg og anegg, salg og innkjøp for Hellevik-hus i 3,5 år. De siste 12-13 år drevet med eiendomsutvikling og prosjektutvikling, prosjektleder for ISOBO aktiv.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	Hus med fokus på helse/komfort, høyt fokus på beboerne, at huset skal være godt å bo i. Dette huset (ISOBO Aktiv) ble bygget med basis som passivhus, men med ekstra aktive elementer.
Hva var bakgrunnen for at dere bygget aktivhus?	Ønsker å ligge i front av utviklingen, være beredt når krav kommer. Bygd lavenergi i lang tid før TEK07/TEK10. Med nye TEK – Lavenergi veldig likt forskriftskrav, måtte ta steget enda litt lengre. Inspirert av VELUX' hus i Danmark.
Har dere en langsiktig eller kortsiktig strategi i forhold til å bygge aktivhus/miljøvennlige hus?	Se over.
Hadde dere noen spesielle utfordringer for dette prosjektet som dere ikke ville hatt for vanlige hus?	Mange tekniske fag å koordinere, felles styringssystem vanskelig å få til. Tidkrevende. Hadde nok i tillegg litt mange forskjellige systemer for ett hus, men bedre å teste mange systemer enn å bygge et helt nytt hus for å teste andre systemer. Med såpass mange takvinduer ble ikke kravet for kuldebroer godkjent i forhold til passivhusstandard. Vi tror det er kort tid til leverandører av takvinduer løser problemene med kuldebro og vi mener det er en viktig faktor med godt dagslys i boliger.
Måtte dere inngå noen kompromisser mellom å etterstrebe miljøvennlig materialbruk og pris?	Ikke noe spesielt fokus på miljøvennlige materialer, benyttet seg av normalt anerkjent hylleware av byggematerialer. Vurderte både tekstil- og celluloseisolasjon, men for dyrt og for dårlig,
Føler du det ferdige resultatet står til forventningene, eller er det elementer du føler er overflødig? (Materialbruk, utforming, etc.)	Kanskje litt mange forskjellige systemer. Både jordkollektor, solfanger, solceller, luft/vann-varmepumpe, mekanisk og naturlig ventilasjon, automasisk styrt utvendig solskjerming på tak og fasadevinduer som vender mot sør. Det at vi hadde mange systemer var et bevist valg. Vi hadde tilgang til en bolig uten huseier, dvs vi stod fritt til å gjøre våre valg. Vi ønsket å teste ut så mange systemer som mulig, vi ville utfordre våre underentreprenører og leverandører lokalt for å finne ut hva de kan levere og hvilke form for dokumentasjon, prosjektering, oppfølging etc de kan klare

Har dere høstet erfaringer fra dette prosjektet i driftsfase?	Huset fungerer veldig bra. Først testbeboere i tre måneder som ga mye skryt, etter salg en familie som har vært veldig samarbeidsvillig med testresultater og oppfølging. Beboere veldig fornøyd med klimasystemer som sørger for svalt hus når man kommer hjem fra jobb. Enkelt system, besøkende tror de skal til et høyteknologisk hjem, men blir overrasket over hvor få knapper som egentlig fins.
Hva fungerer ikke?	Egentlig fungerer det meste veldig bra.
CO2-nøytralt? Pluss?	Har ikke gjort beregninger på dette. Ikke som jeg vet i hvert fall.
Hvordan forløp prosjekteringsprosessen, og gikk det med ekstra tid i denne kontra vanlige prosjekter?	Mye tid å samkjøre de ulike tekniske fagene. Mye ekstra prosjekteringstimer lagt ned her. Mange aktører som har bidratt med «gratistimer» for egen læring for prosjektet.
Hvordan gikk byggeprosessen?	Selve byggeprosessen gikk bra, huset godt prosjektert på forhånd. Kunne nok vært mye å hente på å holde seg i modul, mange utvekslinger i tak for takvinduer. Mye tilpasning for dette.
Hvor tykke vegger?	250+50 mm ekstrem glava.
I hvilken rolle måtte dere bruke tekniske konsulenter og rådgivere i forhold til vanlige prosjekter, og hvilket omfang måtte disse brukes i?	Mange som ga timer «gratis» for egen læring.
Jeg ser for meg det er mange aktører involvert i et slikt pilotprosjekt (arkitekter, ingeniører etc.) Hvordan gikk samarbeidet mellom disse?	Samarbeidet gikk bra, mange som hadde gode løsninger for sitt eget felt, men vanskelig å flette alle sammen til et felles system.
Kan du gi et anslag på hvor mye dyrere et aktivhus koster å bygge enn passiv- og TEK10-hus?	Vanskelig å anslå.
Hvilke elementer føler du drar opp prisen mest?	Elektrofag, plass på tomte, Hvis alle hus for byggefeltet skulle vært bygd med så tykke vegger som dette ville det gått på bekostning av 3-4 hus. Indirekte kostnad av reduksjon i salgbart areal. Utbyggingsområdet har i reg. bestemmelsene en begrensning på max 30% BYA
Nye hustyper tar gjerne lenger tid å prosjektere og bygge enn godt innøvde hustyper. Med erfaringer fra dette prosjektet, hvor mye billigere tror du det neste aktivhuset kan bygges?	Tror nok det neste kan gjøres en del billigere, dette var et pilotprosjekt.
Hvor mye er det å hente på prosjekteringen?	

Hvor mye er det å hente på byggingen?	
Hvor mye er det å hente på tekniske fag?	
Hvor mye ekstra kan en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?	Lite. Må kunne vise kunde et regnestykke for hvor mye strøm man sparer i året på ulike tiltak, hvor mange kroner dette dreier seg om. Ellers går beliggenhet og bokvalitet foran miljøvennlighet for den vanlige kunden.
Hvor mye kostet huset i byggekost. Pr m2?	Husker ikke i hodet.
Hvor mye ble huset solgt for pr m2?	. Ca Kr. 32.500,-
Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?	Formål fra starten – passivhus. Valgte bevist å ikke nå kravet til kuldebro. Totalt er boligen godt innenfor krav til energibruk pr. m2 men ingen støtte fra Enova. Tungvint å søke om midler fra Enova og Husbanken, altfor mye dokumentasjon og oppfølging som må til. Bli nesten så at man må ha en egen person som jobber kun med oppfølging av prosjektet mot Husbanken/ Enova, orket ikke dette styret. Satte i gang uten støtte. Har søkt for støtte i ettertid fra Husbanken, men ikke fått. Skjønner ikke helt avslaget, burde fått noe støtte for kompetanseheving for hele bransjen. Over 400 besøkende fra media og byggebransje som har lært om huset, detaljene og prinsippene. Dette bør være grunnlag for noe støtte.
Eventuelt	

3. INTERVJU GEIR BRENDELAND

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Geir Brendeland – Brendeland & Kristoffersen
Bakgrunn	Arkitekt, drevet B&K i 10 år. Startet med det tett etter endt utdanning. Meg og Olav Kristoffersen. Har jobbet andre plasser før vi startet kontoret. Startet kontoret med å vinne konkurranse for trebygget på Svartlamoen, et 5-etasjers bygg i massivtre. Hele tiden mens vi har drevet kontoret har vi vært opptatt av miljø og bærekraft, med spesielt fokus på trearkitektur.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	Vi hadde ikke noen formening om begrepet før vi kom i kontakt med byggherre, som da var Velux og Tore Ligaard-gruppen. Hadde ikke en definisjon før vi gikk inn i prosjektet. Kombinasjonen av passivhusstandard og aktive tiltak, altså naturlig ventilasjon og dagslys i tillegg til passivhusstandard. Vi syntes dette virket interessant.
Hva var bakgrunnen for at dere fikk oppdraget med Stjørdalshuset?	Byggherren hadde ønske om et prosjekt med spesiell arkitektonisk kvalitet, hadde gjort litt research og kommet fram til at det var 3-4 kontorer i Trondheim som var aktuelle, vi var ett av dem. Vi ga et tilbud de var fornøyde med, hadde tidlig god dialog med oppdragsgiver.
Har dere en strategi i forhold til å prosjektere aktivhus/miljøvennlige hus?	
Hadde dere noen spesielle utfordringer for dette prosjektet som dere ikke ville hatt for vanlige hus?	Ja det kan vi si. Komplekst prosjekt. Er også et prosjekt som i større grad er byggherrestyrt, i og med at enkelte produkter er gitt. Annerledes enn andre prosjekter der vi definerer det meste fra konstruksjon til materialbruk. Her måtte vi tilpasse oss at det skulle være et visningshus. VELUX-vinduene som en gitt premisse. Interessant å tilpasse på den måten. Ellers var det veldig kort tid, tidspress. Byggmesterleddet tidlig inne og definerte mye. Vanligvis detaljerer vi og går i dialog med byggmester og forbedrer, men her definerte byggmester mer.
Fikk dere noen friheter ift. Materialbruk?	Ja delvis, en ting er materialbruken som er synlig innvendig. Fikk inn mye tre her. Ting vi ønsket ble ikke brukt eller gjort, som var viktig for oss. Litt mer kompromisser enn vanlig. En av hovedutfordringene i prosjektet er at man må ha så mye isolasjon, så konstruksjonen blir komplisert og neste irrasjonell. Bygger opp et enormt stenderverk for å få plass til all isolasjonen. Vi ønsket mer direkte løsninger, har jobbet mye med massivtre, så vi var interessert i dette. Særlig i forhold til takkonstruksjonen, pyramideformet tak. Hadde vært lettere å gjøre som skallkonstruksjon i massivtre enn stenderverk. Gikk med veldig mange arbeidstimer i dette taket. Vi hadde en ide for konstruksjonen som var ny teknologi, derfor var prosjektleder skeptisk.

<p>Hvor bestiller dere massivtre? Hvordan konkurrerer det på pris?</p>	<p>Produksjon i Valdres, men det nærmeste for oss er rett over grensa i Sverige. Eventuelt Østerrike. Vanskelig å si, men for dette prosjektet sannsynligvis en besparelse. Når man velger et slikt konstruksjonssystem må man optimalisere huset ut fra det. Hvis man da bytter det med noe annet blir det ikke like rasjonelt. En stenderverksvegg vil normalt være billigere enn en massivtrevegg, men et godt massivtrehus kan ende opp med å bli billigere enn et stenderverkshus. Veldig prosjektavhengig. Gjort mange prosjekter med massivtre. Når det er godt planlagt har man stor fordel av det.</p>
<p>Måtte dere inngå noen kompromisser mellom å etterstrebe miljøvennlig materialbruk og pris?</p>	
<p>Føler du det ferdige resultatet står til forventningene, eller er det elementer du føler er overflødig? (Materialbruk, utforming, etc.)</p>	<p>Helt overordnet, et godt, solid, moderne hus med gode egenskaper. Også et veldig dyrt hus. Et hus med alt ekstrautstyret. Man kan si at det overflødige i huset ligger i konstruksjonen, nesten bygd to hus for å ende opp med ett hus konstruksjonsmessig. Ekstremt mye isolasjon. Ikke noe galt i seg selv, men krever nok innovasjon på konstruksjonsprinsippene. Da Selvaag introduserte Selvaag-husene var det en forenkling, dette er ikke en forenkling, snarere en mye mer komplisert måte å bygge på, derfor dyrere. Stemmer ikke helt med ideen at dette er framtidens hus. Kan håpe på nye og bedre isolasjonsmaterialer, kommer vel etter hvert, men det også har en pris. Egentlig synes jeg det er det meste problematiske, bygd på gammelmåten og kompensert for å få plass til all isolasjon. Vi ønsket oss vel en mer konsekvent materialbruk, et enklere og mer robust hus basert på trebaserte produkter. Synes det er for mye blanding av produkter, mye inne i veggene vi ikke synes er helt ideelt. Ikke noe galt med Glava, men ville heller hatt trefiberisolasjon. Prisspørsmål.</p> <p>Vi har veldig lyst for villa/enebolig/hytte, at byggefirma har byggehaller der man lager veggelementer ferdig for montering. Vi er interessert i elementbygging, ikke modulbygging som moelven byggmodul, men håndverksbedrifter som kan laga veggelementer som settes sammen på byggeplass. Svartlamoen delvis slik, massivtreelementer, men plassbygging og justering med isolasjon og kledning. Svalbardprosjektet vårt ble pakket i container og satt sammen i rett rekkefølge på byggeplass. Har vært slik i Østerrike/Sveits i mange år, håper det kommer i større grad til Norge.</p>
<p>Hvordan forløp prosjekteringsprosessen, og gikk det med ekstra tid i denne kontra vanlige prosjekter?</p>	<p>Gikk egentlig ikke med ekstra tid for vår del. Litt misvisende kanskje, vi bruker mye tid på prosjektering. Tar et noe høyt honorar for enebolig, men da tegner vi gjennom hele greia. Dette ble et noe mindre gjennomtegnet prosjekt fordi det gikk fort og byggmester var inne og fant ut løsninger. Det var greit, for byggmester var veldig flink og oppegående. For vår del, nesten mindre prosjektering enn vanlig. Valg av veggoppbygging ble diskutert med byggmester og krevde ikke at vi tegnet mange snitt.</p>

<p>Hvordan gikk det å prosjektere underveis i byggeprosessen?</p>	<p>Synes det gikk greit, oversiktlig prosjekt. Prinsippene var klare. Det viser seg mot slutten hvis man ikke har gjennomtegnet et prosjekt at når man får opp panelet innvendig, at f.eks. innvendige hjørner ikke sammenfaller helt godt osv. Det kompenserte vi for ved robust detaljering, litt grovt. Synes det ble veldig bra. Hadde vi hatt mer tid til prosjektering hadde det nok vært litt mer forfinet.</p>
<p>I hvilken rolle måtte dere bruke tekniske konsulenter og rådgivere i forhold til vanlige prosjekter, og hvilket omfang måtte disse brukes i?</p>	<p>Vi visste en god del om prinsippene bak, ikke så veldig komplisert, bare masse isolasjon og å få det tett. utfordring for oss å få tilpasset tekniske anlegg. Kom inn så mye utstyr og ledninger, aktører ikke helt vant med at det skal integreres i arkitekturen. Egentlig den største utfordringen, å få gjemt bort teknisk utstyr og ledninger.</p>
<p>Kan du gi et anslag på hvor mye dyrere et aktivhus koster å prosjektere enn passiv- og TEK10-hus?</p>	<p>Spesielt siden det er et visningshus, usikker på reell pris men ingen tvil om at det er et dyrt hus. For oss ikke veldig forskjell på prosjekteringskostnaden. Vi har en timeramme vi må ha for å gå inn i prosjektet, og så blir det som det blir. Vanskelig med arkitektprosjektering for man kan slippe resultatet tidligere. Kan finne arkitektkontor som ikke bryr seg så mye om sluttresultatet og gjør ferdig huset på kortere tid enn avtalt, mens andre kan bruke langt flere timer fordi det er i ferd med å bli et spesielt prosjekt. Arkitektkontor investerer ofte timer for porteføljebygging. Prosjekter som ser ut som de blir veldig bra får ofte et ekstra gir med kveldstidsjobb etc. Derfor vanskelig å svare på om det fører til mer prosjektering eller ikke. Ved en normal prosess der det foreligger et tilbudsunderlag og vi skal ut og hente priser ville det ført til flere timer.</p>
<p>Hvilke elementer føler du drar opp prisen mest?</p>	<p>Utstyr og konstruksjonen som er de to hovedtingene. Maskinrom, må bruke mange innvendige kvadratmeter til teknisk. Trekker opp prisen. Balansert ventilasjon i alle rom som må integreres. Kan si at det er ting som, hvis det skal se bra ut, trekker opp prisen. Hovedsakelig utstyr. Den siste biten fra energiklasse B til A er uforholdsmessig dyr. Egentlig en av hovederfaringen vår. Jobber med Johnny Holst som er miljøkonsulent, i innledende diskusjon om prinsippene for huset. Da det ble bestemt at det skulle fra B til A dro det på seg mye i form av veggkonstruksjon og generelt litt mer av alt.</p>
<p>Nye hustyper tar gjerne lenger tid å prosjektere og bygge enn godt innøvde hustyper. Med erfaringer fra dette prosjektet, hvor mye billigere tror du det neste aktivhuset kan prosjekteres?</p>	<p>I og med at arkitekturprosjektering er involvert blir det vanskelig å anslå, ferdighus er ferdig prosjekterte. Et robust massivtrehus vil være lettere å prosjektere. Vanskelig å gi et godt svar. Vanskelig å snakke om prosjektering fordi det er en del irrasjonelle faktorer, f.eks. ønsket om å gjøre det fint. For dette prosjektet bygget vi 4-5 studiemodeller, sjeldent å gjøre dette. Tenk spørsmålet mer sånn: å lage et aktivhus som er helt gjennomtenkt med konstruksjoner og slikt vil ta veldig lang tid å lage, men vil kunne bli veldig bra. Tiden til det ikke til stede i dette prosjektet. Gjennomtenkt materialbruk og logisk konstruksjon en stor utfordring. Forskningsprosjekt. Hadde noen kunne gjort det ville det vært et skikkelig løft.</p>

Hvor mye ekstra tror du en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?	Ser dessverre ikke slik ut. Dette huset har fantastisk bra utstyr og er gjennomført arkitektonisk, veldig godt innemiljø, høy bokvalitet, likevel vist seg at det er vanskelig å få solgt det. Har til og med bra beliggenhet. Hadde det blitt bygd i Trondheim hadde det hatt en annen kjøpergruppe og ville blitt kjøpt fort, i Stjørdal færre folk i denne søkergruppa. Er avhengig av å ha nok kjøpergruppe for slike prosjekt.
Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?	Er nok for tungvint. Mye styr med skjema og energiberegninger, og ikke veldig mye penger som kommer ut av det totalt sett. Veldig mye at det er å sparke igjen åpne dører, en vet jo hva som skal til. Er egentlig mer et spørsmål til BH enn til oss, men det vi savner er støtte for innovasjon i forhold til konstruksjoner og prosjektutvikling. Flere ganger i dialog med Innovasjon Norge, deres vinkling er hvordan innovasjon kan skape flere arbeidsplasser i vår bedrift, mens vi mener at vi har drevet med innovasjon i forhold til byggenæringen. Vårt arbeid med massivtre har vært nybrottsarbeid. Hadde vært fint med ekstra støtte her for å få opp gode pilotprosjekter. I forhold til offentlig støtte er det nok litt mange flaggskipprosjekter som slår hverandre litt i hjel, er stadig det grønneste/nyeste/beste energibygget, ser den samme tendensen som ute i Europa, bruker grønt for å smykke og få gjennom kontroversielle prosjekter. Eks. Powerhouse på Brattøra som går i mot reguleringsplan i området og er et kontroversielt prosjekt, men bruker grønt og arkitektur som et virkemiddel for oppmerksomhet. Det andre er at media skriver mer og mer om arkitektur, derfor genererer et prosjekt mye mindre oppmerksomhet. Stadig ting som kommer som bare forsvinner igjen. Aktivhuset på Dagbladets toppliste i en time eller to før det forsvant.

Eventuelt	<p>Hoveddiskusjonen blant arkitekter er at low-tech er blitt udefinert, det synes vi er vanskelig. Teknologibasert passivhusstandard, uimotsagt. Vanskelig å gjøre alternative tilnæringer til energibruk for boliger. TEK10 har medført store konsekvenser for hva som er mulig, irriterende. Vanskelig å lage et enkelt hus nå, må ha inn teknologi, spesielt det med balansert ventilasjon. Redd for at nye hus blir utdatert etter 10 år pga. utdatert utstyr. Et radikalt skritt at vi har introdusert teknologi som en standardfaktor for hus, ganske drøyt. Bor selv i sveitservilla av maskinlaft, ingen isolasjon. Litt kaldt på de kaldeste dager, men oppleves som et sunt og godt hus.</p> <p>Velux har en tilnærming til diskusjonen med en ide om å selge flere produkter, har en agenda, men fremdeles med miljøvennlig vinkling.</p> <p>Takvindu gir her mye for innemiljø, men ikke nødvendigvis en nødvendighet. Stygge prosjekter kan også ha takvindu, gir nok gode lysforhold, men dårlig planløsning vil ikke gi gevinst. Opplevd arkitektur veldig viktig for trivsel. Vanskelig å definere, kvalitativt.</p> <p>Kostnadsnivået i Norge i dag veldig høyt, stort trykk i byggebransjen. Må nesten ha 6-8 millioner for å bygge et stort og godt utstyrt hus, få som kan betale dette. Mer interessant med ombygging og reovering av gamle boliger, mange gamle hus som bør oppgraderes.</p>
------------------	--

4. INTERVJU ROLF JACOBSEN

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Rolf Jacobsen
Bakgrunn	Arkitekt i Oslo siden 1986. Helt fra studiet og videre spesialisert på bærekraftig arkitektur. Etablerte Gaia Arkitekter med noen kolleger i 1983. Har jobbet i forskjellige konstellasjoner i Gaia siden da. For 4 år siden var jeg med å stifte Aktiv-hus AS hvor tanken var å ta med løsningene, prinsippene og filosofien i Gaia inn i en typehusutvikling og litt større produksjon av hus.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	Det er nok et diskusjonstema i seg selv, finnes flere innfallsvinkler til det. Det vi har lagt i det er en slags variant av det som ble utviklet i Danmark og internasjonalt under activehouse.info, som kanskje er det mest seriøse og klare aktivhusmiljøet som finnes, men der vi har vært tydeligere på noen av aspektene enn de er, særlig i bruk av naturlig ventilasjon og materialbruk og livssyklus-teknningen. For å kommunisere dette opererer vi på samme måte som de med tre hovedområder: inneklime, miljø og energi, altså disse tre hovedområdene som henger sammen. Vi har gått inn i disse igjen og gjort en underdeling av tre på hvert av disse som forklarer aspektene nøyere. F.eks. ved inneklime – sunne materialer, naturlig ventilasjon og fuktregulering. Da har vi i prinsippet 9 fokusområder som på en eller annen måte bør imøtekommes hvis man skal si at dette er et aktivhus.
Hva var bakgrunnen for at dere bygger aktivhus?	Det er et generelt miljøengasjement som ligger bak. Det ligger i vår filosofi. Vi jobber også med såkalt «bottom-line»-filosofi som bedrift, det er ikke bare økonomi som teller men også «Planet, people, profit» som skal være en del av bedriftsfilosofien.
Har dere en strategi i forhold til å prosjektere aktivhus/miljøvennlige hus?	

Har dere noen spesielle utfordringer med aktivhus dere ikke har med vanlige hus/passivhus?	<p>Ja og nei. Vi har en utfordring i forhold til at myndigheter og forskningsmiljøene og støtteordningene i den siste tiden vært veldig rettet inn mot passivhus. Vi har noen ting i forhold til passivhus vi føler ikke svarer på det vi mener er de reelle utfordringene. Det fins mye fint i passivhus, det har løftet opp ambisjonsnivået for energieffektivitet veldig klart, men inneklimatekningen, holdbarhet, sårbarhet setter vi spørsmålsteget ved. Når myndigheter, regelverk (kommende TEK15), Enovas støtteordninger, forskningsmidler, SINTEF-miljøet, alt dette er rettet inn mot passivhus. Det gjør at vi enten får problemer med og rett og slett få godkjent våre hus, eller ikke får støtte/forskningsmidler.</p> <p>Må dokumentere mye for å få godkjent husene våre. Ironisk nok jobber vi med å få større prosjekter og har i praksis nå nullenergihus med klimanøytrale byggematerialer, god inneklimatekning osv. men vi risikerer å ikke få bygget husene hvis det blir innstramminger på energisiden, og vi får ingen støtteordninger.</p> <p>Vanskelig med søknader</p>
Kan du si noe om Deres Shelter-serie, om materialbruk og energibruk?	<p>Konseptet: Det vi fant ut at vi ville gjøre var å lage en serie i utgangspunkt i 4 modeller, jobbe først og fremst med å få frem et gjennomarbeidet, arealeffektivt, godt allround-hus. Shelter 1 – lite hus, men løst på alle måter slik at det fungerer som vanlig bolig. Mulig å utvikle dette på flere vis slik at vi får Shelter 2, 3 og 4.</p> <p>Materialbruk – Vi sier det er et 100 % trehus, trekonstruksjon. Har brukt litt forskjellige type løsninger, har gått over til å få mer elementprodusert. Har jobbet med å få opp termisk masse med massivtre eller massivpanel, trefiberisolasjon og lekting ut, kledning og bordtak. Hele huset er trehus.</p> <p>Ikke helt i mål med vugge til grav-beregninger, har gjort noen foreløpige beregninger som viser at dette er bra, men veldig mange måter å beregne dette på. Ut fra det vi har nå ser det veldig bra ut.</p>
Kan du si noe om økonomien i husene?	<p>Nytter ikke med bare idealisme. Hus har en produksjonspris og kostnad for utvikling og salg, samt markedspris. Må sitte igjen med fortjeneste for å drive videre. Sunn forretningstenkning. Ingen mal her. Husene våre er ikke veldig teknisk kompliserte eller avanserte, derfor ikke mye dyrere enn andre hus. Kan nok konkurrere med et hvert passivhus i pris. Jobber med rasjonalitet i produksjon.</p>

<p>Må dere inngå noen kompromisser mellom å etterstrebe miljøvennlig materialbruk og pris?</p>	<p>Det er det alltid. Et 100 % hus er urealistisk. Da blir det ting som blir veldig dyrt. Hvis vi får til en 95 % løsning er det bra. Kan ikke bygge hus uten å f.eks. ta hensyn til våtromsnormen, og da skal man bruke membraner osv. Bruker de beste produktene hele veien, men samtidig vet man at en del produkter er limstoffer man bare må bruke for å få det bra. Tettematerialer særlig, men vi unngår skum rundt vinduer og er veldig obs på overflatebehandling, maling osv. Er på 95 % men i forbindelse med rørlegger/elektriker og sånt, det finnes ting som er dyre, kan kanskje bruke de beste produktene til neste år (tilgjengelig på pris).</p> <p>Er godt i mål for selve byggekonstruksjonen. Vi ønsker å benytte oss mer av massivtre, men er en diskusjon der om limstoffer osv. avhengig av typen man bruker. Har vurdert effekten av massivtre som viktig. Så er det pris, tilgjengelighet og produksjonslogistikk osv. Nå legger vi på tykkelsen på innvendige kledninger og gjennom det får samme tremasse i huset som med massivtre men på en enklere måte.</p>
<p>Hvordan forløper prosjekteringsprosessen, og går det med ekstra tid i denne kontra vanlige prosjekter?</p>	<p>Til nå har det gjort det pga mye utviklingsarbeid. Vi har jobbet ganske strengt innenfor noen normer/maler/systemer, slik at nå som vi nå har det på plass er det veldig kurant å gjøre endringene fra gang til gang og ha produksjonstegninger klart.</p> <p>Skal ikke undervurdere denne introkostnaden. Det gjorde vi og har derfor jobbet i tre år på sparebluss økonomisk. Det er et stort utviklingsarbeid og man treffer ikke blink på alle parametre første gang. F.eks. huset ble fint, men for dyrt å produsere slik vi tenkte først og da må vi gjøre endringer. Må gjennom flere runder som tar tid. Utviklingskostnaden større enn vi tenkte, men nå som vi har system på ting ser vi at ting blir bedre.</p>
<p>Hvilke elementer i prosjekteringen var vanskeligst å få til?</p>	<p>Egentlig ikke noen som er verre en andre. Vi har en liten utfordring i forhold til at kravene til universell utforming blir skjerpet slik at når vi jobber med små hus og har knadd ting godt og fint på plass, og vi må endre dette, så har vi måttet slite med å kna ting på nytt. Ellers har mye av tiden gått med på å optimalisere de riktige produksjonsmetodene.</p>
<p>I hvilken rolle må dere bruke tekniske konsulenter og rådgivere i forhold til vanlige prosjekter, og hvilket omfang måtte disse brukes i?</p>	<p>Naturlig ventilasjon har vi i Gaia mye kompetanse på selv. Vi har ikke brukt veldig mange konsulenter, noe på energisiden og noe på statisk produksjonsteknisk. Ikke så mye på selve løsningen, der har vi mye innenbords selv.</p>

<p>Kan du gi et anslag på hvor mye dyrere et aktivhus koster å prosjektere enn passiv- og TEK10-hus?</p>	<p>Vi har anslått at det kanskje er et prispåslag på 10-15 % for våre hus kontra TEK10, men på selve bygningskroppen er det nok mindre enn 10 %. Energisystemet vårt er nok litt dyrere. Vi har sammenliknet oss med Mesterhus som vi finner det naturlig å sammenlikne oss med, og da har vi sett det prisbildet. Blir billigere driftskostnader. Har bygget 5-6 Shelter-hus nå, de to første som vi begynner å få målinger på (Shelter 2, 120m2) har hatt et energibruk på mellom 5-6000 kWh pr år. Er tett oppe på passivhusnivå når det gjelder isolasjonsmengde og vindusløsninger. Taper energi kontra balansert ventilasjon. Bioenergi og solenergi reduserer behovet for tilført energi.</p>
<p>I hvilken grad blir solfangere og solcellepanel brukt?</p>	<p>Vi går mer over fra termisk solfanger til solcellepaneler og kobler oss mot strømmettet, endrer bruk av solcelle fordi man utnytter hele året, særlig sommersesongen da man har liten bruk for overskuddsvarmen. Selger da, kjøper om vinteren, balanseregnskap. Har gjort beregninger på hus i Hurdal som skal bygges som viser at de blir ca nullenergihus.</p>
<p>Hvordan fungerer strømvtaler?</p>	<p>Har gått veldig bra, de første vi var i kontakt med var Hafslund. De var først ute og ville markere seg, og er de som vi har avtale med i Hurdal. Har et tilsvarende hus på Nesodden der Energi1 leverer og er positive. Får inntrykk av at dette er holdningen rundt i bransjen at dette er interessant og vil være med på.</p>
<p>Hvilke elementer føler du drar opp prisen mest?</p>	
<p>Nye hustyper tar gjerne lenger tid å prosjektere og bygge enn godt innøvde hustyper. Med erfaringer fra tidligere prosjekter, hvor mye billigere tror du det neste aktivhuset kan prosjekteres?</p>	
<p>Hvor mye ekstra tror du en utbygger kan forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?</p>	<p>Ja, men vanskelig å anslå. Har noen referanser fra Tyskland, men det er veldig overordnede vurderinger. Er om å gjøre å få frem gode miljøargumenter, inneklime, driftskostnad osv. Da er folk villig å betale ca. 10 % mer for slike hus. Er gjort noen tilsvarende undersøkelser i Sverige, men det gikk mer på hvordan miljøhus holder seg i verdi over tid for videresalg. Var en positiv utvikling der.</p>

<p>Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?</p>	<p>Vi fikk fra Innovasjon Norge i starten, men det var for bedriftsetablering. Enova skal være den som støtter disse tingene vi jobber med, og det er mye signaler helt fra toppen at de må tenke litt annerledes og litt bredere enn passivhus. Vi er på dem nå og i dialog om hvordan vi kan komme inn, og håper det skal føre fram. Slik det er nå driver de tilskuddsordning til en bransje som tjener penger på å selge ventilasjonsanlegg. Opplevs rigid.</p> <p>Det første man bør gjøre etter vår oppfatning er å stille seg spørsmål om hva som er det viktigste her, og energieffektivt er jo på en måte et middel for å redusere klimautslippene. Hvis man kan komme med prosjekter der man kan dokumentere lavt klimautslipp, der man tar inn byggeprosessen, materialbruk, fornybar energi osv, så bør det kunne komme inn i bildet, ellers blir det veldig rart.</p>
<p>Føler du det er en nødvendighet med de to aktivhus-«leirene», eller bør dere kunne møtes på midten.</p>	<p>VELUX har en veldig klar innfallsvinkel til miljøspørsmålet. De er smarte folk, og har en vinkling mot vindusløsninger og ventilasjon, dagslys osv. Jeg oppfatter ikke at de er bastante på at de bare ser på mekaniske løsninger, hight-tech osv. De ser nok at hvis de kommer med disse løsningene er det lettere å få gjennomslag og oppmerksomhet og støtte blant de aktørene som tenker industrielt. Når jeg ser på hvordan de egentlig formulerer seg, hvilke fokusområder de er opptatt av osv, så kan man si at: de har ikke noe hovedfokus på materialbruk og sånne ting, men i større grad enn passivhus i Norge.</p> <p>Vi er åpne for samarbeid, og har hatt litt dialog tidligere gjennom det med Framtidens Aktivhus, og hadde på planene enten å dra ned eller få de til å komme opp på et møte. Jeg tror vi godt kan snakke sammen, men jeg vet at det har begynt å nedfelle seg i enkelte miljøer at aktivhus er det samme som plussenergihus. Activehouse er klare på at hvis man bygger et hus ved siden av en foss der man kan ta ut energien av fossen, så kan man bygge et hus der man kommer i pluss men det blir ikke nødvendigvis aktivt av den grunn. Man må tenke bredere og mer mangfoldig enn bare på huset.</p>
<p>Eventuelt</p>	<p>Vi har prøvd å selge husene våre i 2-3 år, får mange henvendelser fra folk som er interesserte i husene. Får mye positiv respons. Vi har samarbeidet med byggmesterfirma, produsenter etc og diskutert muligheten for samarbeid, og mange av disse gir positiv respons på dette. Det er mange seriøse gode aktører og mange som etterspør den type løsninger vi jobber med enn de mer tekniske. Viktig med mangfold i byggenæringen, låser man dette til passivhustenkningen utelukkende er det masse innovasjon og nytenkning man legger bånd på eller går glipp av i framtiden. Det dukker opp nye gode løsninger/konsepter/måter å tenke på i miljøspørsmålet hele tiden, og hvis man skal fange opp alt må man ha en bredere innfallsvinkel.</p>

5. INTERVJU TOR HELGE DOKKA

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Tor Helge Dokka
Bakgrunn	Har bakgrunn som tømrer og byggmester før jeg gikk videre med utdanning. Tømmermester, jobbet 7-8 år som det. Tatt ingeniørutdanning i Oslo og Trondheim. Tok en byggingeniørlinje men med mange VVS/energirelaterte fag. Tok sivilingeniør på NTNU, ferdig i 94/95. Der også tok mange maskinrelaterte fag. Jobbet et år i et firma med min bror med utvikling av software før jeg tok doktorgrad. Doktorgrad går på inneklima/avgassing/ventilasjonsforhold.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	Jeg legger ikke annet i begrepet enn det de ulike aktørene som jobber med aktivhus legger i begrepet. Aktivhusbegrepet til VELUX-gruppen (VELFAC-gruppen) og begrepet til Gaia Arkitekter. Ulikt innfall i begrepene de legger. Kanskje det er et mere high-tech-løsning til VELFAC enn low-tech-løsningene som Gaia gjerne bruker?

<p>Aktivhusbegrepet virker å ha to bestemte leire, med «high-tech» og «low-tech» mot hverandre. Føler du dette er nødvendig?</p>	<p>Har ikke noen sterk formening om det. Det har alltid vært ulike miljøer og konstellasjoner som har kommet opp med ulike konsepter. Jeg tror det bare er tilfeldighet at det kom opp to konsepter på aktivhus samtidig, som begge kalte det for aktivhus. Aktivhus til VELFAC har et større internasjonal utbedring, er en tyngre organisasjon bak kommersielle krefter, mens aktivhusbegrepet til Gaia er en norsk, lokal, relativt marginalt konsept. Er det nødvendig? Nei, men er det et problem, egentlig ikke. Vanskelig å kommunisere når det er to relativt forskjellige konsepter som kaller seg det samme.</p> <p>Mye skriving om alternative løsninger til passivhus. Mange er redd for at passivhuskonseptet skal bli en tvangstrøye alle skal inn i. Sitter i referansegruppa som utreder TEK15 der det er sagt passivhusnivå, men det betyr ikke passivhusstandard. Skal man bruke NS3700 passivhusstandard som på mange måter har større frihetsgrad enn den tyske passivhusstandard som er veldig streng og vanskelig å oppnå under norske forhold? Den tyske standarden er for streng til å kunne innføres som fast i Norge. Dagens norske standard er nok også litt for streng til å innføres som minstekrav i forskrifter. Det er dog fornuftig å ha krav til passive/ robuste tiltak, men må åpne opp for alternative løsninger så lenge de har et minstekrav til robusthet. For å oppsummere: Aktivhus slik som VELUX-konseptet: relativt nærme passivhuskonseptet, de trenger nok ikke bekymre seg så mye at det ikke skal kunne bygges slike med fremtidens krav. Gaia-konseptet er nok mer trøblete siden de insisterer på å ikke ha balansert ventilasjon med varmegjenvinning, kan bli vanskelig å få til innenfor endringene av forskriftskravene 2015. Blir vanskelig å få til lavt energiforbruk uten varmegjenvinning.</p> <p>Problemet med «low-tech» er at de argumenterer for lave luftmengder i fyringssesongen, vi sier at vi bør være nede på 0,5 luftskifter i vintersesongen. De snakker om helt ned på 0,1, vil aldri fått godkjent en sånn løsning av Skanska eller Mesterhus etc. De mer profesjonelle utbyggere vil ikke bygge med så lave luftskifter. Du kan få slike spesialtilfeller der noen bygger slike og har lavt energibehov ved å ha veldig bevisste brukere, men man kan ikke bruke dette konseptet på alle bygninger i Norge, og det er det bygningsforskriftene må gjøre. Med et så lavt luftskifte er man i risikozonen for fuktforhold i forhold til inneklimate.</p>
<p>Hva mener du om forskjellene mellom aktiv- og passivhus?</p>	<p>Det er grovt sett i VELUX-konseptet mye passivhusteknologi, men i tillegg farget av at VELUX satser mye på takvinduer med overlys, dagslys og naturlig ventilasjon i sommerhalvåret. Det er for så vidt ikke noe motsetning med passivhuskonseptet sånn sett. Den store forskjellen til Gaia er at de ønsker mer alternativ materialbruk og kun naturlig ventilasjon. Det er nok den store forskjellen.</p>

Tror du det vil være rom for en egen aktivhusstandard ved siden av passivhusstandarden?	Aktivhus/VELUX-gripen har for så vidt laget en frivillig standard de kan bruke. Jeg ser ikke for meg at det blir en norsk standard på det. Ingen tegn i markedet sier at det er et behov for det. Svaret er vel egentlig: Nei, ikke utover det som er laget på frivillig basis.
Hva tror du fremtiden innebærer for boligbygging?	Passivhus er bare starten, et steg på vegen mot mer ambisiøse energikonsepter, snakker om nesten nullenergi 2020, og vi jobber allerede med nullenergikonsepter og plusshuskonsepter/nullutslippskonsepter. Snakker primært pluss over et år. ZEB ser på utslipp over levetiden og tar med materialbruk. Akkurat som med passivhus vil det være motsetninger mot slike konsepter. Mange definisjoner, NS3700 ble en offisiell definisjon av passivhus/lavenergi. Framover kommer det nok standarder på nullenergi- og plusshus?
Hvilke endringer for framtidens hus forventer du vil komme av teknologisk utvikling på den ene siden og økonomiske hensyn på den andre?	<p>Det vi ser allerede nå med passivhusteknologi/komponenter, så dropper komponenter og ventilasjonsanlegg i pris. Nå som solfangere og solcellepanel kommer på markedet dropper prisen på disse også. De som bygger er andregangsbyggere, når man bygger passivhuskonsepter første gang vil man bruke mye ressurser på å lære seg det, de som får erfaring kutter kostnader. Vi har gjort en utredning for DIBK på kostnader, og ser at det bør være overkommelig for de fleste å bygge passivhusnivå innenfor et rimelig lønnsomhetsnivå.</p> <p>Må være forsiktig når man opererer med prosent, for det er prosent i forhold til hva. Salgspris, byggekostnader i Oslo kan ha faktor 2 i forskjell, bygge for. Om det er 5-10 % av 25 000 og 50 000 er stor forskjell. Vi prøver å operere med kroner pr kvadrat byggekost. Har kommet til 500-1200 m2 ekstra pr m2 i forhold til TEK10.</p>
Hvordan tror du byggekostnaden har blitt påvirket av nye krav?	Tenker du på Tek15? Ja. Det vil nok bli noe høyere byggekostnader enn det er i dag, men i de fleste tilfeller vil det ha lite å si. For leilighetsbygg har vi regnet på 500kr pr m2 i ekstra byggekostnad. Når typiske leiligheter i Oslo går for 50 000kr/m2 blir det marginal merkostnad som ikke er et problem å introdusere der. Det marginale markedet er eneboliger/småhus i distrikter der salgspris og byggekostnad er likere. Der vil en økning i 500-1000kr/m2 bli merkbart når salgspris er nede i 15 000 kr/m2.
Ut fra din erfaring, hvilke elementer mener du drar opp prisen for aktivhus mest?	

<p>Hva tror du er årsaken til at selgere/meglere ikke markedsfører passivhus i større grad enn de gjør?</p>	<p>I starten var det mye at Passivhus er et kjent begrep i byggebransjen. De fleste i byggebransjen i dag har en formening om hva det er, men lite kjent ovenfor boligkjøperne. Har vært et relativt ukjent begrep, og blitt mer omtalt etter hvert, men har vært en del aktiv motarbeidelse mot passivhuskonseptet i motsetning til Tyskland og Østerrike der passivhus har fått kvalitetsstempel fordi det er miljøvennlig og har høy kvalitet. Har kanskje kommet litt skjevt ut i Norge pga. en del aktive aktører som har vært skeptisk til konseptet. De som har vært aktive mot det sitter ikke nødvendigvis inne med dybdekunnskap om det de uttaler seg om, har vært uheldig med at det har kommet skjevt ut. Dårlige nyheter er mye lettere å selge enn gode nyheter. En del krefter har ønsket å svartmale passivhuskonseptet på relativt feil grunnlag etter min vurdering. De har satt opp en masse myter som ikke holder mål. Gaia og Jan Wilhelm Bakke, som har gått tilbake på en del uttalelser, men uttalelsene sitter jo igjen, så det er ikke rart at det har blitt negativ i markedet. Det blir for så vidt ikke markedsført i Tyskland og Østerrike så mye på at det er passivhus, men mer fokus på at det er komfortable bygg.</p>
<p>Hvor mye ekstra kan en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?</p>	<p>Vanskelig å si hvordan de markedsfører det og selger det. Relativt lite grunnlag for å vurdere det. Mange av de som har gått tidlig ut, de går ikke ut som bilbransjen, for ekstrautstyr blir det så-så mye mer. Det er lite tradisjon for å gjøre det slik. De går ut med en salgpris, og da er det den som gjelder, uten at man ser hva som ligger inne i merverdi av bygget man selger. Regnestykket ligger inne hos utbyggerne som de ikke ønsker å gå ut med. Vi har sett på kostnader, men det er bare den ene siden. Vanskelig å si om det er et marked i dag for å ta veldig mye mer for en miljøvennlig bolig enn ellers. Det nærmeste vi har, ikke bolig, ENTRA har Powerhouse-prosjektene. Det i Sandvika er i gang. Det blir en annen situasjon, de tror at de kan få mer betalt for et miljøbygg med høye ambisjoner. Høyere leiepriser som gjør at de kan legge inn mer investering i selve bygget.</p>

Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?	<p>Jeg tror det er helt nødvendig hvis vi skal få til markedsendringer. Vi så det da vi begynte med lavenergi/passivhus, og vi etter hvert skal over til nesten-nullenergi 2020, er helt nødvendig med offentlig støtte for markedstransformasjonl. Gjerne tilskudd i form av investeringsinnskudd, men også gunstige lån sånn som delvis Husbanken har i dag.</p> <p>Egentlig overraskende mange utbyggere som er villig å ta risiko ved å bygge ekstra bra, men de får støtte fra Enova. De som bygde ett av de første passivhusene i Norge sier det, at Husbanklånet går jo til beboerne, men det er en viktig bit. Selv om det ikke er penger som går direkte til utbyggerne hjelper det på at det gjør det lettere å selge slike boliger, gjør salget lettere.</p> <p>Ja, det bør være offentlig støtte for å få til markedstransformasjoner mot mer miljøvennlige boliger. Det er en dynamikk, en del aktører begynner å få erfaringer med passivhus og ser at kostnadene går ned, da må man i neste omgang redusere støtten til det konseptet og i stedet gi støtte for neste nivå (Nullenergi).</p>
Eventuelt	<p>Generelt kan vi si at det er kjempefint med alternative konsepter til passivhus, det er ønskelig. De må da tilfredsstillende de samme dokumentasjonskravene vi stiller til passivhus, som på mange måter har kommet en del lenger i dokumentasjon av ulike komponenter. Slik får vi en lik og reell konkurranse mellom ulike konsepter.</p>

6. INTERVJU OLE AKSEL SIVERTSEN

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Ole Aksel Sivertsen
Bakgrunn	<p>Studert Energi og Miljø på Gløshaugen, uteksaminert 2009 og begynte på Enova samme høst. Har jobbet på byggområdet i Enova så lenge det het det, og yrkesbygg etter omorganisering. Jobber med eksisterende og nybyggprosjekter. Fra 2010 lanserte vi et støtteprogram som het støtte for lavenergi og passivhus. Har ansvar for dette programmet og har vært i kontakt med mange forskjellige prosjekter på passivhus- og lavenerginivå. Har behandlet mange forskjellige prosjekter. Har begynt å jobbe litt med prosjekter som tenker utover passivhus. Passivhus er en standard Enova har vært med å utvikle, men ikke et endelig mål, er et steg på veien mot klimanøytralt samfunn. Har fått prosjekter som tenker litt lenger enn passivhus, har hatt ansvar for å følge opp disse. Krevende saksbehandling. Eks. Lerkendal hotell der de skal ha 49 kWh/m² levert energi mot 135 (Energiklasse A).</p>
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	<p>I utgangspunktet er ikke aktivhus i Norge et begrep med omforent definisjon. Flere miljøer som bruker begrepet aktivt. Enova bruker ikke begrepet. Legger bærekraft og økotekning til begrepet, bygg der man har fokus på å få bygget til å påvirke klimaet rundt så lite som mulig samtidig som at man har et tilfredsstillende klima inne. Det har vokst frem et miljø som bruker begrepet aktivt, og der oppfatter jeg bærekraft, miljø og innneklima som hovedfokus.</p>
Aktivhusbegrepet virker å ha to bestemte leire, med «high-tech» og «low-tech» mot hverandre. Føler du dette er nødvendig?	<p>Tror det er en fordel at aktivhus blir et begrep med et innhold alle er enige om, ellers blir det et vagt kvalitetsstempel nesten hvem som helst kan bruke. Gaia-miljøet er veldig på «low-tech», tilbake til naturlige materialer, naturlig ventilasjon, så lite mekanikk som mulig, mens Framtidens Aktivhus på Stjørdal er mer utstyrstungt, drevet fram av leverandører, VELUX f.eks. Fokus på naturlig ventilasjon her og, få inn lys osv. Oppfatter også det prosjektet som mindre mekanisk enn passivhus.</p> <p>Hva er et passivhus? Passivhusstandarden krever i utgangspunktet bare et lavt energibehov. Den beste måten å oppnå det på er bl.a. mekanisk/balansert ventilasjon. Ikke nødvendigvis mye mekanikk i et passivhus heller.</p>

<p>Hva mener du om forskjellene mellom aktiv- og passivhus?</p>	<p>Har egentlig ikke noe definisjon på det, vanskelig spørsmål. Foreløpig er aktivhus en mye mer åpen tilnærming på en måte, da det ikke er en definert standard hva det er. Kan legge i det hva man vil nesten. Passivhus er definert standard som stiller krav til varmetapstall og U-verdier på komponenter, krav til tetthet. Aktivhus er mer naturlige materialbruk og naturlig ventilasjon. Begge fokuserer på å få ned energibruken i bygget, men med forskjellig tilnærming.</p>
<p>Tror du det vil være rom for en egen aktivhusstandard ved siden av passivhusstandarden?</p>	<p>Det vil jeg tro. KRD sier TEK15 med passivhusnivå, men har ikke definert det ennå. I det ligger det at nivået skal defineres. Har kommet mange forskjellige signaler fra politikken om hva dette skal bli. Nettopp satt ned ny arbeidsgruppe som skal definere nivået. En gruppe i Rambøll, + en referansegruppe fra DIBK, Husbanken, SINTEF osv. Er nok rom for en aktivhusstandard parallelt med passivhusstandard, men den må i såfall også oppfylle TEK15.</p> <p>Et aktivhus i dag (GAIA-versjon) tilfredsstiller alle passivhuskriterier med unntak av ventilasjonsanlegg da de bruker naturlig ventilasjon. Bruker bare naturlige materialer og mener de kan ventilere mindre pga. mindre avgassing fra materialer innendørs. Naturlig ventilasjon krever inntak langt nede på bygget og uttak langt oppe (pipeeffekt). Vanskelig med varmegjenvinning da, som er et absolutt krav i passivhusstandarden. Blir det krav om 80 % i TEK15 er dette en utfordring.</p>
<p>Hva tror du framtiden innebærer for boligbygging?</p>	<p>Tror mye av boligbyggingen vil være styrt av neste TEK. Folk flest kjenner ikke til energinivåene i en bygningskropp, utfordring for prosjekter å selge inn miljøambisjon. Høye boligpriser allerede, og folk ønsker å bo en spesiell plass. Presser lånegrensa så langt man klarer for beliggenhet. Beliggenhet fortsatt det viktigste for de fleste. Når man har funnet beliggenhet ser man på type boliger, hvis man har satt opp passivhus mot vanlige hus vil hus med miljøambisjoner ha en litt høyere pris som kan være nok til at de blir valgt bort, da man allerede har tynet sine økonomiske grenser. For massene vil nok TEK være viktig for energiambisjonene. Det vil også være et marked for folk som vil bygge mer energieffektivt, og forhåpentligvis vil det bli godt nok til at det blir solgt en del boliger som er bedre enn TEK.</p>
<p>Hvilke endringer for framtidens hus forventer du vil komme av teknologisk utvikling på den ene siden og økonomiske hensyn på den andre?</p>	<p>Tror nok at priser for passivhus vil gå ned. Fikk nettopp en rapport som sier at prisene på passivhus har gått ned med 30 %. Er ganske naturlig siden flere og flere kan det. Man bruker kortere tid på prosjektering, blir bedre tilgang på produkter, større konkurranse mellom leverandører. Byggebransjen er en spesiell bransje, når man skal sette opp et prosjekt så lønner det seg å bruke konvensjonelle metoder og materialer. Med en gang man ber om noe spesielt legges det på et ganske stort risikopåslag. Det er med å gjøre passivhus og aktivhus dyrere pr i dag. Risikopåslaget vil gå nedover. Prisene vil gå ned!</p>

<p>Hvordan tror du byggekostnaden har blitt påvirket av nye krav?</p>	
<p>Ut fra din erfaring, hvilke elementer mener du drar opp prisen for aktivhus mest?</p>	
<p>Hva tror du er årsaken til at selgere/meglere ikke markedsfører passivhus i større grad enn de gjør?</p>	<p>Jeg tror det har å gjøre at det ikke etterspørres i særlig grad. Den jevne boligkjøper vet ikke hva passivhus er, og når man ikke har hørt om det før kan passivhus høres litt skummelt ut. Passiv er egentlig et litt negativt ladet ord i Norge. Man velger gjerne litt andre begrep da, som f.eks. miljøby, energiboliger ol. Likevel, beliggenhet og størrelse har mest å si. To-roms/Tre-roms, kommunikasjon til skole/jobb, balkong etc.</p> <p>Noen etterspør, mange i Norge opptatt av miljø, bransjen kan nok skjerpe seg litt. Svartmaler litt når de ikke kommuniserer i det hele tatt. Vil tro at det blir mer populært når begreper blir bedre kjent.</p>
<p>Synes du begrepet aktivhus klinger bedre enn passivhus for en boligkjøper?</p>	<p>Ja, gjør for så vidt det. De fleste kjenner litt på det at det er bedre å være aktiv enn passiv.</p>
<p>Hvor mye ekstra kan en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?</p>	<p>Vanskelig spørsmål, jobber mest med yrkesbygg. Der ser vi en utvikling der utbyggere bygger energieffektive bygg fordi leietakere krever det. Der er det profesjonelle aktører på begge sider. Skapes en etterspørsel. Har ikke noe bevis for at man kan ta høyere leie for arealer i energibbygg. Mange utbyggere i Oslo har tro på at det blir mer fokus på energieffektivitet i tiden fremover, og har tro på at de lettere får leid ut byggene sine i lange perioder når de har energistempel. Tomme lokaler er det verste en utleier kan ha.</p> <p>På boligsiden – vanskeligere. Stor masse man skal henvende seg til, og de fleste kjenner ikke til begreper. Mange boligbyggere tror på dette og får solgt passivhusene sine. Det finnes folk som er villig til å betale for det, men er ikke et massemarked for dette. Heimdal Bolig bygger miljøbyen Granås, men bygger masse prosjekter på forskriftsnivå der størsteparten av profitten ligger. Må ha noen miljøbygg i porteføljen når folk etterspør det.</p> <p>TEK10 har strenge energikrav i forhold til tidligere TEK. Mange skjulte kvaliteter med passivhus, vises ikke at vinduene er 3-lags og vises ikke at huset har god tetthet. Man merker ikke hvor godt huset er før man bor i det. Kan være nok å sette en solfanger på taket bare for å få signaleffekt. Miljøfokus.</p>

Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?	Er kjempeviktig. Det er dyrere å bygge, og man ser det er vanskelig å sikre god økonomi med økte kostnader. Enovas rolle å utløse prosjekter som er ønsket, men ikke blir gjennomført. Støtter ikke ting som uansett blir gjort (TEK10), men hvis man mot støtte velger høyere ambisjon støttes dette. Med TEK10 ble passivhus det nivået vi ønsket å støtte. Vi forholder oss til passivhusstandarden for boliger fra 2010 og yrkesbygg fra 2012. Har vært suksess. I 2012 støttet Enova 800 000m ² med passivhus og lavenergi bygg og boliger.
Er det å legge seg mot passivhusstandarden litt for rigid?	Synes ikke det, vi har et støtteprogram som heter «Støtte for passivhus og lavenergibygg», og der støtter vi nettopp det. Vi har støttemuligheter gjennom et innovasjonsstøtteprogram som heter «Ny teknologi» som i dag heter «Støtte til ny teknologi for framtidens bygg», og det er mulig for alle å søke for ulike typer innovasjonsprosjekter i byggebransjen.
Hvilken form for innovasjon blir støttet?	<p>Det skal være et konsept som ikke er prøvd i Norge før, eller en teknologi eller komponent som ikke brukes i Norge i dag. Kan godt være utviklet og utprøvd i andre land, men ikke introdusert for norsk marked. Mange muligheter i dette programmet, har signalisert til Gaia-miljøet at det er mulig å få støtte gjennom dette programmet. Vi føler ikke at vi låses mot en standard. Pr i dag har vi få definerte nivå utover TEK (Passivhusstandard, Lavenergi, Energiklasse A og B). Andre nivåer kan vi ikke peke på i dag. Vi kan snakke om nullenergihus (null over året), pluss hus (pluss over året), nullutslippshus (ikke utslipp over levetiden). Kan støtte aktivhus også, men vi vet ikke hva dette egentlig er. Må defineres bedre.</p> <p>Kan introdusere den internasjonale frivillige standarden, vil enkle støttemuligheten. Enovas mandat er å redusere energibruk i Norge, legge om til annen energi enn el. Da vil vi kunne være med å støtte kvalitetene i et prosjekt som går innenfor våre mandater.</p>
Eksempel på slike prosjekter?	<p>Lerkendal hotell er et slikt prosjekt. De gjør mye mer enn det som kreves i passivhusstandarden. Det oppfyller også passivhusstandarden da vi ser at det ofte er den billigste måten å komme ned til null på. Ta ned energibehovet, så sett på forsyning. Forsyning ofte veldig dyrt, i hvert fall solceller. Vi har vært i dialog med Norgeshus sammen med en kunde av dem. Kjenner best yrkesbyggprosjektene. Rema Kroppanmarka med spesiell varmepumpeløsning. Aerogel i fasader. Mye forskjellig.</p> <p>Få boligprosjekter.</p>
For tungvint søknadsprosess?	Utfordring når man jobber innenfor et segment som er lite definert, må gi mye dokumentasjon for at vi skal kunne gi støtte. Bli mye arbeid, enklere for en større aktør å sette av nok ressurser for slikt. Hvis det dukker opp en standard for aktivhus som passer med Enovas mandat kan vi kanskje lage et volumprogram på linje med passivhusprogrammet, lettere å gi støtte da.

Hvordan kan offentlige støtteordninger bidra til innovasjon i bransjen?	
Eventuelt	Et vanskelig felt, med økte krav vil kostnader gå opp, men jo flere som jobber med det vil kostnadene gå ned. UU har blitt strengere i det siste, mens energikrav betaler seg tilbake på sikt. Utfordring nå er linken mellom utbygger som tar merkostnad mens boligkjøper ikke ser de kvalitetene og er villig til å betale for denne. De utbyggerne som tar ekstrainvestering må få betalt for det.

7. INTERVJU BIRGER JENSEN

Spørsmål for intervju	Svar
Generelt	
Navn	Birger Jensen, Husbanken
Bakgrunn	Jobber som seniorrådgiver i Husbankens miljøgruppe, som har nasjonalt fagansvar for miljøarbeidet i Husbanken. Vi har kontorsted i Trondheim og har ansvar for miljøarbeid for hele organisasjonen. Jobber med kunnskapsspredning, ansvar for deling av informasjon om miljø og energi på nettsider. Før det jobbet 3 år i forbrukerrådet med hovedansvar for oppføring av boliger håndverkertjenester på fast eiendom. Er ikke ingeniør. Bakgrunn fra Dragvoll med studier innenfor samfunn, teknologi og kultur. Master fra 2005. Har holdt meg brukbart oppdatert på ting som foregår i bransjen. Skal formidle inn og ut av husbanken.
Aktivhus	
Hva legger du i begrepet aktivhus?	Husbanken har vært med og finansiert et aktivhus på Stjørdal (Framtidens aktivhus). Er av typen VELUX aktivhus, som er en retning innenfor aktivhusmiljøet. Så har du den andre gjengen fra Gaia som har vært mer opptatt av det økologiske fotavtrykket, mye bruk av miljøvennlige materialer, et enda mer passivt hus enn passivhuset, er motstandere av balansert ventilasjon. I hovedsak – aktivhusbegrepet kommer fra å ha et mer naturlig forhold til boligen, mer lys, naturlige materialer, bedre inneluft, samler nok opp intensjonen fra begge miljøene.
Aktivhusbegrepet virker å ha to bestemte leire, med «high-tech» og «low-tech» mot hverandre. Føler du dette er nødvendig?	Hvis noen tar initiativ til å standardisere begrepet som den norske passivhusstandarden så må de møtes, det vil nok være en fordel for å få definert hva et aktivhus skal inneholde. Det fins en europeisk aktivhusallianse som har utarbeidet noen kriterier. Kan være nødvendig for Norge også. Lettere å selge, lettere å få støtte.
Hva mener du om forskjellene mellom aktiv- og passivhus?	Gaia-varianten: I hovedsak et bredere fokus på miljøvennlige materialer. Ikke noe krav om det i passivhusstandard. Er et ekstra element som gjør byggene mer miljøvennlig. Aktivhuset på Stjørdal – også bevisst på bruk av naturmaterialer, ikke overflatebehandlet. Noe som tar den ensidige retningen om at energiefektivisering er det viktigste i fremtidens bygg et steg videre i forhold til bevisste valgt av materialer og lite bruk av kjemikalier. Slik jeg ser det – den store forskjellen.
Tror du det vil være rom for en egen aktivhusstandard ved siden av passivhusstandarden?	Absolutt. Avhenger av interesse fra bransjen. Også at Standard Norge er interessert i å få på plass en standard på det. Hvis det er slik at innen utgangen av 2015 skal alle bygg være på passivhusnivå, den største jobben gjort med å redusere energibruken i nye bygg. Vil være interesse for videreutvikling av mer miljøvennlige bygg, aktivhusstandard kan legge forløper for justeringer av tekniske forskrifter. Et bredere fokus på miljøvennlige materialer enn det som er tilfellet for passivhusbygg.

<p>Hva tror du fremtiden innebærer for boligbygging?</p>	<p>Passivhusnivå fra 2015, nesten nullenerginivå fra 2020. Redusert energibruk i bygg en viktig faktor for å få ned klimagassutslipp. Bred politisk enighet om dette. Størst gevinst og mest kostnadseffektivt å gjøre dette gjennom bygg. For nyboligbygging – et veldig sterkt fokus på redusert energibruk.</p>
<p>Hvilke endringer for framtidens hus forventer du vil komme av teknologisk utvikling på den ene siden og økonomiske hensyn på den andre?</p>	<p>Dyrt å bygge nytt – utfordringen. Debatt i media – Husbanken bestilt ny rapport som skal motsi noen av argumentene fra byggebransjen at nye krav fører til dyrere boliger. Krav til UU blir så så mye dyrere, energieffektivitet så så mye dyrere osv, bygges for lite. Det kan være at prisen sluttbruker betaler er grunnen til for lite boligbygging, er rett og slett for dyrt.</p> <p>Det vil hele tiden være en avveining, hva er det i forhold til teknologisk utvikling vi kan ta oss råd til. Man kan ikke sette i gang å stille krav til nullenergi fra og med i morgen, vil være for dyrt. Husbanken har tro på å få et stort volum på energieffektive bygg. Når man får et volum går prisen ned. Det ser vi i forbindelse med at vi justerte energikriteriene på grunnlånet i 2011. Da innførte vi krav om passivhusvinduer i alle prosjekter og ventilasjonsanlegg på passivhusnivå. Gikk tregt i starten, men har tatt av nå. Vet ikke hvordan priser på komponenter er, men har i hvert fall blitt volum takket være husbankens krav. Er avhengig av hvis man vil ha lavere priser på fremtidens bygg, så må man få volum på komponenter. Bygge mye med statlige incentiver i forkant og lån fra Husbanken.</p>
<p>Hvordan tror du byggekostnaden har blitt påvirket av nye krav?</p>	<p>Det har gått opp, men man er avhengig av å få volum, da går prisen ned. Går ned med erfaring og konkurrerende leverandører. Markedet i dag – mange sier at det er for få aktører i f.eks. Trondheim, derfor blir miljøbyen Granåsen dyrt. Er mange forhold som påvirker byggekostnadene, jeg tror de justeringene som er gjort i forbindelse med energieffektivitet og UU i de fleste tilfeller er lite påvirkende på denne. Andre forhold som lønn osv. påvirker også.</p>
<p>Ut fra din erfaring, hvilke elementer mener du drar opp prisen for aktivhus mest?</p>	<p>Så på Stjørdal-prosjektet. Var noen vindusløsninger der som sikkert er ganske kostnadsdrivende. Automatisk lufting, styringssystem, screens. En del sånne løsninger som virket å være kostnadsdrivende. I Gaias aktivhus er det ikke noe ventilasjonsanlegg, naturlige materialer. Krav om lokale materialer drar opp pris. Må kanskje prosjekteres grundigere, komplekst å oppnå lavt energibehov når man ikke utnytter varmen i fraluft.</p> <p>Vi har gitt kompetansetilskudd til økohuset i Biestøa. Aktivhus etter Gaia sine prinsipper. Fikk veldig gode tetthetstall. 0,2 i trykktest. Likevel diffusjonsåpen vegg, drive ut fukt, puste.</p>

Hvor mye er det mulig å få i tilskudd?	Husbanken gir ikke tilskudd til investeringen, til byggekostnaden. Enova gjør det. De gir investeringsstøtte til lavenergi og passivhus. Vi gir kompetansetilskudd til prosjekter i forbindelse med at det skal være formidlingsaktiviteter, eks. Richard Ligård arrangerte møter og hadde åpent hus for media og byggebransje, og innhentet kompetanse for å sikre løsninger. Økt kompetanse i det enkelte prosjekt og det skal kunne komme bransjen til gode.
Hva tror du er årsaken til at selgere/meglere ikke markedsfører passivhus i større grad enn de gjør?	Det er det nok mange forskjellige årsaker til. Eks. markedsføring av miljøbyen Granåsen. Heimdal bolig gjennomførte undersøkelse blant de som hadde kjøpt bolig, hva var det de la vekt på i forbindelse med kjøpet. Før kjøp var ingen spesielt opptatt av å kjøpe miljøbyen Granåsen fordi det var passivhus, men etter kjøp hadde flere satt seg inn i hva passivhus gikk ut på, og jeg forsto det på Heimdal Eiendom at de fleste ikke var spesielt opptatt av det. Noen tilfeller av interesse er det, men da gjerne fra ingeniører eller andre med meninger om begrepet. Menigmann hadde lite interesse. Beliggenhet er det avgjørende. Positivt med lavere energiregning og positivt å kunne skryte på seg «grønt» bygg, men ikke avgjørende nok. Høyere strømpriser kunne nok endret på dette synet. Da ville det nok blitt markedsført i større grad.
Hvor mye ekstra kan en utbygger forvente å få betalt fra en kunde for miljøvennlige bygg?	Ja hvis man vinner igjen på det. Hvis kjøperen gjennom energitgiftene ser at det lønner seg i det lange løp. Ikke fordi det er et miljøvennlig bygg, men fordi det lønner seg. En rapport fra 2007, gjennomført av Nibr. «Tilfredshet med nybygde boliger». Stilt spørsmål der – er du villig til å betale mer for miljøvennlige boliger.
Hva er ditt syn på offentlig støtte til utbyggere ved husprosjekter med miljøprofil?	Vi er jo på en måte med å gi støtte ved gunstige lån og kompetansetilskudd. Ikke konkret investeringsstøtte, men det må til for å få volum i markedet. Først må det være noen som stimulerer og skaper et marked, slik som Enova og Husbanken gjør gjennom tilskudd og gunstige lån, så vil markedet selv etter hvert ta over selv ved å etterspørre løsninger. Må til for å komme videre, for å få volum.
Hvordan kan offentlige støtteordninger bidra til innovasjon i bransjen?	Gir muligheter for bransjen. En offentlig støtteordning kan være med å ta litt av risikoen for den innovasjonen som gjøres i bransjen. Ligård fikk kompetansetilskudd til å få kyndig energivurdering i forbindelse med prosjektet. Eksempel på at støtteordningen virket, gjorde det mulig for dem å oppføre prosjektet. Er et must å ha støtteordninger som sørger for innovasjon. Er noen som uansett vil drive med innovasjon, men da fordi de ser en markedsmulighet i det. Heimdal har ikke fått annet enn investeringsstøtte fra Enova for miljøbyen Granåsen, så de har tatt innovasjonsbiten i egen organisasjon for å tilegne selv kompetanse.
Bør søkemetodene være enklere?	Flere kommenterer at Enovas søknadsbehandling er tungvint. Deres utfordring. I mindre passivhusprosjekter der støtten bare er 30-40000 har folk latt være å søke da vinninga går opp i spinninga i søknadsdokumentering. Komplekst. Må ha en del kvadrat for at det skal lønne seg å søke.

8. ENERGIBEREGNING FOR TEK10-HUS ETTER TEKNISK FORSKRIFT 2010



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:17 14/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\EnergilTrend1 TEK10.smi
 Prosjekt: TEK10 Trend
 Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstillter ikke kravene til energiltak i paragraf §14-3 (1)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillter omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstillter energirammen ihht. §14-4
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillter minstekravene i §14-5
Luftmengde ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillter minstekrav gitt i NS3031:2010 (tabell A.6)
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstillter krav til energiforsyning i §14-7
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillter byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-3 (1))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og døreareal delt på bruksarealet [%]	33,2	20,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,20	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	1,00	1,20
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,02	0,03
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	2,50
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	89	70
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	2,50

Omfordeling energiltak (§14-3 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,28	0,27
Varmetapstall tak	0,10	0,10
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,08	0,09
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,33	0,24
Varmetapstall kuldebroer	0,02	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,06	0,17
Varmetapstall ventilasjon	0,05	0,12
Totalt varmetapstall	0,91	1,02



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:17 14/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi
 Prosjekt: TEK10 Trend
 Sone: Alle soner

Energiramme (§14-4, samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	52,8 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1,6 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	3,2 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,0 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	16,9 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov, sum 1-6	121,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	132,5 kWh/m ²

Minstekrav (§14-5)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,20	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	1,00	1,60
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	3,00

Krav til solfaktor for solutsatte fasader

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



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:17 14/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi
 Prosjekt: TEK10 Trend
 Sone: Alle soner

Energiforsyning (§14-7)			
Beskrivelse	Verdi	Krav	
Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler	25 %	0 %	
Oljekjel som grunnlast	Nei	Nei	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)			
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon	
Areal yttervegger [m ²]:	178		
Areal tak [m ²]:	95		
Areal gulv [m ²]:	78		
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	43		
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	128		
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	377		
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,20		
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13		
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,13		
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,00		
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	33,2		
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02		
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	35		
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00		
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89		



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:17 14/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi
 Prosjekt: TEK10 Trend
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ² /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,78	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	2,90	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	2,90	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,28	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering

Tid/dato simulering: 15:17 14/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi

Prosjekt: TEK10 Trend

Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Vidar J. Grovassbakk
Kommentar		

9. ENERGIMERKEBEREGNING FOR TEK10-HUS

**SIMIEN**

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 13:21 13/5-2013

Programversjon: 5.017

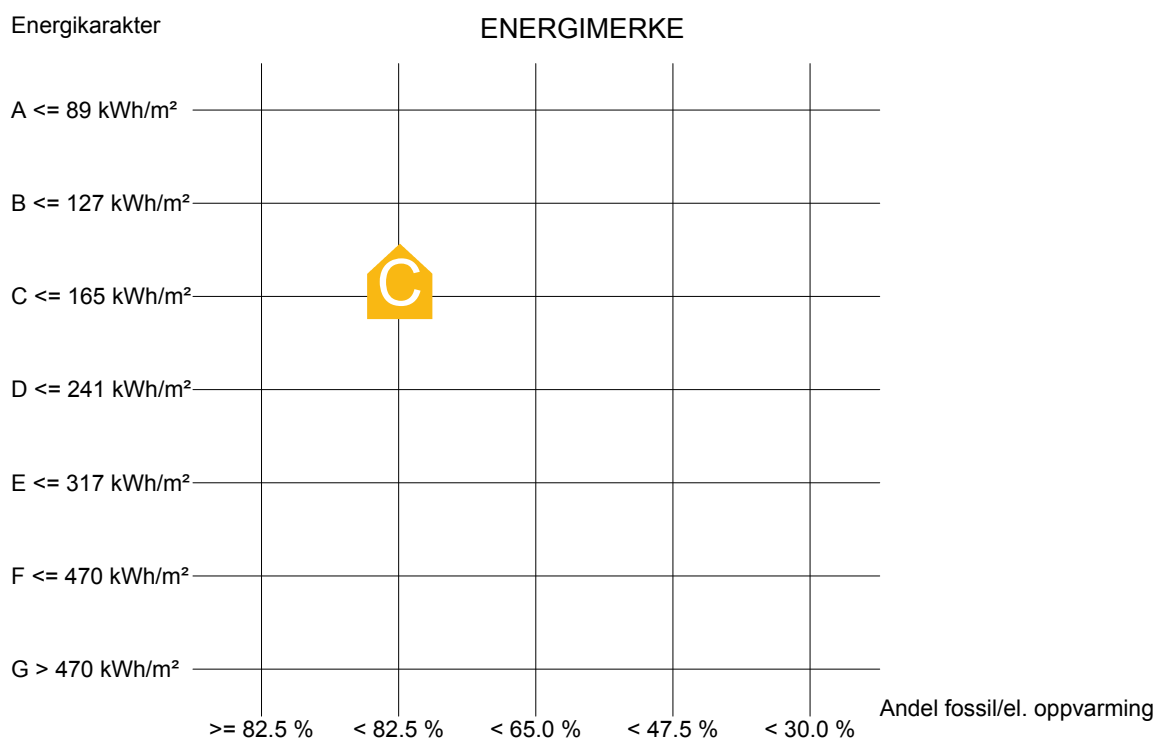
Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energ\Trend1 TEK10.smi

Prosjekt: TEK10 Trend

Sone: Alle soner

Beregnet levert energi normalisert klima: 145 kWh/m²

Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 74.4 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	145 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	145 kWh/m ²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 13:21 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi
 Prosjekt: TEK10 Trend
 Sone: Alle soner

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	14066 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	4483 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	18549 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	178	
Areal tak [m ²]:	95	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	128	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	377	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,20	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,00	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	33,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	35	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 13:21 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi

Prosjekt: TEK10 Trend

Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ² /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,78	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,28	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 13:21 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\TEK10\Energi\Trend1 TEK10.smi

Prosjekt: TEK10 Trend

Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Vidar J. Grovassbakk
Kommentar		

10. PASSIVHUSBeregning etter NS 3700 for passivhus

**SIMIEN**

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi

Prosjekt: Passiv Trend

Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700 (tabell A.1)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,15
Varmetapstall tak	0,07
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,06
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,18
Varmetapstall kuldebroer	0,02
Varmetapstall infiltrasjon	0,01
Varmetapstall ventilasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,53
Krav varmetapstall	0,55

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	21,0 kWh/m ²	22,3 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	58,7 kWh/m ²	68,0 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi
 Prosjekt: Passiv Trend
 Sone: Alle soner

Minstekrav enkeltkomponenter			
Beskrivelse		Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]		0,09	0,15
U-verdi tak [W/m ² K]		0,08	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]		0,08	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]		0,72	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]		0,02	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]		89	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:		1,10	1,50
Varmetapstall glass/vinduer/dører		0,18	0,24
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]		0,30	0,60

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

Energibudsjett (NS 3700)			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	2299 kWh	19,8 kWh/m ²	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	141 kWh	1,2 kWh/m ²	
2 Varmtvann (tappevann)	3460 kWh	29,8 kWh/m ²	
3a Vifter	373 kWh	3,2 kWh/m ²	
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
4 Belysning	1323 kWh	11,4 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	2035 kWh	17,5 kWh/m ²	
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	9632 kWh	82,9 kWh/m ²	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi

Prosjekt: Passiv Trend

Sone: Alle soner

Levert energi til bygningen (NS 3700)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	5271 kWh	45,4 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	1347 kWh	11,6 kWh/m ²
1c El. solenergi	204 kWh	1,8 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	6822 kWh	58,7 kWh/m ²

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2010 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi
 Prosjekt: Passiv Trend
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	191	
Areal tak [m ²]:	95	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	29	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	116	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	319	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,72	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	24,9	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	39	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,99	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi

Prosjekt: Passiv Trend

Sone: Alle soner

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

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Vidar J. Grovassbakk
Kommentar	

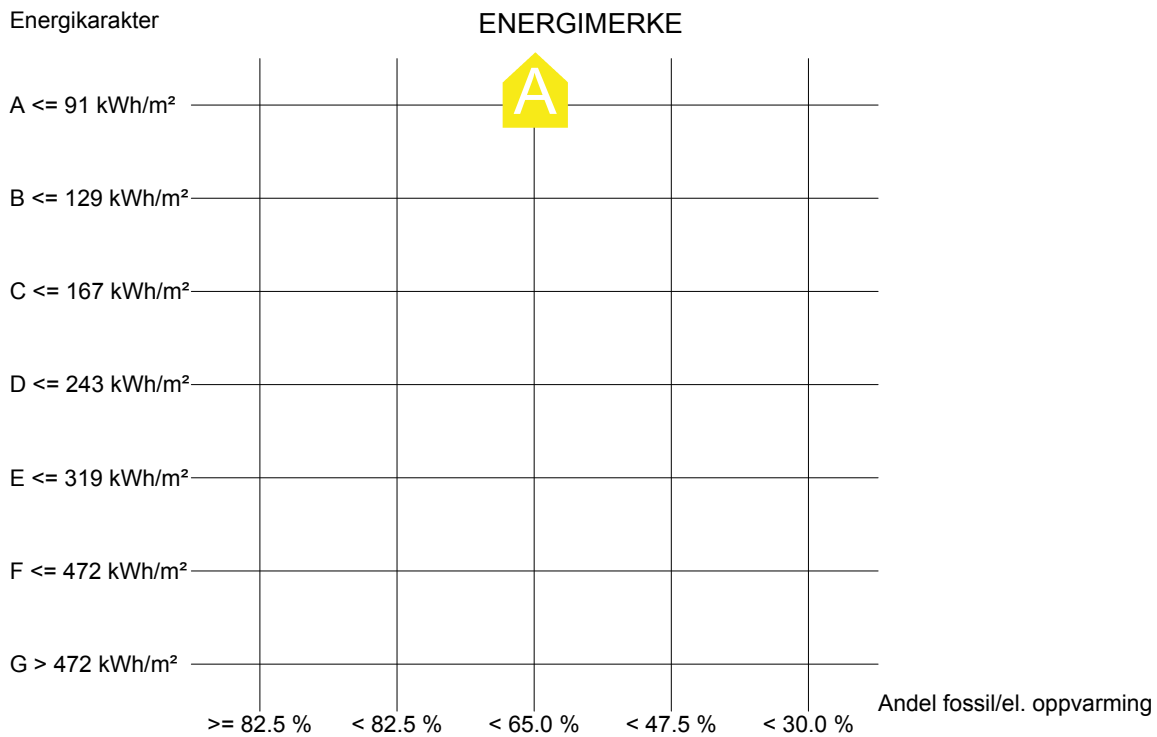
11. ENERGIMERKEBEREGNING FOR PASSIVHUS



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi
 Prosjekt: Passiv Trend
 Sone: Alle soner



Beregnet levert energi normalisert klima: 59 kWh/m²
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 48.2 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	59 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	59 kWh/m ²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi

Prosjekt: Passiv Trend

Sone: Alle soner

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	6846 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	6846 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	191	
Areal tak [m ²]:	95	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	29	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	116	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	319	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,72	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	24,9	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,02	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	39	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi
 Prosjekt: Passiv Trend
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,99	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,16	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Passiv\Energi\Trend1 Passiv.smi

Prosjekt: Passiv Trend

Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Vidar J. Grovassbakk
Kommentar		

12. PASSIVHUSBeregning etter NS 3700 for Aktivhus



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi

Prosjekt: Aktiv Trend

Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3700	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller ikke kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredstiller ikke krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller ikke minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredstiller minstekrav gitt i NS3700 (tabell A.1)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller ikke alle krav til passivhus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,14
Varmetapstall tak	0,06
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,06
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,28
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,01
Varmetapstall ventilasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,63
Krav varmetapstall	0,55

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	27,4 kWh/m ²	22,3 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	54,7 kWh/m ²	74,5 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	0,15
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,08	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,75	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	89	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	1,50
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,28	0,24
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	0,60

Krav til solfaktor for solutsatte fasader

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

Energibudsjett (NS 3700)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	3038 kWh	26,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	151 kWh	1,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	3460 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	373 kWh	3,2 kWh/m ²
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	1323 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	2035 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	10382 kWh	89,3 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Levert energi til bygningen (NS 3700)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	4463 kWh	38,4 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	1618 kWh	13,9 kWh/m ²
1c El. solenergi	279 kWh	2,4 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	475 kWh	4,1 kWh/m ²
Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	6834 kWh	58,8 kWh/m²

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2010 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi

Prosjekt: Aktiv Trend

Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	179	
Areal tak [m ²]:	92	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	116	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	319	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,75	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	37,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	39	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,91	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	



SIMIEN

Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivevaluering Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:09 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

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

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Vidar J. Grovassbakk
Kommentar	

13. ENERGIBEREGNING FOR AKTIVHUS ETTER TEKNISK FORSKRIFT 2010

**SIMIEN**

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:06 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstill ikke kravene til energiltak i paragraf §14-3 (1)
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstill omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3 (2)
Energiramme	Bygningen tilfredsstill energirammen ihht. §14-4
Minstekrav	Bygningen tilfredsstill minstekravene i §14-5
Luftmengde ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstill minstekrav gitt i NS3031:2010 (tabell A.6)
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstill krav til energiforsyning i §14-7
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstill byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-3 (1))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	37,4	20,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,08	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,75	1,20
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	2,50
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	89	70
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	2,50

Omfordeling energiltak (§14-3 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,14	0,31
Varmetapstall tak	0,06	0,10
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,06	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,28	0,24
Varmetapstall kuldebroer	0,03	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,01	0,16
Varmetapstall ventilasjon	0,05	0,12
Totalt varmetapstall	0,63	1,07



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:06 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Energiramme (§14-4, samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	23,5 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1,3 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	3,2 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,0 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	16,9 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov, sum 1-6	92,3 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	133,8 kWh/m ²

Minstekrav (§14-5)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,08	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,75	1,60
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	3,00

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



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:06 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Energiforsyning (§14-7)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler	82 %	0 %
Oljekjel som grunnlast	Nei	Nei

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	179	
Areal tak [m ²]:	92	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	116	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	319	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,75	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	37,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	39	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 15:06 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,93	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	2,90	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	2,90	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,24	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 15:06 13/5-2013
Programversjon: 5.017
Brukernavn: Snorre Bjørkum
Firma: Norgeshus AS
Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\EnergilTrend1 Aktiv.smi
Prosjekt: Aktiv Trend
Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Vidar J. Grovassbakk
Kommentar		

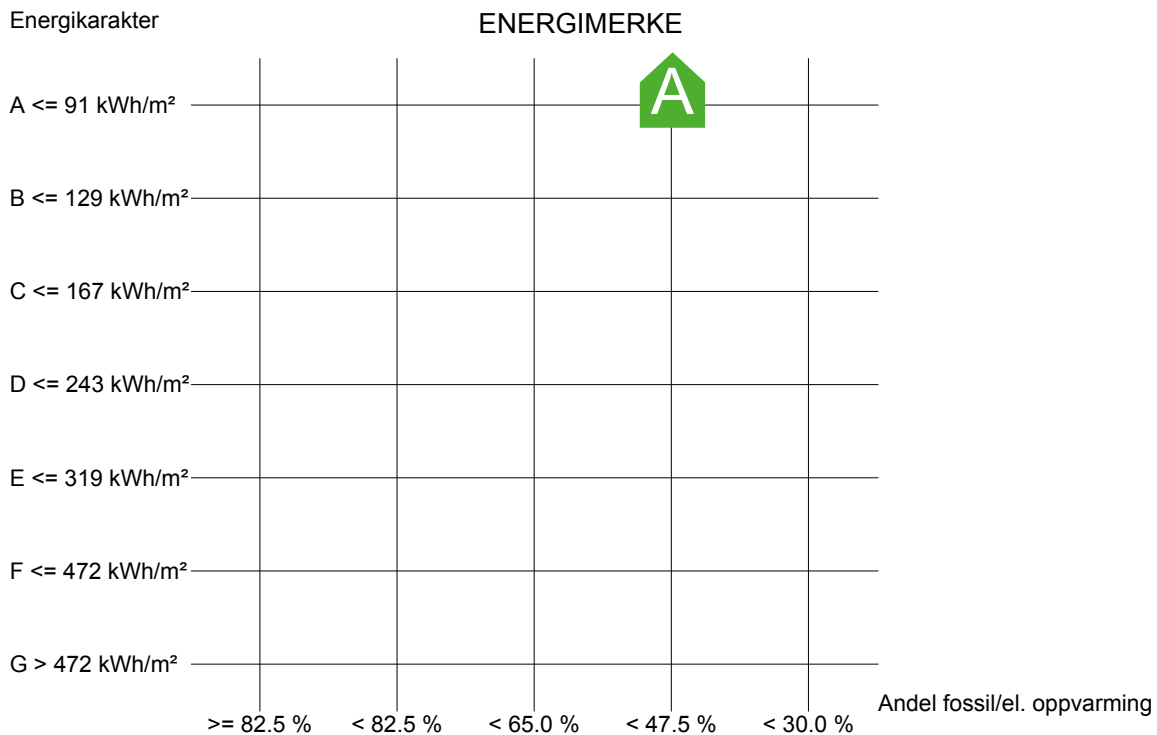
14. ENERGIMERKEBEREGNING FOR AKTIVHUS



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner



Beregnet levert energi normalisert klima: 59 kWh/m²
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 44.7 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	59 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	59 kWh/m ²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi

Prosjekt: Aktiv Trend

Sone: Alle soner

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	6381 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	472 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	6853 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	179	
Areal tak [m ²]:	92	
Areal gulv [m ²]:	78	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	43	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	116	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	319	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,09	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,08	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,75	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	37,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	39	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	89	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master
 Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013
 Programversjon: 5.017
 Brukernavn: Snorre Bjørkum
 Firma: Norgeshus AS
 Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energi\Trend1 Aktiv.smi
 Prosjekt: Aktiv Trend
 Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	89,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,10	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	1,2	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,91	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	2,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,24	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,21	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke Trend1 Master

Tid/dato simulering: 15:26 13/5-2013

Programversjon: 5.017

Brukernavn: Snorre Bjørkum

Firma: Norgeshus AS

Inndatafil: E:\Dropbox\Skole\AAR4992 Masteroppgave\Archicad\Aktiv\Energil\Trend1 Aktiv.smi

Prosjekt: Aktiv Trend

Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Vidar J. Grovassbakk
Kommentar		

15. HOVEDOPPSTILLING TEK10-HUS

Hovedoppstilling

Kostnader detaljningsnivå: 2. nivå av postnummerplanen

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:14 av Snorre Bjørkum

Prosjekt		13-100 Master Vidar									
Kalkyle		TEK10 Masterhus betongarbeider, TEK10 Masterhus tømrer									
Byggherre											
Side 1 av 1											
Beskrivelse	Timeverk	Timekost	Ressurskost	UE Kost	Hjelpematriell	Selvkost	Pris				
TEK10 Masterhus tømrer	979	355 960	420 025	0	16 870	792 855	973 271				
01 Rigg og drift	174	75 681	25 950	0	1 000	102 631	124 504				
05 BETONGARBEIDER	66	23 034	64 985	0	5 262	93 282	115 450				
221 Grunn og betong	66	23 034	64 985	0	5 262	93 282	115 450				
1.2 Tømrerarbeider	805	280 280	394 075	0	15 870	690 225	848 767				
223 Bæresystemer	6	2 230	10 159	0	167	12 556	15 583				
224 Etasjeskiller	84	29 258	35 906	0	2 313	67 477	82 883				
225 Yttervegger	381	132 614	164 233	0	4 370	301 218	369 891				
226 Innervegger	131	45 449	43 177	0	773	89 399	109 476				
227 Takkonstruksjoner	105	36 393	42 660	0	2 436	81 490	100 043				
261 Trapper, balkonger m.m.	0	0	0	0	0	0	0				
270 Fast inventar	51	17 673	75 092	0	5 010	97 775	121 335				
360 Ventilasjon	48	16 663	22 847	0	800	40 311	49 555				
Totalsum eksl. mva.	1 045	378 995	485 010	0	22 132	886 137	1 088 721				

16. DETALJERT KALKYLE TEK10-HUS

Beskrivelse

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 1 av 4
Kalkyle	TEK10 Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	01 Rigg og drift					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
01.11	01 RIGG OG DRIFT					
01.12	12.010 SIKKERHETSTILLELSE AV BOLIGER	RS	1,00	15 568,95	15 568,95	
01.13	820.0 PROSJEKTERING KATALOGHUS	RS	1,00	13 068,95	13 068,95	
01.14	830.0 DOKUMENTKOSTNADER	RS	1,00	17 528,75	17 528,75	
	Kostnader forbdet med utfylling av søknader og koordinering som ansvarlig søker					
01.15	22.020 RIGG AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	22 457,82	22 457,82	
01.16	32.020 DRIFT AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	40 635,94	40 635,94	
01.17	32.110 TETTHETSMÅLING UTV. VINDTETTING	STK	1,00	4 279,69	4 279,69	
01.18	32.120 TETTHETSMÅLING FERDIG TØMRERARBEDIER	STK	1,00	4 279,69	4 279,69	
01.19	31.010 ETTÅRSBEFARING JF KONTRAKT	STK	1,00	6 684,38	6 684,38	
Sum denne side ekskl. mva.					124 504,16	
Sum fagkapittel 01 Rigg og drift ekskl. mva.					124 504,16	
Sum akkumulert kalkyle Tek10 Masterhus Tømmer ekskl. mva.					124 504,16	

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 2 av 4
Kalkyle	TEK10 Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
12.223.1	223 Bæresystemer					
12.223.2	223.120 BJELKER AV LIMTRE	RS	1,00	7 418,83	7 418,83	
12.223.6	223.010 STOLPER AV HELTRE	RS	1,00	1 544,12	1 544,12	
12.223.7	223.020 STOLPER AV LIMTRE	RS	1,00	6 620,08	6 620,08	
12.224.4	224.210 BJELKELAG 198MM - OVER BAD 2 ETG Himling bad 2 etg.	M2	5,00	158,66	793,31	
12.224.5	224.210 NEDFORET HIMLING 148MM - BOD 1 ETG	M2	5,00	353,35	1 766,74	
12.224.8	245.030 HIMLING AV MDF PANELBORD MOT TAKSPERRE VF, Bod og 2 etg.	M2	73,00	358,20	26 148,80	
12.224.9	245.210 UTVENDIG HIMLING 19x148 DF Carport og Sportsbod	M2	3,00	390,16	1 170,49	
12.224.10	224.615 PARKETT PÅ BETONG - 1 ETG	M2	66,30	372,44	24 693,07	
12.224.11	224.610 PARKETT - 2 ETG	M2	57,00	360,19	20 530,83	
12.224.21	253.010 FLIS PÅ GULV - VF Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler. Pris innhentet på 30x30cm.	M2	5,60	727,13	4 071,90	
12.224.22	253.010 FLIS PÅ GULV - BOD Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler.	M2	5,10	727,13	3 708,34	
12.225.2	225.010 SVILLER FOR GULV PÅ GRUNN	LM	39,60	201,88	7 994,61	
12.225.7	225.140 YTTERVEGG 148 + 48MM BINDINGSVERK. H=2250 - 2 ETG	LM	33,60	1 759,37	59 114,77	
12.225.8	225.120 YTTERVEGG 148 + 48MM BINDINGSVERK SKRÅGAVLER - 1 OG 2 ETG	M2	10,00	819,96	8 199,59	
12.225.9	225.101 YTTERVEGG 148 + 48MM BINDINGSVERK. H=2400 1 ETG	LM	39,60	1 671,93	66 208,24	
12.225.10	225.150 YTTERVEGGHJØRNE	STK	12,00	1 882,61	22 591,32	
12.225.11	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2700 2 ETG	LM	33,60	1 607,43	54 009,60	
12.225.12	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2500 - 1 ETG	LM	39,60	1 004,32	39 771,09	
12.225.35	231.525 FRADRAG FOR ÅPNINGER, ISOL./STÅENDE DF. 19x148	M2	-42,64	284,32	-12 123,38	
12.225.36	233.530 UTVENDIG BELISTNING VINDUER STÅENDE PANEL	LM	40,00	110,67	4 426,90	
Sum denne side eksl. mva.					348 659,26	
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrerarbeider eksl. mva.					348 659,26	
Sum akkumulert kalkyle Tek10 Masterhus Tømrer eksl. mva.					473 163,41	

Prosjekt	13-100 Master Vidar				Side 3 av 4
Kalkyle	TEK10 Masterhus tømrrer				
Byggherre					
Fagkapittel	12 Tømrrerarbeider				
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum
	Sidebord for dører og vinduer				
12.225.39	236.100 BESLAG UNDER DØR	LM	3,00	41,02	123,07
12.225.41	233.520 OVERGANG LIGGENDE KLEDNING/FASADEPLATER	RS	1,00	2 432,82	2 432,82
	Vannbrett over og under vindu med beslag. Tilpass mengde!				
12.225.44	233.1013 11x13 VINDU N og S-01 10x13 VINDU	STK	3,00	5 642,81	16 928,42
12.225.45	233. VINDU 31x19 skrå N og S-04	STK	2,00	15 582,37	31 164,73
12.225.46	233. VINDU 19x30 Skrå N og S-03	STK	2,00	14 992,18	29 984,36
12.225.47	233. VINDU 31x9 N og S-02	STK	2,00	10 505,65	21 011,31
12.225.48	233.0506 5x9 VINDU V-01	STK	3,00	2 583,30	7 749,90
12.225.49	233.0518 5x19 VINDU V-03	STK	2,00	3 839,92	7 679,84
12.225.50	233.0512 5x13 VINDU V-02	STK	1,00	2 624,02	2 624,02
12.226.25	226.020 BÆREVEGG 48x98 H=2400 - 1 ETG BÆREVEGG 48x98 H=2400	LM	8,20	1 812,58	14 863,18
12.226.27	225.140 BÆREVEGG 148 + 48 H=2400 - 1 ETG	LM	4,50	1 721,90	7 748,53
12.226.28	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG	LM	2,30	1 969,35	4 529,51
12.226.29	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG Mellom bad/sov 13,1m ² 1 etg	LM	2,30	2 000,60	4 601,39
12.226.31	243.030 LETTVEGG 36x98 - 1 ETG	M2	6,50	1 268,00	8 242,03
12.226.32	243.065 LETTVEGG 48x98 H=4300 - 2 ETG	LM	2,50	3 220,61	8 051,52
12.226.33	243.070 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	806,59	6 452,72
12.226.34	243.030 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	1 010,09	8 080,73
12.226.35	243.207 KRYSSFINER PÅ INNV. VEGG MOT BAD 2 ETG 12mm kryssfiner med not og fjær 2 sider, Monteres utpå vegg inn mot bad 2 etg. Stue og kjøkken. Dette pga. vindavstivning bolig.	STK	14,00	790,90	11 072,57
12.226.36	243.272 BADEROMSPANEL	LM	17,20	1 456,61	25 053,70
12.226.38	244.030 INNERDØR 9x21 - ANSLAGSTERSKEL INV. BOD Swedoor har ikke innendørsvidere ennå.	STK	1,00	3 622,35	3 622,35
12.226.39	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148+48 VEGG	LM	5,10	25,70	131,09
Sum denne side eksl. mva.					222 147,79
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrrerarbeider eksl. mva.					570 807,05
Sum akkumulert kalkyle Tek10 Masterhus Tømrrer eksl. mva.					695 311,20

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 4 av 4
Kalkyle	TEK10 Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
12.226.40	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148 VEGG	LM	10,20	12,06	123,01	
12.226.41	244.620 INSPEKSJONSDØR I VEGG KJØKKEN 55X110CM HVIT Må kontrollere om det går med denne høyden på kott døren.	STK	1,00	1 952,83	1 952,83	
12.226.43	243.200 HJØRNELIST INNV. HJØRNE - MALT	STK	36,00	100,46	3 616,65	
12.226.45	243.203 BRANNMURLIST - MALT	LM	20,00	66,72	1 334,38	
12.227.33	227.030 SPERRETAK 300MM K-BKELKEN Sperretak 48x300mm K-bjelken, med 300mm isolasjon og forenklet undertak av folie.	M2	112,51	522,65	58 802,94	
12.227.36	232.010 TAKSTEIN OG STEINLEKTER PROTECTOR	M2	112,51	260,14	29 268,74	
12.227.40	236.610 SNØFANGER FOR TAKSTEIN	LM	28,00	321,59	9 004,54	
12.227.42	236.010 75MM TAKNEDLØP FOR ENEBOLIG	LM	15,00	197,77	2 966,49	
12.270.12	270 Fast inventar					
12.270.13	271.020 PEISOVN SHAPE 2 Inkl. gulvplate og stålpipen fra Nordpeis.	STK	1,00	26 243,16	26 243,16	
12.270.14	272.010 SIGDAL KJØKKENINNREDNING INKL. HVITEVARER Sigdal kjøkken inkl. hvitevarer. Whirlpool b-ovn. Whirlpool platetopp. Whirlpool komiskap. Whirlpool oppvaskmaskin. Whirlpool ventilator.	RS	1,00	62 398,15	62 398,15	
12.270.15	274.010 SIGDAL GARDEROBE INNREDNING 100cm skap pr sengeplass	STK	4,00	2 334,42	9 337,68	
12.270.16	272.030 SIGDAL BADEROMSINNREDNING	STK	2,00	11 678,16	23 356,33	
12.360.7	360 Ventilasjon					
12.360.8	360.010 BALANSERT VENTILASJONSANLEGG M/VARMEGJENVINNER FOR ENEBOLIG Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	42 316,00	42 316,00	
12.360.9	360.040 SENTRALSTØVSUGER Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	7 239,00	7 239,00	
Sum denne side eksl. mva.					277 959,90	
Sum fagkapittel 12 Tømrerarbeider eksl. mva.					848 766,94	
Sum akkumulert kalkyle Tek10 Masterhus Tømrer eksl. mva.					973 271,10	

17. DETALJERT KALKYLE BETONGARBEIDER TEK10-HUS

Beskrivelse

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:32 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar				Side 1 av 1
Kalkyle	TEK10 Masterhus betongarbeider				
Byggherre					
Fagkapittel	05 BETONGARBEIDER				
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum
05.221.7	221.010 GULV PÅ GRUNN 80MM	M2	75,60	557,58	42 152,69
05.221.8	221.110 RINGMUR JACKON RETT	LM	38,40	847,48	32 543,42
05.221.9	221.015 FUNDAMENT/BANKETT	LM	54,90	467,41	25 661,08
05.221.10	221.030 AVRETTINGSMASSE PÅ BETONGGULV	M2	58,20	201,78	11 743,85
05.221.11	221.115 RINGMUR JACKON UTV. HJØRNE	STK	6,00	84,90	509,40
05.221.12	221.120 RINGMUR JACKON INNV. HJØRNE	STK	2,00	186,97	373,95
05.221.13	241.010 PÅSTØP PÅ BAD CA. 50MM BETONG - 2 ETG	M2	4,70	524,67	2 465,96
Sum denne side ekskl. mva.					115 450,35
Sum fagkapittel 05 BETONGARBEIDER ekskl. mva.					115 450,35
Sum akkumulert kalkyle Tek10 Masterhus Betongarbeider ekskl. mva.					115 450,35

18. HOVEDOPPSTILLING PASSIVHUS

Hovedoppstilling

Kostnader detaljeringnivå: 2. nivå av postnummerplanen

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:22 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar							Side 1 av 1
Kalkyle	Passiv Masterhus tømmer, Passiv/Aktiv Masterhus betongarbeider							
Byggheirre								
Beskrivelse	Timeverk	Timekost	Ressurskost	UE Kost	Hjelpematriell	Selvkost	Pris	
Passiv Masterhus tømmer	1 053	381 808	840 594	0	13 481	1 235 882	1 525 762	
01 Rigg og drift	174	75 681	25 950	0	1 000	102 631	124 504	
05 BETONGARBEIDER	69	23 941	69 013	0	5 262	98 216	121 573	
221 Grunn og betong	69	23 941	69 013	0	5 262	98 216	121 573	
1.2 Tømmerarbeider	879	306 127	814 644	0	12 481	1 133 251	1 401 258	
223 Bæresystemer	6	2 230	10 159	0	167	12 556	15 583	
224 Etasjeskiller	84	29 258	35 906	0	2 313	67 477	82 883	
225 Yttervegger	408	142 143	286 272	0	3 960	432 375	533 362	
226 Innervegger	131	45 449	43 177	0	773	89 399	109 476	
227 Takkonstruksjoner	126	43 874	56 761	0	2 458	103 093	126 673	
261 Trapper, balkonger m.m.	0	0	0	0	0	0	0	
270 Fast inventar	65	22 723	229 521	0	2 010	254 254	316 681	
360 Ventilasjon	59	20 450	152 847	0	800	174 098	216 600	
Totalsum eksl. mva.	1 122	405 749	909 606	0	18 743	1 334 098	1 647 335	

19. DETALJERT KALKYLE PASSIVHUS

Beskrivelse

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar				Side 1 av 4
Kalkyle	Passiv Masterhus tømmer				
Byggherre					
Fagkapittel	01 Rigg og drift				
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum
01.11	01 RIGG OG DRIFT				
01.12	12.010 SIKKERHETSTILLELSE AV BOLIGER	RS	1,00	15 568,95	15 568,95
01.13	820.0 PROSJEKTERING KATALOGHUS	RS	1,00	13 068,95	13 068,95
01.14	830.0 DOKUMENTKOSTNADER	RS	1,00	17 528,75	17 528,75
	Kostnader forbdet med utfylling av søknader og koordinering som ansvarlig søker				
01.15	22.020 RIGG AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	22 457,82	22 457,82
01.16	32.020 DRIFT AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	40 635,94	40 635,94
01.17	32.110 TETTHETSMÅLING UTV. VINDTETTING	STK	1,00	4 279,69	4 279,69
01.18	32.120 TETTHETSMÅLING FERDIG TØMRERARBEDIER	STK	1,00	4 279,69	4 279,69
01.19	31.010 ETTÅRSBEFARING JF KONTRAKT	STK	1,00	6 684,38	6 684,38
Sum denne side ekskl. mva.					124 504,16
Sum fagkapittel 01 Rigg og drift ekskl. mva.					124 504,16
Sum akkumulert kalkyle Passiv Masterhus Tømmer ekskl. mva.					124 504,16

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 2 av 4
Kalkyle	Passiv Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Menge	Enhetspris	Sum	
12.223.1	223 Bæresystemer					
12.223.2	223.120 BJELKER AV LIMTRE	RS	1,00	7 418,83	7 418,83	
12.223.6	223.010 STOLPER AV HELTRE	RS	1,00	1 544,12	1 544,12	
12.223.7	223.020 STOLPER AV LIMTRE	RS	1,00	6 620,08	6 620,08	
12.224.4	224.210 BJELKELAG 198MM - OVER BAD 2 ETG Himling bad 2 etg.	M2	5,00	158,66	793,31	
12.224.5	224.210 NEDFORET HIMLING 148MM - BOD 1 ETG	M2	5,00	353,35	1 766,74	
12.224.8	245.030 HIMLING AV MDF PANELBORD MOT TAKSPERRE VF, Bod og 2 etg.	M2	73,00	358,20	26 148,80	
12.224.9	245.210 UTVENDIG HIMLING 19x148 DF Carport og Sportsbod	M2	3,00	390,16	1 170,49	
12.224.10	224.615 PARKETT PÅ BETONG - 1 ETG	M2	66,30	372,44	24 693,07	
12.224.11	224.610 PARKETT - 2 ETG	M2	57,00	360,19	20 530,83	
12.224.21	253.010 FLIS PÅ GULV - VF Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler. Pris innhentet på 30x30cm.	M2	5,60	727,13	4 071,90	
12.224.22	253.010 FLIS PÅ GULV - BOD Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler.	M2	5,10	727,13	3 708,34	
12.225.10	225.030 SVILLER FOR GULV PÅ GRUNN PASSIVHUS	LM	39,60	315,85	12 507,77	
12.225.11	225.250 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS H=2400 - 1 ETG	LM	39,60	3 704,29	146 689,80	
12.225.12	225.250 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS H=2400 - 2 ETG	LM	33,60	3 837,46	128 938,50	
12.225.13	225.260 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS GAVLER/ARKER A-TAKSTOL	M2	10,00	2 067,95	20 679,47	
12.225.14	225.150 YTTERVEGGHJØRNE	STK	12,00	3 607,19	43 286,28	
12.225.35	231.525 FRADRAG FOR ÅPNINGER, ISOL./STÅENDE DF. 19x148	M2	-28,91	423,18	-12 234,06	
12.225.36	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2700 2 ETG	LM	33,60	1 607,43	54 009,60	
12.225.37	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2500 - 1 ETG	LM	39,60	1 004,32	39 771,09	
12.225.38	233.530 UTVENDIG BELISTNING VINDUER STÅENDE PANEL	LM	40,00	110,67	4 426,90	
Sum denne side eksl. mva.					536 541,85	
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrerarbeider eksl. mva.					536 541,85	
Sum akkumulert kalkyle Passiv Masterhus Tømrer eksl. mva.					661 046,00	

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar				Side 3 av 4
Kalkyle	Passiv Masterhus tømrer				
Byggherre					
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider				
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum
	Sidebord for dører og vinduer				
12.225.39	236.100 BESLAG UNDER DØR	LM	3,00	41,02	123,07
12.225.41	233.520 OVERGANG LIGGENDE KLEDNING/FASADEPLATER	RS	1,00	2 432,82	2 432,82
	Vannbrett over og under vindu med beslag. Tilpass mengde!				
12.225.52	233.1013 11x13 VINDU N og S-01 Passiv 10x13 VINDU	STK	4,00	6 239,06	24 956,23
12.225.53	233. VINDU 31x19 skrål N og S-04 Passiv	STK	1,00	18 092,75	18 092,75
12.225.54	233. VINDU 19x30 Skrål N og S-03 Passiv	STK	1,00	17 384,53	17 384,53
12.225.55	233. VINDU 31x9 N og S-02 Passiv	STK	1,00	12 000,70	12 000,70
12.225.56	233.0506 5x9 VINDU V-01 Passiv	STK	3,00	2 924,69	8 774,06
12.225.57	233.0518 5x19 VINDU V-03 Passiv	STK	2,00	4 304,71	8 609,41
12.225.58	233.0512 5x13 VINDU V-02 Passiv	STK	1,00	2 912,90	2 912,90
12.226.25	226.020 BÆREVEGG 48x98 H=2400 - 1 ETG BÆREVEGG 48x98 H=2400	LM	8,20	1 812,58	14 863,18
12.226.27	225.140 BÆREVEGG 148 + 48 H=2400 - 1 ETG	LM	4,50	1 721,90	7 748,53
12.226.28	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG	LM	2,30	1 969,35	4 529,51
12.226.29	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG Mellom bad/sov 13,1m2 1 etg	LM	2,30	2 000,60	4 601,39
12.226.31	243.030 LETTVEGG 36x98 - 1 ETG	M2	6,50	1 268,00	8 242,03
12.226.32	243.065 LETTVEGG 48x98 H=4300 - 2 ETG	LM	2,50	3 220,61	8 051,52
12.226.33	243.070 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	806,59	6 452,72
12.226.34	243.030 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	1 010,09	8 080,73
12.226.35	243.207 KRYSSFINER PÅ INNV. VEGG MOT BAD 2 ETG 12mm kryssfiner med not og fjær 2 sider, Monteres utpå vegg inn mot bad 2 etg. Stue og kjøkken. Dette pga. vindavstivning bolig.	STK	14,00	790,90	11 072,57
12.226.36	243.272 BADEROMSPANEL	LM	17,20	1 456,61	25 053,70
12.226.38	244.030 INNERDØR 9x21 - ANSLAGSTERSKEL INV. BOD Swedoor har ikke innendørsvidere ennå.	STK	1,00	3 622,35	3 622,35
12.226.39	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148+48 VEGG	LM	5,10	25,70	131,09
Sum denne side ekskl. mva.					197 735,80
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrerarbeider ekskl. mva.					734 277,64
Sum akkumulert kalkyle Passiv Masterhus Tømrer ekskl. mva.					858 781,80

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:30 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 4 av 4
Kalkyle	Passiv Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
12.226.40	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148 VEGG	LM	10,20	12,06	123,01	
12.226.41	244.620 INSPEKSJONSDØR I VEGG KJØKKEN 55X110CM HVIT Må kontrollere om det går med denne høyden på kottdøren.	STK	1,00	1 952,83	1 952,83	
12.226.43	243.200 HJØRNELIST INNV. HJØRNE - MALT	STK	36,00	100,46	3 616,65	
12.226.45	243.203 BRANNMURLIST - MALT	LM	20,00	66,72	1 334,38	
12.227.33	227.030 SPERRETAK 300MM I-profil Sperretak 48x300mm K-bjelken, med 300mm isolasjon og forenklet undertak av folie.	M2	112,51	759,34	85 432,79	
12.227.36	232.010 TAKSTEIN OG STEINLEKTER PROTECTOR	M2	112,51	260,14	29 268,74	
12.227.40	236.610 SNØFANGER FOR TAKSTEIN	LM	28,00	321,59	9 004,54	
12.227.42	236.010 75MM TAKNEDLØP FOR ENEBOLIG	LM	15,00	197,77	2 966,49	
12.270.12	270 Fast inventar					
12.270.14	272.010 SIGDAL KJØKKENINNREDNING INKL. HVITEVARER Sigdal kjlken inkl. hvitevarer. Whirlpool bi-ovn. Whirlpool platetopp. Whirlpool komiskap. Whirlpool oppvaskmaskin. Whirlpool ventilator.	RS	1,00	62 398,15	62 398,15	
12.270.15	274.010 SIGDAL GARDEROBE INNREDNING 100cm skap pr sengeplass	STK	4,00	2 334,42	9 337,68	
12.270.16	272.030 SIGDAL BADEROMSINNREDNING	STK	2,00	11 678,16	23 356,33	
12.270.17	Vannbårent oppvarmingsanlegg		1,00	167 044,53	167 044,53	
12.270.18	Solfanger 8m2	RS	1,00	54 544,53	54 544,53	
12.360.7	360 Ventilasjon					
12.360.8	360.010 BALANSERT VENTILASJONSANLEGG M/VARMEGJENVINNER FOR ENEBOLIG Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	42 316,00	42 316,00	
12.360.9	360.040 SENTRALSTØVSUGER Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	7 239,00	7 239,00	
12.360.10	STYRINGSSYSTEM SOLAVSKJERMING		1,00	167 044,53	167 044,53	
Sum denne side eksl. mva.					666 980,18	
Sum fagkapittel 12 Tømrerarbeider eksl. mva.					1 401 257,83	
Sum akkumulert kalkyle Passiv Masterhus Tømrer eksl. mva.					1 525 761,98	

20. HOVEDOPPSTILLING AKTIVHUS

Hovedoppstilling**Kostnader detaljeringsnivå: 2. nivå av postnummerplanen**

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:20 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar							Side 1 av 1
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømmer, Passiv/Aktiv Masterhus betongarbeider							
Byggherre								
Beskrivelse	Timeverk	Timekost	Ressurskost	UE Kost	Hjelpemateriell	Selvkost	Pris	
Aktiv Masterhus tømmer	1 106	400 201	954 206	0	18 124	1 372 531	1 695 654	
01 Rigg og drift	174	75 681	25 950	0	1 000	102 631	124 504	
05 BETONGARBEIDER	69	23 941	69 013	0	5 262	98 216	121 573	
221 Grunn og betong	69	23 941	69 013	0	5 262	98 216	121 573	
12 Tømmerarbeider	932	324 521	928 256	0	17 124	1 269 901	1 571 150	
223 Bæresystemer	6	2 230	10 159	0	167	12 556	15 583	
224 Etasjeskiller	84	29 258	35 906	0	2 313	67 477	82 883	
225 Yttervegger	416	144 936	312 125	0	3 945	461 006	569 011	
226 Innervegger	131	45 449	43 177	0	773	89 399	109 476	
227 Takkonstruksjoner	142	49 376	68 950	0	4 116	122 442	150 583	
261 Trapper, balkonger m.m.	0	0	0	0	0	0	0	
270 Fast inventar	94	32 822	305 092	0	5 010	342 924	427 013	
360 Ventilasjon	59	20 450	152 847	0	800	174 098	216 600	
Totalsum ekskl. mva.	1 175	424 142	1 023 218	0	23 387	1 470 747	1 817 227	

21. DETALJERT KALKYLE AKTIVHUS

Beskrivelse

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:28 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 1 av 5
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømrer					
Byggherre						
Fagkapittel	01 Rigg og drift					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
01.11	01 RIGG OG DRIFT					
01.12	12.010 SIKKERHETSTILLELSE AV BOLIGER	RS	1,00	15 568,95	15 568,95	
01.13	820.0 PROSJEKTERING KATALOGHUS	RS	1,00	13 068,95	13 068,95	
01.14	830.0 DOKUMENTKOSTNADER	RS	1,00	17 528,75	17 528,75	
	Kostnader forbdet med utfylling av søknader og koordinering som ansvarlig søker					
01.15	22.020 RIGG AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	22 457,82	22 457,82	
01.16	32.020 DRIFT AV BYGGEPLASS, MELLOMSTORE BOLIGER	RS	1,00	40 635,94	40 635,94	
01.17	32.110 TETTHETSMÅLING UTV. VINDTETTING	STK	1,00	4 279,69	4 279,69	
01.18	32.120 TETTHETSMÅLING FERDIG TØMRERARBEDIER	STK	1,00	4 279,69	4 279,69	
01.19	31.010 ETTÅRSBEFARING JF KONTRAKT	STK	1,00	6 684,38	6 684,38	
Sum denne side eksl. mva.					124 504,16	
Sum fagkapittel 01 Rigg og drift eksl. mva.					124 504,16	
Sum akkumulert kalkyle Aktiv Masterhus Tømrer eksl. mva.					124 504,16	

Prosjekt	13-100 Master Vidar				Side 2 av 5
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømmer				
Byggherre					
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider				
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum
12.223.1	223 Bæresystemer				
12.223.2	223.120 BJELKER AV LIMTRE	RS	1,00	7 418,83	7 418,83
12.223.6	223.010 STOLPER AV HELTRE	RS	1,00	1 544,12	1 544,12
12.223.7	223.020 STOLPER AV LIMTRE	RS	1,00	6 620,08	6 620,08
12.224.4	224.210 BJELKELAG 198MM - OVER BAD 2 ETG Himling bad 2 etg.	M2	5,00	158,66	793,31
12.224.5	224.210 NEDFORET HIMLING 148MM - BOD 1 ETG	M2	5,00	353,35	1 766,74
12.224.8	245.030 HIMLING AV MDF PANELBORD MOT TAKSPERRE VF, Bod og 2 etg.	M2	73,00	358,20	26 148,80
12.224.9	245.210 UTVENDIG HIMLING 19x148 DF Carport og Sportsbod	M2	3,00	390,16	1 170,49
12.224.10	224.615 PARKETT PÅ BETONG - 1 ETG	M2	66,30	372,44	24 693,07
12.224.11	224.610 PARKETT - 2 ETG	M2	57,00	360,19	20 530,83
12.224.21	253.010 FLIS PÅ GULV - VF Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler. Pris innhentet på 30x30cm.	M2	5,60	727,13	4 071,90
12.224.22	253.010 FLIS PÅ GULV - BOD Det er medtatt kostnader for nødvendig festemidler.	M2	5,10	727,13	3 708,34
12.225.10	225.030 SVILLER FOR GULV PÅ GRUNN PASSIVHUS	LM	39,60	315,85	12 507,77
12.225.11	225.250 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS H=2400 - 1 ETG	LM	39,60	3 704,29	146 689,80
12.225.12	225.250 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS H=2400 - 2 ETG	LM	33,60	3 837,46	128 938,50
12.225.13	225.260 YTTERVEGG 300 + 75MM BINDINGSVERK PASSIVHUS GAVLER/ARKER A-TAKSTOL	M2	10,00	2 067,95	20 679,47
12.225.14	225.150 YTTERVEGGHJØRNE	STK	12,00	3 607,19	43 286,28
12.225.35	231.525 FRADRAG FOR ÅPNINGER, ISOL./STÅENDE DF. 19x148	M2	-42,12	423,18	-17 824,24
12.225.36	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2700 2 ETG	LM	33,60	1 607,43	54 009,60
12.225.37	231.290 STÅENDE DOBBELTFALSPANEL 19x148 H=2500 - 1 ETG	LM	39,60	1 004,32	39 771,09
12.225.38	233.530 UTVENDIG BELISTNING VINDUER STÅENDE PANEL	LM	40,00	110,67	4 426,90
Sum denne side ekskl. mva.					530 951,67
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrerarbeider ekskl. mva.					530 951,67
Sum akkumulert kalkyle Aktiv Masterhus Tømmer ekskl. mva.					655 455,83

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:28 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 3 av 5
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømrrer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
	Sidebord for dører og vinduer					
12.225.39	236.100 BESLAG UNDER DØR	LM	3,00	41,02	123,07	
12.225.41	233.520 OVERGANG LIGGENDE KLEDNING/FASADEPLATER	RS	1,00	2 432,82	2 432,82	
	Vannbrett over og under vindu med beslag. Tilpass mengde!					
12.225.44	233.1013 11x13 VINDU N og S-01 Passiv 10x13 VINDU	STK	3,00	6 239,06	18 717,17	
12.225.45	233. VINDU 31x19 skrå N og S-04 Passiv	STK	2,00	18 092,75	36 185,51	
12.225.46	233. VINDU 19x30 Skrå N og S-03 Passiv	STK	2,00	17 384,53	34 769,06	
12.225.47	233. VINDU 31x9 N og S-02 Passiv	STK	2,00	12 000,70	24 001,41	
12.225.48	233.0506 5x9 VINDU V-01 Passiv	STK	3,00	2 924,69	8 774,06	
12.225.49	233.0518 5x19 VINDU V-03 Passiv	STK	2,00	4 304,71	8 609,41	
12.225.50	233.0512 5x13 VINDU V-02 Passiv	STK	1,00	2 912,90	2 912,90	
12.226.25	226.020 BÆREVEGG 48x98 H=2400 - 1 ETG BÆREVEGG 48x98 H=2400	LM	8,20	1 812,58	14 863,18	
12.226.27	225.140 BÆREVEGG 148 + 48 H=2400 - 1 ETG	LM	4,50	1 721,90	7 748,53	
12.226.28	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG	LM	2,30	1 969,35	4 529,51	
12.226.29	243.080 LETTVEGG 36x198 H=2400 - 1 ETG Mellom bad/sov 13,1m2 1 etg	LM	2,30	2 000,60	4 601,39	
12.226.31	243.030 LETTVEGG 36x98 - 1 ETG	M2	6,50	1 268,00	8 242,03	
12.226.32	243.065 LETTVEGG 48x98 H=4300 - 2 ETG	LM	2,50	3 220,61	8 051,52	
12.226.33	243.070 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	806,59	6 452,72	
12.226.34	243.030 LETTVEGG 36x198 - 2 ETG	M2	8,00	1 010,09	8 080,73	
12.226.35	243.207 KRYSSFINER PÅ INNV. VEGG MOT BAD 2 ETG 12mm kryssfiner med not og fjær 2 sider, Monteres utpå vegg inn mot bad 2 etg. Stue og kjøkken. Dette pga. vindavstivning bolig.	STK	14,00	790,90	11 072,57	
12.226.36	243.272 BADEROMSPANEL	LM	17,20	1 456,61	25 053,70	
12.226.38	244.030 INNERDØR 9x21 - ANSLAGSTERSKEL INV. BOD Swedoor har ikke innendørsvidere ennå.	STK	1,00	3 622,35	3 622,35	
12.226.39	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148+48 VEGG	LM	5,10	25,70	131,09	
Sum denne side eksl. mva.					238 974,73	
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrrerarbeider eksl. mva.					769 926,40	
Sum akkumulert kalkyle Aktiv Masterhus Tømrrer eksl. mva.					894 430,56	

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:28 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 4 av 5
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømmer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
12.226.40	244.510 TILLEGG INNERDØR I 148 VEGG	LM	10,20	12,06	123,01	
12.226.41	244.620 INSPEKSJONSDØR I VEGG KJØKKEN 55X110CM HVIT Må kontrollere om det går med denne høyden på kottdøren.	STK	1,00	1 952,83	1 952,83	
12.226.43	243.200 HJØRNELIST INNV. HJØRNE - MALT	STK	36,00	100,46	3 616,65	
12.226.45	243.203 BRANNMURLIST - MALT	LM	20,00	66,72	1 334,38	
12.227.33	227.030 SPERRETAK 300MM I-profil Sperretak 48x300mm K-bjelken, med 300mm isolasjon og forenklet undertak av folie.	M2	105,20	759,34	79 882,05	
12.227.36	232.010 TAKSTEIN OG STEINLEKTER PROTECTOR	M2	105,20	260,14	27 367,09	
12.227.40	236.610 SNØFANGER FOR TAKSTEIN	LM	28,00	321,59	9 004,54	
12.227.42	236.010 75MM TAKNEDLØP FOR ENEBOLIG	LM	15,00	197,77	2 966,49	
12.227.43	234.020 TAKVINDU VELUX 78x118	STK	3,00	10 454,39	31 363,17	
12.270.12	270 Fast inventar					
12.270.14	272.010 SIGDAL KJØKKENINNREDNING INKL. HVITEVARER Sigdal kjøkken inkl. hvitevarer. Whirlpool bi-ovn. Whirlpool platetopp. Whirlpool komiskap. Whirlpool oppvaskmaskin. Whirlpool ventilator.	RS	1,00	62 398,15	62 398,15	
12.270.15	274.010 SIGDAL GARDEROBE INNREDNING 100cm skap pr sengeplass	STK	4,00	2 334,42	9 337,68	
12.270.16	272.030 SIGDAL BADEROMSINNREDNING	STK	2,00	11 678,16	23 356,33	
12.270.17	271.020 PEISOVN SHAPE 2 Inkl. gulvplate og stålppe fra Nordpeis.	STK	1,00	26 243,16	26 243,16	
12.270.18	Vannbårent oppvarmingsanlegg		1,00	167 044,53	167 044,53	
12.270.19	Solfanger 8m2	RS	1,00	54 544,53	54 544,53	
12.270.20	Solcelleanlegg	RS	1,00	84 089,06	84 089,06	
12.360.7	360 Ventilasjon					
12.360.8	360.010 BALANSERT VENTILASJONSANLEGG M/VARMEGJENVINNER FOR ENEBOLIG Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	42 316,00	42 316,00	
Sum denne side ekskl. mva.					626 939,66	
Sum akkumulert fagkapittel 12 Tømrerarbeider ekskl. mva.					1 396 866,06	
Sum akkumulert kalkyle Aktiv Masterhus Tømmer ekskl. mva.					1 521 370,22	

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:28 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 5 av 5
Kalkyle	Aktiv Masterhus tømrer					
Byggherre						
Fagkapittel	12 Tømrerarbeider					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
12.360.9	360.040 SENTRALSTØVSUGER Flexit Tilbud 11033536	STK	1,00	7 239,00	7 239,00	
12.360.11	STYRINGSSYSTEM SOLAVSKJERMING		1,00	167 044,53	167 044,53	
Sum denne side eksl. mva.					174 283,53	
Sum fagkapittel 12 Tømrerarbeider eksl. mva.					1 571 149,60	
Sum akkumulert kalkyle Aktiv Masterhus Tømrer eksl. mva.					1 695 653,75	

22. DETALJERT KALKYLE BETONGARBEIDER PASSIV- OG AKTIVHUS

Beskrivelse

Norgeshus AS

Skrevet ut 28.05.2013 klokken 13:31 av Snorre Bjørkum

Prosjekt	13-100 Master Vidar					Side 1 av 1
Kalkyle	Passiv/Aktiv Masterhus betongarbeider					
Byggherre						
Fagkapittel	05 BETONGARBEIDER					
Post	Beskrivelse	Enh.	Mengde	Enhetspris	Sum	
05.221.7	221.010 GULV PÅ GRUNN 80MM	M2	75,60	638,56	48 275,24	
05.221.8	221.110 RINGMUR JACKON RETT	LM	38,40	847,48	32 543,42	
05.221.9	221.015 FUNDAMENT/BANKETT	LM	54,90	467,41	25 661,08	
05.221.10	221.030 AVRETTINGSMASSE PÅ BETONGGULV	M2	58,20	201,78	11 743,85	
05.221.11	221.115 RINGMUR JACKON UTV. HJØRNE	STK	6,00	84,90	509,40	
05.221.12	221.120 RINGMUR JACKON INNV. HJØRNE	STK	2,00	186,97	373,95	
05.221.13	241.010 PÅSTØP PÅ BAD CA. 50MM BETONG - 2 ETG	M2	4,70	524,67	2 465,96	
Sum denne side eksl. mva.					121 572,89	
Sum fagkapittel 05 BETONGARBEIDER eksl. mva.					121 572,89	
Sum akkumulert kalkyle Passiv/aktiv Masterhus Betongarbeider eksl. mva.					121 572,89	

