

Siril Betten

# Hva er avgjørende for at et eksisterende bygg kan transformeres til et Powerhouse?

Trondheim 07.07.2018

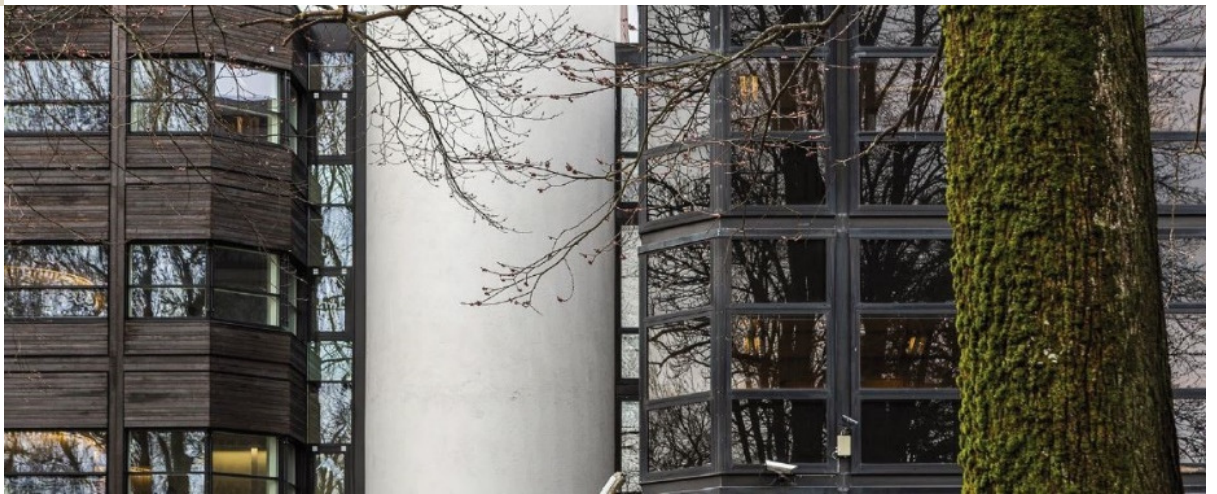


Foto: Overgangen mellom ny og original fasade Powerhouse Kjørbo. Kilde: Futurebuildt





NORGES TEKNISK-  
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR BYGGEKUNST, PROSJEKTERING OG FORVALTNING

Oppgavens tittel: Hva er avgjørende for at eksisterende bygg kan transformeres til et Powerhouse?	Dato: 07.07.2018		
	Antall sider (inkl. bilag): 99 sider		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. Siril Betten			
Ekstern faglig veileder: Bente Haukland Næss			
Faglærer: Geir K. Hansen			

Ekstrakt: Målet med denne masteroppgaven var å kunne bidra til at flere eksisterende bygg kan transformeres til et Powerhouse. Ved å undersøke Powerhouse Kjørbo, og intervju prosjekteringsgruppen så ønsket jeg å avdekke hvordan vi kan bruke denne kunnskapen videre. Undersøkelsene foregår ved litteraturstudie, et casestudie og intervju. Tre forskningsspørsmål er stilt:

- Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse?

Resultatet viser at Kjørbo hadde noen egenskaper som var en fordel, men også noen som betydde ekstra utfordringer for prosjekteringsteamet. Prosjektorganisasjonen består av et tett samarbeid mellom entreprenør, eier med driftspersonell og ulike rådgivere. I hver blokk så har det vært ulike utfordringer for prosjektet, men samhandlingen sammen med definisjonen om hva et Powerhouse er, fremheves som de viktigste suksesskriteriene bak et Powerhouse. Powerhouse konseptet er et rammeverk og grunnlaget for en symbiose som gir et positivt klimaregnskap. For å oppnå pluss i regnskapet så er en avhengig av at alle involverte samarbeider målrettet om å nå energimålet.

- Konsekvenser for eier, sluttbruker og prosjekterende på grunn av Powerhouse konseptet?

Som følge av et Powerhouse konsept så er dette et litt annerledes kontorbygg å drifte, å være i og prosjektere. Det produserer mer strøm enn det bruker, og alle valg som blir tatt er i tråd med Powerhouse konseptet. Markedet har vist en stor interesse for prosjektet, og prosjektet fungerer som opplæringsprosjekter for andre miljøbygg.

- Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?

Blokk 4 og 5 var et innovasjonsprosjekt, og en samhandlingsentreprise hvor både eier, entreprenør og rådgivere delte på risikoen. Blokk 1, 2 og 3 hadde en målsetning om et kommersielt prosjekt, hvor samhandlingen ble lagt til forprosjektet, og resten var totalentreprise. Breeam sertifiseringen ble endret fra Outstanding (blokk 4 og 5) til Excellent på de tre siste blokkene. Det var ny leietaker, og deler av rådgivergruppen var skiftet ut som følge av det. Planløsningen, belysningen og de akustiske tiltak ble endret etter ønske om standardisering og optimalisering av løsninger fra eier, men også etter leietakers ønsker om flere støtterom til det åpne landskapet.

Stikkord:

1. Powerhouse
2. Kjørbo
3. Suksesskriterier
4. Konsekvenser

(Sign.)



## Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2018 ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, institutt for arkitektur og planlegging. Masteroppgaven har utgjort 30 av totalt 90 studiepoeng ved masterstudiet Eiendomsutvikling og forvaltning. Masterstudiet har vært utført ved siden av fulltid som interiørarkitekt for Norconsult. Tusen takk til min ledelse som har støttet, og gitt meg arbeidsrom til å gripe denne muligheten.

Som interiørarkitekt i Norconsult fikk jeg muligheten til å være med som prosjekterende på Powerhouse Kjørbo. Norconsult skulle leie blokk 1 og etter hvert 2, så jeg var med som en av flere rådgiver fra Norconsult i planleggingen. Gjennom denne erfaringen så fikk jeg se hvordan et Powerhouse skilte seg ut fra andre kontorbygg jeg har jobbet med. Det var inspirerende å være med på at Powerhouse ble realisert. Temaet for min masteroppgave ble valgt på grunn av fasinasjonen over miljøbygg. Det føles meningsfylt, at et bygg skal ha flere roller i et samfunn, og ikke bare være et tak over hodet, men gi noe tilbake. Formålet med denne masteroppgaven har vært å se på hva som er avgjørende for at et eksisterende bygg kan transformeres til et Powerhouse. Hva skal til for at vi kan få flere miljøbygg? Ved å studere egenskapene og suksesskriteriene til Powerhouse Kjørbo så håper jeg at det vil inspirere flere til å velge miljøbygg når de skal pusse opp et eksisterende bygg.

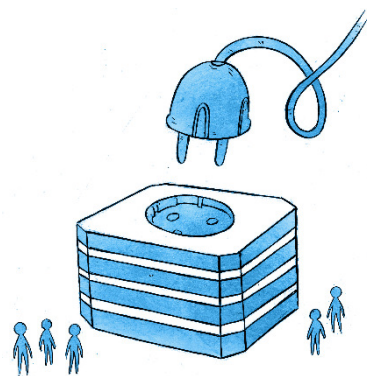
Jeg vil rette en ekstra stor takk til min kjære mann, Kristian Rathe som har tatt et ekstra stort ansvar for våre to døtre i denne perioden som skriveingen har pågått. Uten deg så ville denne oppgaven aldri blitt noe av. Tusen takk til alle i min omgangskrets, både familie og kollegaer for forståelse og avlastning. Dere har vist meg at maskineriet går rundt uten meg, og det har hjulpet på samvittigheten når studiedagene har blitt lange. Takk til min faglig dyktige, og alltid positive veileder, Bente Haukland Næss for gode innspill og nyttige tips underveis. Takk til Geir Hansen for gode strukturelle råd. Tusen takk til Elin Merete Rosøk, som for meg er symbolet på NTNU, du har motivert meg hele veien.



## Sammendrag

Målet med denne masteroppgaven var å avdekke de viktigste egenskapene som må til for å etablere et Powerhouse i en eksisterende bygning. Norge har satt seg klimamål, regjeringen kom opp med Klimaforliket i Stortinget, hvor en av målsetningene var at Norge skal være karbonnøytral innen 2050 (Miljøverndepartement, 2007). Byggebransjen må også bidra til for at vi skal klare å nå dette. Et viktig bidrag er hvordan vi kan nyttiggjøre oss all den eksisterende bygningmassen vi har, og hvordan den kan optimaliseres. Inspirert av dette, så har jeg studert Powerhouse Kjørbo, og intervjuet prosjekteringsgruppen. Powerhouse Kjørbo er det eneste Powerhouse som er etablert i en eksisterende bygning. Hvilke egenskaper og suksesskriterier som ligger bak er undersøkt. Illustrasjonen under viser hvorfor et Powerhouse, enkelt fremstilt, bidrar til at vi kan nå våre klimamål ( ). Definisjonen på et Powerhouse er:

*«Energiproduserende bygg, kalt plusshus, som i løpet av 60 år vil generere mer fornybar energi enn den totale mengden energi som kreves for å drifte, produsere materialer, bygge og avhende bygget.» (Powerhouse, 2018b).*



Figur 1. Illustrasjon av Powerhouse Kjørbo laget av Theresa Grossalber

Hvilke konsekvenser Powerhouse har hatt for eieren, sluttbrukeren og de prosjekterende har vært undersøkt. Powerhouse Kjørbo består av fem blokker som har blitt ombygd til Powerhouse. Blokk 4 og 5 var første byggetrinn, mens blokk 1,2 og 3 neste byggetrinn. Etter at første byggetrinn var ferdigstilt så ønsket eieren at prosjektet skulle bygges på kommersielle vilkår.

Etter første byggetrinn (blokk 4 og 5) på Kjørbo så kom eieren, Entra AS med en ny bestilling; Å bygge et Powerhouse på et kommersielt grunnlag. Blokk 3 ble pusset opp uten at en leietaker var definert. Før blokk 3 var ferdigstilt så satte de i gang med blokk 1. Entra AS



skulle leie den ut til Norconsult, som skulle ha brukermedvirkning. Entra ønsket en løsning fra blokk 3 ble videreført. Denne planløsning var rimeligere å bygge en blokk 4 og 5 og alle de organiske formene var blitt byttet ut med rektangulære former. Når blokk 1 hadde oppstartsmøte så var beskjeden at det beste fra første byggetrinn skulle videreføres, men konseptet skulle optimaliseres og utvikles videre til et kontorbygg som kunne leies ut på det kommersielle markedet. Hva som ble endret er oppsummert i kapittel 4. Endringene er initiert av ønsker fra leietaker, bygningsmessige detaljer og prosjektorganisasjonen. Fra første byggetrinn så var belysning og akustikk to tema som måtte forbedres. Dette kan ha vært årsaken til at de valgte å nedjustere kravet om Breeam sertifisering fra Outstanding til Excellent. Belysningen måtte bruke mindre strøm. Siden markedet tilbyr bedre LED armaturer i dag, enn da første byggetrinn ble realisert, så var dette enkelt å oppnå for de prosjekterende. Siden LED armaturer ikke avgir varme som lysstoffrør så bidro dette sterkt til at behovet for kjøling også ble redusert. For å oppnå tilfredsstillende akustisk miljø så måtte en større andel av den termiske massen i himling dekkes til. Himlingskonseptet ble da endret fra lydbafler til flåter, som dekker mer og absorberer lyden bedre.

Resultatet av studien viser hvilken fleksibilitet som ligger i Powerhouse konseptet, og at selv med nye, og mer standardiserte løsninger så klarte de å innfri miljøkravene. Det ligger en god del fordeler i Kjørbo, som gjorde dette mulig, blant annet gode dagslysforhold og god takhøyde i eksisterende betongkonstruksjon som kunne gjenbrukes, men det var også noen ulemper som de fant løsninger for. Suksesskriteriene bak et Powerhouse er i stor grad teamet, som består eier, leietaker, rådgivere og entreprenør, de har jobbet sammen om et felles mål. Målet er definert, og er definisjonen til Powerhouse. Powerhouse er et rammeverk, som motiverer, og driver frem nye miljøvennlige løsninger i byggebransjen, og det måles. Når et Powerhouse måles så stilles det ikke bare krav til prosjekteringen, men også til drift av bygget. Ved å se på driftsfasen som en del av prosjekteringen så øker forståelsen for hvilken effekt arkitekturen har på samfunnet. At et Powerhouse må levere tall i driftsfasen er med å skape de varige kvalitetene som kommer som følge av Powerhouse konseptet. Dette er etter min mening den sterkeste kvaliteten i Powerhouse konseptet, det holder ikke å bare ville «grønnvaske» et bygg for salg, bygget må levere som kalkulert, og det forplikter alle

involverte. Det holder ikke å bare lage en illusjon om et miljøvennlig bygg for markedsføring av bygget.

Powerhouse konseptet vil utvikle seg i takt med at stadig nye konstellasjoner samarbeider om nye prosjekter. På spørsmål om hvordan Powerhouse vil utvikle seg videre i fremtiden så mener de prosjekterende på Kjørbo at det vil påvirkes blant annet av ny teknologi og at overskuddstrømmen kan deles med omliggende struktur eller lagres i større grad. Redusering av Co2 i alle aspekter, som fører til økt grad av gjenbruk, økt bruk av tre og flere passive tiltak er nevnt. Behovet for ombygging vil reduseres om fleksibiliteten i kontorlandskapet utvikles videre.



## Innholdsfortegnelse

Figurliste .....	XIV
1. Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn .....	2
1.2 Formål og problemstilling .....	4
1.3 Avgrensninger .....	6
1.4 Rapportens oppbygging .....	6
Kapittel 1 Innledning .....	7
Kapittel 2 Teori .....	7
Kapittel 3 Metode .....	7
Kapittel 4 Forventede resultater .....	7
Kapittel 5 Drøfting .....	8
Kapittel 6 Konklusjon .....	8
1.5 Begrepsavklaringer .....	8
1.5.1 Passivhus .....	9
1.5.2 Plusshus .....	9
1.5.3 Powerhouse .....	9
1.5.4 Bærekraftig utvikling .....	9
1.5.5 Breeam, Breeam-Nor .....	10
1.5.6 Bunden energi .....	10
2. Teori .....	12
2.1 Teorisøk og litteraturstudie .....	12
2.2.1 Brukskvalitet: .....	14

2.2.3 Bærekraftig ombygging .....	15
2.2.4 Bærekraftig utvikling .....	17
2.3 Powerhouse .....	17
2.3.1 Powerhouse Kjørbo.....	20
2.3.1 Passivhus.....	20
2.3.2 Breeam-Nor.....	21
2.3.3 Enova sin støtteordning i eksisterende bygninger. ....	22
2.3.4 Konsekvenser for byggherre .....	23
3. Metode .....	24
3.1 Litteraturstudie .....	24
3.2 Valg av metode .....	25
3.3 Casestudiet .....	26
3.4 Intervju .....	26
3.4.1 Metode for valg av informanter .....	27
3.4.2 Gjennomføring av intervju.....	28
3.4.3 Styrker og svakheter?.....	28
3.4.4 Etikk.....	29
4. Resultat .....	30
4.1 Casestudiet .....	30
4.1.1 Fakta om Powerhouse Kjørbo.....	30
4.1.2 Endringer i planløsningen på Powerhouse Kjørbo .....	32
4.1.3 Energikonseptet.....	33
Powerhouse Kjørbo reduserer energibehovet ved å ha et effektivt ventilasjonssystem. .	34
Solceller .....	34
Termisk masse .....	35
Lokal energiproduksjon. ....	35

4.1.4 Miljøprofil.....	36
Gjenbruk av bygningsmaterialer.....	36
4.2 Resultat fra intervju.....	37
4.2.1 Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse? .....	37
Suksesskriterier for å gjennomføre en slik ombygging .....	38
Powerhouse konseptet:.....	38
Bygningskroppen: .....	39
Eier: .....	39
Prosjekteringsgruppen: .....	40
Sluttbrukeren:.....	41
Drift:.....	41
BREEAM-NOR: .....	41
4.2.2 Konsekvenser for eier, sluttbruker og prosjekterende av Powerhouse konseptet?.	43
Hvilke konsekvenser Powerhouse har for sluttbruker på Kjørbo .....	46
Hvilke konsekvenser har Powerhouse Kjørbo hatt for eieren?.....	48
Konsekvenser Powerhouse Kjørbo har hatt for de prosjekterende.....	49
4.2.3 Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?.....	50
Bygningsmessige endringer .....	50
Planløsningen.....	51
Akustikk.....	52
Tekniske anlegget .....	53
Endringer etter ønske fra eier.....	57
Endringer på grunn av bransjens utvikling .....	58
Prosjekteringen .....	58
4.2.3 Veien videre? .....	59

Utvikling av nye Powerhouse prosjekt: .....	59
Powerhouse effekten .....	63
5. Diskusjon .....	64
5.1 Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse? .....	64
5.1.1 Identifisering av Kjørbo sine viktigste egenskaper for å kunne bli et Powerhouse? .....	64
5.1.2 Suksesskriterier for å gjennomføre en slik ombygging .....	67
5.2 Konsekvenser av Powerhouse konseptet for eier, sluttbruker og prosjekterende? .....	69
5.2.1 Konsekvenser for eier .....	69
5.2.2 Konsekvenser for sluttbrukeren? .....	70
5.2.4 Konsekvenser for prosjekteringsgruppen? .....	72
5.3 Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo? .....	73
5.3.1 Hvilke nødvendige forbedringer er gjort fra første ombygging til den siste i 2018? .....	73
5.3.2 Veien videre? .....	77
5.4 Evaluering av metoden .....	80
6. Konklusjon og anbefalinger .....	82
6.1 Oppsummering på hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse? .....	83
6.1.1 Suksesskriterier .....	84
6.1.2 Kjørbo sine egenskaper for å oppnå BREEAM sertifiseringen .....	86
6.1.3 Kjørbo `s nøkkelegenskaper og suksesskriterier .....	87
6.2 Oppsummering på hvilke konsekvenser og muligheter Powerhouse gir eier, sluttbruker og prosjekterende på grunn av Powerhouse konseptet? .....	88
6.2.1. Konsekvenser for eier .....	88
6.2.2 Konsekvenser for sluttbruker .....	89

6.2.3 Konsekvenser for de prosjekterende .....	91
6.3 Konklusjon på hva som ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?..	92
6.3.1 Bakgrunn for endringene fra første byggetrinn til siste.....	93
6.3.2 Veien videre? .....	94
6.4 Krever ytterligere undersøkelser.....	95
6.5 Forslag til videre forskning.....	95
7. Referanser .....	96

## Figurliste

Figur 1. Illustrasjon av Powerhouse Kjørbo laget av Theresa Grossalber.....	VI
Figur 2. Ulike bygningstyper. Kilde: Sintef, Inger Andresen.....	8
Figur 3.Ordsky med søkeord brukt i litteraturstudien.....	12
Figur 4.Generalitet, fleksibilitet og elastitet i bygninger. ....	14
Figur 5. Målsetningen med bærekraftig ombygging er å lukke gapet mellom eksisterende tilstand og ny tilstand. Kilde: Professor Svein Bjørberg.....	15
Figur 6.Upgrade veileder-ambisiøs oppgradering av yrkesbygninger. Kilde: <a href="http://upgradebuildings.no/wp-content/uploads/2014/11/UPGRADE-veileder.pdf">http://upgradebuildings.no/wp-content/uploads/2014/11/UPGRADE-veileder.pdf</a> .....	16
Figur 7. En bygnings livssyklus-utvikling over tid og sentrale begreper/aktiviteter i de ulike fasene over levetiden. Kilde: Multiconsult og Byggemiljø. ....	17
Figur 8. De ni kategoriene som inngår i klassifiseringen. ....	21
Figur 9. Fag-og prosjekttilhørigheten til intervjuobjektene.....	27
Figur 10. Orginal planløsning tegnet av arkitekten F.S. Platou AS.....	31
Figur 11. Sammenstilling av ulike planer, plan 2, Powerhouse Kjørbo. Planer hentet fra Arkitektnytt.no og Projectplace.no (her sammenstilt og gjengitt med tillatelse fra Entra). ....	32
Figur 12. Powerhouse Kjørbo. Kilde: Snøhetta.....	33
Figur 13. BREEAM sertifisering blokk 1-5 Powerhouse Kjørbo.....	36
Figur 14. Svar på spørsmål 13. Hvem har Powerhouse Kjørbo vært mest suksesss for?.....	43
Figur 15. Orginal planløsning kjeller, Norconsults Hus, Kjørbo.....	67



Figur 16. Akustiske veggpaneler, luftdon og radiator i blokk 1. Foto:Siril Betten .....	76
Figur 17.Sammenstilling av nye Powerhouse prosjekter. Bilder hentet fra Snøhetta.no og Powerhouse.no .....	79
Figur 18. Powerhouse Kjørbo sine nøkkelegenskaper sett i ettertid av de prosjekterende.....	83
Figur 19.Suksesskriterier som bidro til at Kjørbo ble til et Powerhouse.....	84
Figur 20. Suksesskriter i prosjekteringen av Powerhouse Kjørbo. ....	85
Figur 21. Suksesskriterier for at prosjekteringsgruppen skal klare å prosjektere et Powerhouse. ....	86
Figur 22. Suksesskriterier for ombygging av et eksisterende bygg til et Powerhouse. ....	87
Figur 23. Oversiktsbilde Kjørboparken. Kilde: Budstikkas store Asker og Bærums-leksikon .....	88
Figur 24. Konsekvenser for eier i prosjekteringsfasen. ....	88
Figur 25.Eiers konsekvenser i driftsfasen. ....	89
Figur 26. Konsekvenser for sluttbrukeren i Powerhouse Kjørbo. ....	89
Figur 27. Konsekvenser ved å drifte Powerhouse Kjørbo. ....	90
Figur 28. Fordelaktige egenskaper hos en rådgiver som jobber med et Powerhouse.....	91
Figur 29. Bygningsmessige endringer i Powerhouse Kjørbo fra første byggetrinn til de tre siste blokkene.....	92
Figur 30. Hvordan de prosjekterende fra Powerhouse Kjørbo tror konseptet vil utvikle seg videre.....	94

## 1. Innledning

Det finnes i dag mange tomme kontorlokaler i eksisterende bebyggelse. Markedet etterspør arealeffektive lokaler med lave driftskostnader. Med nye krav, sertifisering, krav til utgravninger, byggeteknikker med mer så har oppussingsobjekter blitt ansett som mindre lønnsomme enn nybygg. Ifølge miljøhandlingsplanen utarbeidet av regjeringen for bygg og byggsektoren, 2009-2015 så vil omtrent 80% av dagens bygningsmasse fortsatt stå i 2050 (regionaldepartementet, 2009). Siden tekniske forskrifter kun gjelder nybygg og hovedombygging, så vil den offentlige oppmerksomheten for miljø være rettet mot eksisterende bebyggelse. Ved å stimulere til miljøriktig forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) så kan en hente ut et vesentlig potensial ifølge handlingsplanen.

I et miljøperspektiv så er dette svært uheldig utvikling hvor det blir vanskelig å nyttiggjøre eksisterende bebyggelse. Det finnes unntak for regelen, i Sandvika så har 5 blokker fra av totalt 9 på Kjørbo blitt endret til Powerhouse. Powerhouse er et konsept for kontorbygg som kort fortalt gjør at bygget produserer mer strøm enn det bruker regnet ut ifra byggets levetid på 60 år. Hoveddefinisjonen til et Powerhouse er; «A Powerhouse shall during its lifetime produce more renewable energy than it uses for materials, production, operation, renovation and demolition» (Powerhouse, 2018a). Det alene er et plussus, men når det kobles sammen med miljøsertifiseringen BREEAM så stilles det strenge krav til hele byggets livsløp som starter med prosjekteringen, driften av bygget og avhending. Utviklingen av Powerhouse har vært et samarbeid mellom arkitektfirmaet Snøhetta, rådgiverfirmaet Asplan Viak, entreprenøren Skanska AB, miljøstiftelsen Zero, aluminiumsprofilselskapet Hydro og eiendomsselskapet Entra ASA. Det bygges flere powerhouse rundt om i landet nå, men Kjørbo er spesielt interessant da dette er det eneste transformasjonsprosjektet. Kjørbo er et kontorbygg fra 1980-tallet. Entra ASA er eier, og direktør Arve Regland sier på Powerhouse sine nettsider at «Powerhouse har gått fra å være et miljødrevet innovasjonsprosjekt til å bli et økonomisk konkurransedyktig produkt i markedet for kontoreiendommer (Powerhouse, 2018c).

Denne masteroppgaven vil se på egenskapene til Kjørbo som gjorde dette prosjektet til en suksess, og hvordan det har utviklet seg i løpet av de ulike byggefasene. Hva var de viktigste parameterne for at en slik ombygging kunne skje. Mitt bidrag i forhold til tidligere kunnskap ligger i å avdekke hva som ble de viktigste endringene for at Powerhouse Kjørbo kunne bli til et kommersielt prosjekt. Studere de ulike komponentene Powerhouse Kjørbo består av og analysere hvor en har hatt størst endring og hvorfor.

## 1.1 Bakgrunn

Ifølge regjeringen så brukes 40 prosent av all energi i Norge til bygg (Halvorsen, 2007). Det er stort potensial for å spare energi. Regjeringen har lenge ønsket at vi får en mer miljøvennlig bygningsmasse. Regjeringen kom opp med Klimaforliket i Stortinget hvor en av målsetningene er at Norge skal være karbonnøytral innen 2050 (Miljøverndepartement, 2007). Regjeringen legger i 2009 lagt fram en ny miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren for perioden 2009–2012 (regionaldepartementet, 2009). Her er det fem miljøutfordringer i bolig- og byggsektoren som utpekes; klimagassutslipp, energibruk, bruken av helse- og miljøfarlige stoffer i byggevirksomheten, avfall fra bygg og inneklimate.

I perioden 2008-2014 så ble samarbeidsprogrammet Framtidens byer etablert (moderniseringdepartementet, 2012). Dette var et samarbeidsprogram mellom de 13 største byene i Norge for å skape gode byer å bo i. Det hadde til hensikt å redusere klimagassene fra byene gjennom et forbedret bymiljø som hadde fokus på areal-transport, energi i bygg, forbruk og avfall og klimatilpasninger. Ved avslutning av dette prosjektet så ble det laget en sluttrapport (Consulting, 2015) som viser til at det ikke var så lett å måle reduksjon av klimagassene, men den viste til høyere bevisstgjøring og kunnskapsflyt i forhold til klimavennlig bymiljø. Størst suksess var knyttet opp mot forbruk og avfall.

I 2009 så oppnevner daværende kommunal og regionalminister Liv Signe Navarsete ei arbeidsgruppe som skal gi innspill til en handlingsplan for energieffektive bygg. Det resulterer i rapporten: Energieffektivisering av bygg, en ambisiøs og realistisk plan mot 2040 (etat and bygg, [Oslo] : Statens bygningstekniske etat, 2010 ). Den sier at energibruken i bygg

kan halveres frem mot 2040, men at det krever tiltak, og et av de er at passivhus blir standarden for alle nye bygg innen 2020, men også at eksisterende bygg må være energieffektive.

I 2016 så blir Parisavtalen underskrevet, FN sin klimaavtale, hvor Norge som et av 55 land skrev under, men alle land forplikter seg til å redusere klimagasser slik at det ikke blir varmere enn 2 grader og helst ikke mer enn 1,5 grad, men det er en forventning om at de rike landene bidrar mest (FN, 2018b).

I en stortingsmelding fra Klima- og Miljødepartementet 16.06.17 så skriver de at effektiv og klimavennlig bruk av energi er en sentral del av energipolitikken frem mot 2030. Videre beskriver den at byggsektoren fortsatt forbruker 40% av netto innenlands energibruk i Norge, men at de står for kun 2% av de samlede klimagassutslippene (Miljødepartement, 2017). Effektivisering av bygningsmassen i Norge vil derfor ha liten effekt på klimagassutslippene ettersom det meste av stasjonært forbruk dekkes av fornybare kilder heter det seg i meldingen. Så på klimavennlig energi så er Norge langt fremme sammenlignet med andre land, men vi har et økende forbruk. Ifølge nettsiden til Statistisk sentralbyrå så hadde vi i 2016 økt klimagassutslippene med 3 % siden 1990 (sentralbyrå, 2017).

1 januar 2017 så kom regjeringens nye energikrav i byggeteknisk forskrift TEK17 (byggkvalitet, 2017). Den nye tekniske forskriften stiller strengere krav til fleksible fornybare energikilder og at byggene skal være tettere. Vi nærmer oss passivhus, men den største forskjellen er at «TEK17-hus» vil ha litt mindre isolasjon i vegger og på tak (Lavenergiprogrammet, 2017). Funn fra yrkesbygg som er bygd etter passivhusstandard er at forutsetningen for et godt inn klima er god drift (moderniseringsdepartementet, 2014). Det er viktig med god opplæring og ikke bare ny teknologi viser rapporten.

Hver dag så diskuterer eiendomsbesittere om hvorvidt de skal rive for å bygge nytt eller renovere bygningsmassen sin. Eksisterende bebyggelse utgjør en kjempestor ressurs for miljøet ved at de allerede er bygd og kan gjenbrukes. I dette perspektivet så er det ekstra interessant å se på hva som er utført på Powerhouse Kjørbo hvor de har klart å etablere et plusshus med utgangspunkt i et eksisterende bygg. I et yrkesbygg så er det ikke bare

energinivået til oppvarming og kjøling som bidrar til klimaavtrykk, men all energi knyttet opp mot hele byggets levetid, fra oppreisning til avhending av bygget. Som tidligere nevnt så hadde samarbeidsprosjektet Fremtidens byer fokus på å redusere klimaavtrykket fra byene. I den sammenhengen så egner Powerhouse Kjørbo seg da den er prosjektert og driftet i henhold til Breeam-Nor. Breeam er verdens eldste miljøsertifiseringsverktøy for bygninger (<http://ngbc.no/breeam-nor/>, 2018) og det tar for seg hele livsløpet til et bygg. I Norge så benytter Breeam-Nor er en utgave tilpasset norske forhold. Det finnes rundt 200 registrerte Breeam-Nor bygninger i Norge, og Powerhouse Kjørbo er et av dem, men foreløpig den eneste bygningmassen, som er et renoverert bygg. Powerhouse Kjørbo blokk 4 og 5 er sertifisert Breeam Outstanding som er det beste av de fem sertifiseringsgradene. Blokk 1,2 og 3 ble nedjustert et nivå og er sertifisert til Breeam Excellent.

## 1.2 Formål og problemstilling

Formålet med denne masteroppgaven er å avdekke hvordan det var mulig å etablere Powerhouse i de eksisterende Kjørbo blokkene. Ved å avdekke suksesskriteriene som gjorde dette mulig vil det forhåpentligvis åpne opp for at vi får flere miljøbygg i fremtiden. Gjennom å analysere Powerhouse Kjørbo så håper jeg å motivere flere eiendomsforvaltere til å velge bærekraftig oppussing som sitt førstevalg. Hvis bygningen er egnet til konseptet så vil dette gi minst klimagassutslipp. Ifølge en rapport laget for Solenenergiklyngen understøtter byggebransjens ambisjon om å lage et nytt fundament for norsk næringsliv. Sol vil være den nye oljen hevder en rapport utarbeidet av rådgiverfirmaet Asplan Viak (Viak, 2018b). Målsetningen bør være akkurat det, finne en erstatning for oljen, som samtidig er grønn og smart.

For å nå målet om flere bærekraftige transformasjonsprosjekter så ønsker jeg å se på hva man kan lære av Powerhouse Kjørbo? Er dette konseptet overførbart til andre kontorbygg? Eller stiller det visse krav til bygningskroppen og omgivelsene for at en skal lykkes med en slik transformasjon? Hva er de viktigste parametrene? For å teste ut dette så vil jeg velge et prosjekt i Trondheim som jeg vil teste det ut på.

For å finne ut dette så benyttes følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse?
  - Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål med BREEAM regnskapet?
  - Hva er Powerhouse Kjørbo sine viktigste egenskaper for å kunne bli til et Powerhouse?
2. Hvilke konsekvenser har Powerhouse konseptet for eier, sluttbruker og prosjekterende på grunn av Powerhouse konseptet?
3. Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?
  - Hvilke nødvendige forbedringer er gjort fra første ombygging til den siste i 2018?
  - Hvor går veien videre for Powerhouse konseptet?

Målsetningen er å finne ut om dette konseptet er overførbart til andre kontorbygg? Kan Powerhouse brukes som et rammeverk for andre miljøvennlige bygg? Hvilke krav stiller det til bygningskroppen og omgivelsene for at en skal lykkes med en slik transformasjon?

### **1.3 Avgrensninger**

For å avgrense oppgaven så er det valgt å studere Powerhouse Kjørbo i Sandvika som et case. Det er det eneste i sitt slag i Norge nå, men det kan potensielt bli mange flere rehabiliterte Powerhouse. Prosjektet består av 8 blokker, hvor de fem siste som ble pusset opp er blitt bygd om til Powerhouse standard i en periode fra 2013-2018. Den femte er under ombygging og vil bli innflyttingsklar i løpet av 2018. Under studiene så vil de fem blokkene med Powerhouse standard bli analysert i den grad det finnes materiale. For å avdekke utviklingen i prosjektet så vil deler av prosjekteringsgruppen vil intervjuet. I driftsspørsmål så vil det kun bli sett på de 3 blokkene som har hatt en driftsperiode som en kan vise til.

For at et prosjekt skal være bærekraftig så skal alle de tre bærekraftige elementene, økonomi, sosial og miljø tilfredsstilles. Denne rapporten vil ikke ha fokus på økonomi og marked, men se på det sosiale og miljømessige aspektet ved Powerhouse Kjørbo. I den grad økonomi og marked blir nevnt i den forbindelse så vil det inngå i oppgaven. Det finnes ingen offisielle tall som sier noe om økonomien, men Entra AS jobber med en offisiell uttalelse vedrørende hvor mye de ulike blokkene har kostet å bygge (4, 2018). Hovedformålet vil derfor være å finne ut hvordan en kan skape et bærekraftig funksjonelt kontorbygg med godt inneklima i et eksisterende bygg, som vil fungere for både sluttbrukeren og jordkloden vår. At det var økonomisk bærekraftig ligger nesten i prosjektets natur. Entra ASA er et børsnotert selskap som er forpliktet til å levere en portefølje som gir avkastning. At de tilpasset Powerhouse Kjørbo etter første byggetrinn til et mer kommersielt nivå er et bevis på at de måtte gjøre noen endringer, men det gjenstår å se hvor stor effekt det hadde.

### **1.4 Rapportens oppbygging**

Forskningsspørsmålene er selve bæresystemet i denne oppgaven. For å få svar på disse så er Powerhouse Kjørbo valgt som case, og 12 personer tilknyttet dette prosjektet er valgt som intervjuobjekter. Resultatene av forskningsspørsmålene vil bli drøftet og oppsummert til slutt. Oppgaven blir delt inn i følgende kapitler (Olsson, 2011).

## **Kapittel 1 Innledning**

Bakgrunn og begrunnelse for hvorfor jeg mener det er viktig å lære av Powerhouse Kjørbo i forhold til stadig strengere miljøkrav og norsk næringsliv blir først nevnt her. Hvordan skal vi ta dette konseptet med videre ut i andre byer og tettsteder? Bakgrunn for hvorfor dette er dagsaktuelt og hvorfor det fanget min interesse er det redegjort for i kapittel 1. Forskningsspørsmålene er bærebjelkene i oppgaven og blir først nevnt i dette kapitlet.

## **Kapittel 2 Teori**

Dette kapitlet vil ta for seg teori og litteratur som er relevant for å bygge oppunder mine forskningsspørsmål og brukes som underlag i diskusjon av resultatene. Det teoretiske grunnlaget for denne rapporten er beskrevet her. Teori om Powerhouse, Breeam, bærekraft, plussus, fotavtrykk og klimagassavtrykk blir beskrevet.

## **Kapittel 3 Metode**

Ved å studere Powerhouse Kjørbo, og intervju prosjekteringsgruppen på de fem blokkene som har blitt transformert til Powerhouse så vil det gi et innblikk i hva Powerhouse Kjørbo er og utviklingen fra første byggetrinn til den siste. Disse spørsmålene og flere tar jeg med inn i metodekapitlet hvor jeg redegjør for hvilke metoder som er valgt og hvorfor.

## **Kapittel 4 Forventede resultater**

Casestudiet av Powerhouse Kjørbo er presentert i kapittel 4. Der blir Powerhouse Kjørbo sine egenskaper avdekket og hva som var viktigst for å nå prosjektets målsetninger. Funn fra intervju med prosjekteringsgruppen er presentert der.

En viktig del av oppgaven er å finne ut av hvilke parametere som gjorde at Kjørbo var realiserbart. Ved å spørre prosjekterende tilknytte de fem blokkene så får en snakket med de som kjenner prosjektet best sett knyttet til bygningskroppen. De vil ha erfaring fra prosjekteringsfasen, driftsfasen og som brukere av byggene.



## Kapittel 5 Drøfting

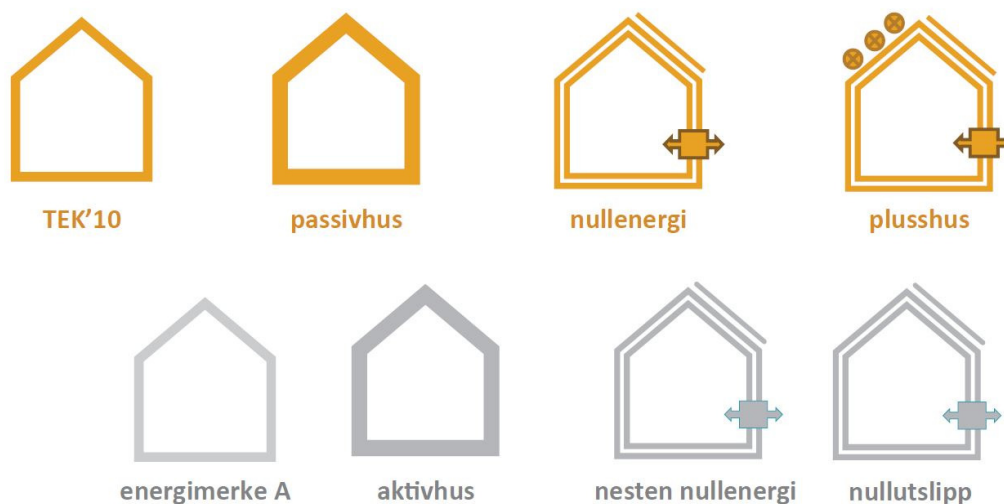
Hvordan svarte resultatene på forskningsspørsmålene? Hva betyr resultatene, og hvor gyldig er de? Ved å se på sterke og svake sider ved metoden så vil jeg beskrive hva som kunne vært gjort annerledes. Hvordan min bakgrunn har påvirket tolkningen av resultatet, og mine egne meninger vil også bli drøftet.

## Kapittel 6 Konklusjon

En oppsummering av problemstillingen opp mot resultatene og drøftingen. En beskrivelse på hva disse undersøkelsene har bidratt med av ny kunnskap, og forslag til videre forskning.

### 1.5 Begrepsavklaringer

Denne masteroppgaven har som formål å avdekke suksesskriteriene til et Powerhouse som er etablert i et eksisterende bygg. For å beskrive det så er det benyttet en del begreper som blir listet opp her. Som figuren under viser så er det mange ulike bygningskropper, men vil kun gå inn på de som er relevante for å bygge et Powerhouse (Figur 2).



Figur 2. Ulike bygningstyper. Kilde: Sintef, Inger Andresen

### 1.5.1 Passivhus

Et passivhus baserer seg på passive tiltak for å unngå å bruke energi. Dette innebærer at vinduer, yttervegger, tak og gulv mot grunn som er ekstra godt isolert. Det er svært god tetthet som gir svært få luftlekkasjer. For å få til god luftkvalitet og et godt inneklima i et passivhus bør man ha et ventilasjonssystem med mulighet for varmegjenvinning (<http://www.lavenergiprogrammet.no/artikkel/hva-er-et-passivhus/>, 2018). NS 3701 er norsk standard for lavenergibygg og passivhus (Standard, 2012).

### 1.5.2 Plusshus

«Plusshus er et bygg som gjennom driftsfasen genererer mer energi enn det som ble brukt til produksjon av byggevarer, oppføring, drift og avhending av bygget. Dermed går bygget fra å være en del av energiproblemet, til å bli en del av energiløsningen» (Powerhouse, 2018a). Det finnes flere definisjoner av plusshus, men ingen klar norsk standard. Et plusshus løser to ting ifølge nettsiden til Powerhouse; det produserer energi og er energigjerrig noe som gjør de svært gunstig fremtidens klimautfordringer.

### 1.5.3 Powerhouse

På nettsiden til Powerhouse så ligger det en artikkel som definerer Powerhouse slik: «A Powerhouse shall during its lifetime produce more renewable energy than it uses for materials, production, operation, renovation and demolition», oversatt blir dette at et Powerhouse skal gjennom driftsfasen produsere mer fornybar energi enn det som blir brukt til materialer, produksjon, drift, renovering og avhending av bygget (Powerhouse, 2016).

### 1.5.4 Bærekraftig utvikling

Det er mange ulike definisjoner på bærekraft, men begrepet bærekraftig utvikling ble først brukt i rapporten Vår felles framtid fra 1987. Rapporten ble utgitt av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. På nettsiden til FN så blir bærekraftig utvikling definert som: «Utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (FN, 2018a). For å skape bærekraftig utvikling så er det tre forhold som en må ta hensyn til; klima og miljø, økonomi og sosiale forhold.

### **1.5.5 Breeam, Breeam-Nor**

BREEAM er et verktøy for å planlegge miljøvennlige bygninger og infrastruktur som ender opp i en sertifisering av prosjektet. BREEAM-NOR er den utgaven som er tilpasset nordiske forhold. Det ser på hele livsløpet til et prosjekt og benyttes på nybygg, driftsfasen og ved oppussing av et bygg.

### **1.5.6 Bunden energi**

Begrepet brukes i ulike sammenhenger, men det omhandler hvor mye energi som er knyttet opp til å fremstille et produkt over hele levetiden (Hammond, 2008). I denne masteroppgaven så vil det omhandle energien som inngår i et produkt i hele produktets levetid, fra krybbe til grav. Hvis produktet er en bærekonstruksjon så inngår alle energi som knyttet opp mot produksjon, frakt, oppføring av bygget og avhending.



## 2. Teori

Under dette kapittelet så er det det beskrevet relevant teori som har som formål å danne et teoretisk rammeverk for forskningsspørsmålene som er beskrevet i kapittel 3 og belyse dagens teoretiske grunnlag om emnet Powerhouse, og hvordan det kan bidra til bærekraftige ombygninger. Teorien om metode vil bli omhandlet i kapittel 3. Relevant teori fra pensum i NTNUs erfaringsbaserte masterstudiet vil også benyttes.

Ved å gjennomgå denne litteraturen så vil en kunne se hva som ligger bak, og som kan vise til hvilke bygningsdeler som har vært de vesentlige for en slik vellykket ombygging. I første kapittel 2.1 vil jeg redegjøre for hvordan søket, og litteraturstudien er foretatt og hvorfor. Så kommer kapittel 2.2 som omhandler teori om tilstandsanalyser av bygg. Videre i kapittel 2.3 så kommer teorien om Powerhouse.

### 2.1 Teorisøk og litteraturstudie

For å komme frem til forskningsspørsmålene i denne oppgaven så startet litteraturstudien med å studere andre masteroppgaver om temaet Powerhouse Kjørbo ved å bruke ulike søkeord. Det er et relativt nytt fenomen så det er noe begrenset med faglitteratur i bokbind, men desto mer på nettet. I mitt teoretiske søk så brukte jeg følgende søkeord hyppig og i ulike konstellasjoner (Figur 3). Ulike søkemotorer har blitt benyttet som Google Scholar, Bibsy, Brage med flere. For å ha et rammeverk for teorisøket så brukte jeg forskningsspørsmålene som inspirasjon og grensesnitt (Figur 3). Siden jeg ønsker å undersøke hvordan vi skal få videreformidlet Powerhouse som et ombyggingskonsept så dreide mye av litteraturstudien seg om verdens eneste ombyggingsprosjekt som resulterte i et Powerhouse, Powerhouse Kjørbo.

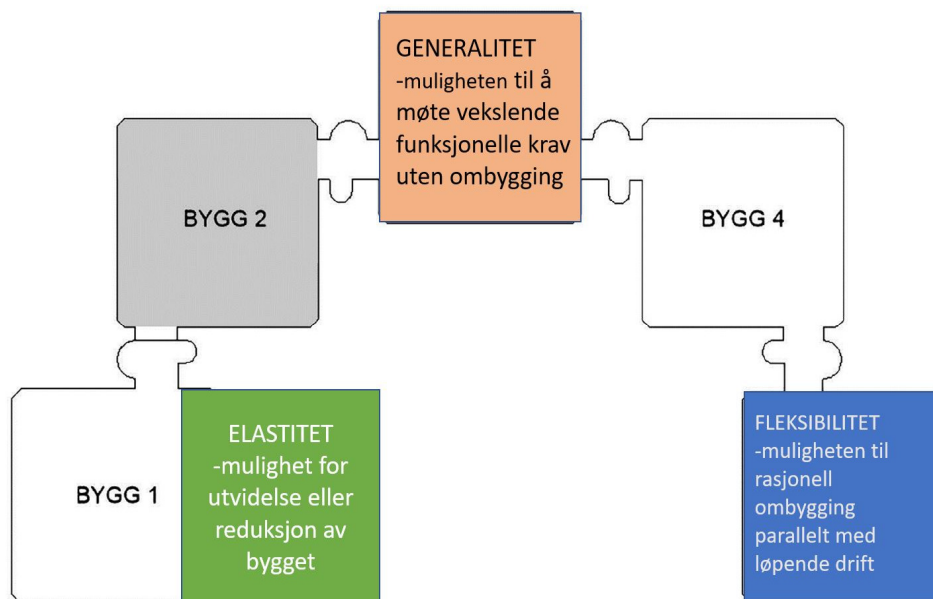
*Figur 3. Ordsky med søkeord brukt i litteraturstudien.*

## 2.2 Tilstandsanalyse

De sentrale begrepene er først omtalt i kapittel 1.5 Begrepsavklaringer. Begrepene vil i dette kapitlet utdypes ytterligere, med en begrunnelse for hvorfor denne teorien er vesentlig for denne masteroppgaven. For å definere mulighetene som befinner seg i et prosjekt så er det viktig å gjennomføre tilstandsanalyser.

Det finnes mange metoder for å beregne økonomiske konsekvenser av en ombygning som nåverdimetoden og livsyklus kostnader (LCC), som omfatter alle kostnader knyttet til et prosjekt i hele prosjektets levetid. Siden økonomien ikke inngår i denne masteroppgaven så utdypes det ikke noe nærmere.

Et tiltak bør alltid vurderes opp mot nullalternativet. NS3424 «Tilstandsanalyse av byggverk» (Standard, 2016) utyer hvordan en kan gjennomføre tilstandsanalyser, utarbeide vedlikeholdsplaner og kartlegge tiltak. Sintef har utarbeidet en veileder som heter Upgrade, det er en veileder for energiambisiøse oppgradering av yrkesbygg (Sofie Mellengård, 2014). En slik tilstandsanalyse har som formål å kartlegge miljø, funksjonalitet, estetikk, energibruk og verneverdighet. Om hvorvidt bygget er egnet til tiltenkt bruk eller ikke sier noe om tilpasningsdyktigheten eller tilstanden til bygget. Tilpasningsdyktighet deles opp i tre, elastisitet, fleksibilitet og generalitet (Landstad, 2002) (Figur 4).



Figur 4. Generalitet, fleksibilitet og elastitet i bygninger.

En samlet vurdering av tilpasningsdyktighet opp mot ulike formål, beliggenhet og tilstandsanalyser gir ofte et godt beslutningsgrunnlag. Disse kan også ses opp mot markedsanalyser for området, og strategiplaner byggherren måtte ha for bygget.

### 2.2.1 Brukskvalitet:

Brukskvalitet defineres i NS-EN ISO 9241-11 som «effekten, effektivitet og brukertilfredshet hvor et spesifikt sett med brukere kan oppnå et spesifikt sett med oppgaver i et bestemt miljø» (standard, 1998). Før en starter med å vurdere brukbarheten til et prosjekt så må en vite hvem som skal bruke bygget og hvilke perspektiver og målsetninger de har for prosjektet. For å vurdere hvilket perspektiv prosjektet har så må en se på de tre sentrale partene i et prosjekt; bestiller, bruker og leverandør (Samset, 2014).

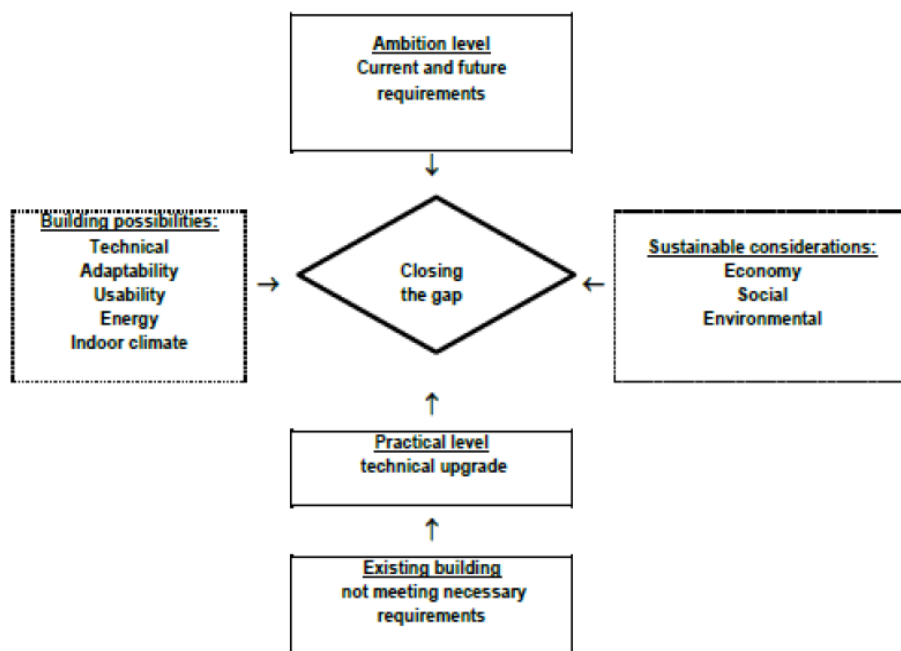
Espen Brevik Knoll har studert Powerhouse Kjørbo, og har skrevet en masteroppgave om verden kan bli reddet av at vi programmer om bygninger og brukere (Knoll, 2015). Han belyser hvordan teknologien er avhengig av riktig bruk for å oppnå de forventede resultatene. Asplan Viak som satt i de første blokkene var selv eksperter og designere som selv hadde tatt

initiativ til denne utviklingen. Det blir derfor viktig at teknologien som skal tallfeste hvor «grønn» en bygning er, ser på synergien mellom bruker og teknikk, først da kan den bevises som vellykket.

I Breeam så er det et kapittel som heter «Health», det tar for seg ulike aspekter som skal sikre blant annet brukertilfredshet, godt inneklima og helsebringende tiltak. Se kapittel 2.3.2 Breeam-Nor.

### 2.2.3 Bærekraftig ombygging

For å besvare om hvorvidt en bygning kan og bør transformeres så handler det om kartlegging, gjerne i flere trinn. Et oppussingsprosjekt skal lønne seg i forhold til å bygge nytt. Som forslag til første trinn så kan en ved å bruke Professor Svein Bjørberg sin figur som vist under som et hjelpemiddel. Den vil en kunne anslå om en er i stand til å lukke den kostnadmessige avstanden mellom å rehabilitere et bygg opp mot å bygge et nytt i samme standard (

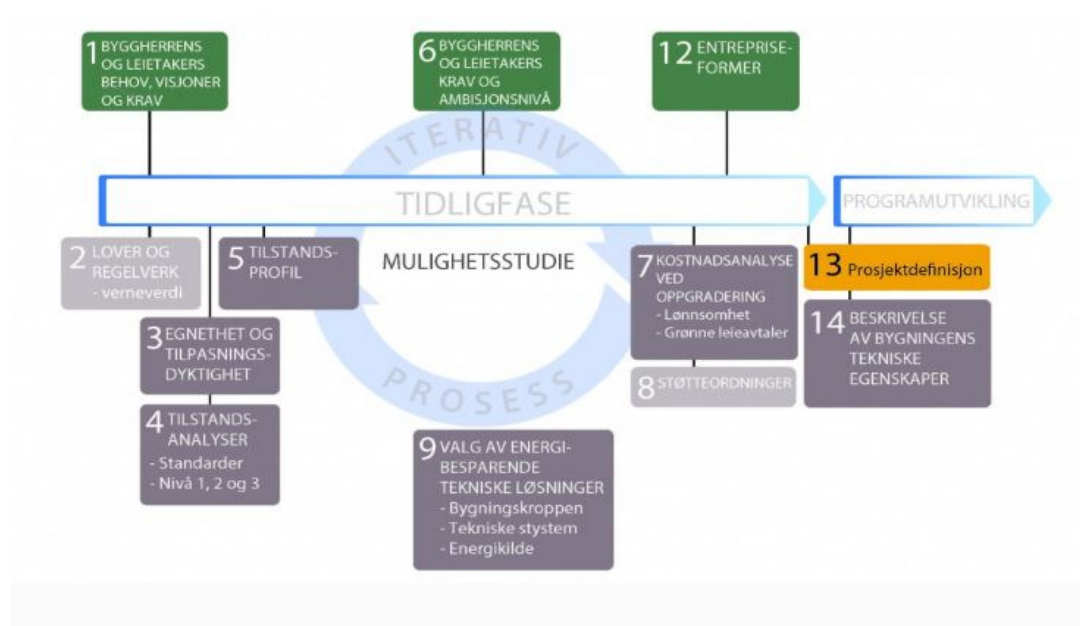


Figur 5).

Figur 5. Målsetningen med bærekraftig ombygging er å lukke gapet mellom eksisterende tilstand og ny tilstand. Kilde: Professor Svein Bjørberg.



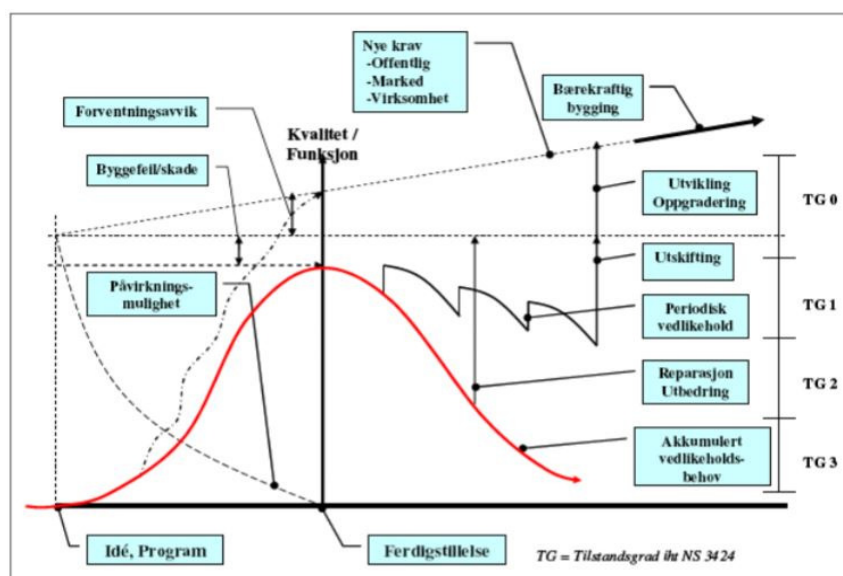
Det finnes mange ulike modeller som er nyttige verktøy for å administrere en slik ombygging. Upgrade Solutions er et prosjekt som ble startet i 2012 og som hadde som formål å identifisere, utvikle og formidle tekniske konsepter som skal løse de utfordringene som ligger i å skape et bygg mot passivhusnivå og god arkitektur (Figur 6). Den viser byggherrens rolle i grønt, myndighetene i lys grå og rådgiverne i mørk grå. En viktig grunn til at jeg valgte denne modellen er at den viser den interaktive prosessen som må foregå. Samprosjektering er blitt et virkemiddel i byggebransjen for å oppnå innovasjon og utvikling på tvers av fagene.



Figur 6. Upgrade veileder-ambisiøs oppgradering av yrkesbygninger. Kilde: <http://upgradebuildings.no/wp-content/uploads/2014/11/UPGRADE-veileder.pdf>

## 2.2.4 Bærekraftig utvikling

God drift er bærekraftig da det forlenger livsløpet til en bygning. For å ha en bærekraftig utvikling så bør en ha et bygg som er av god kvalitet. Som vist i figuren under (Figur 7) så ser du byggets levetid skissert med rød strek. Tilstandsgradene bygget blir målt etter er iht. til NS 3424, hvor 0 er feilfritt. Periodisk vedlikehold viser at et bygg forlenger levetiden sin og at ved en utskiftning så kan bygget vende tilbake til TG 0. Dette isolert sett vil gi en bærekraftig utvikling da det koster mindre å utbedre et bygg, enn å bygge nytt om dette er mulig.



Figur 7. En bygnings livssyklus-utvikling over tid og sentrale begreper/aktiviteter i de ulike fasene over levetiden. Kilde: Multiconsult og Byggemiljø.

## 2.3 Powerhouse

Hoved definisjonen av et Powerhouse er: «A Powerhouse shall during its lifetime produce more renewable energy than it uses for materials, production, operation, renovation and demolition», oversatt blir dette at et Powerhouse skal gjennom driftsfasen produsere mer fornybar energi enn det som blir brukt til materialer, produksjon, drift, renovering og avhending av bygget (Powerhouse, 2016).

I tillegg til hoved definisjonen så lister Powerhouse definisjonen opp følgende kriterier som må være oppfylt for at det kan kalles et Powerhouse (Powerhouse, 2016), her oversatt av meg:

1. Bygningen må være bygd på kommersielt grunnlag.
2. For å oppnå energimålet så må god arkitektur være kombinert med godt inneklima og andre miljøkvaliteter.
3. Balansen i Powerhouse sitt primære energibehov over byggets levetid må være positiv. Energibalansen må inkludere produksjon av materialer, konstruksjon, oppussing, drift og avhending av bygget. Mer spesifikt livsyklusstegene A1-A5, B4, B6, C1-C4 ifølge EN 15978. Energibalansen for Powerhouse prosjekt må være kalkulert i primærenergi og med livsyklusbaserte data kilder (LCA) som for eksempel EPD (Environmental Product Declarations) dokumenter på byggevarer for å kalkulere bunden energi.
4. Det skal kalkuleres med at bygget levetid skal være 60 år.
5. Følgende er ikke en del av Powerhouse sitt primære plussenergi balanse:  
Energiforbruk relatert til elektriske artikler knyttet opp til heis, kjøkken, butikker, IT, infrastruktur, som hører til og blir påvirket av brukerne av bygget og mest sannsynlig blir skiftet ut innen det går 60 år.
6. Powerhouse/plusshuset må ha hele sitt energisystem innenfor tomtegrensen hvor bygget ligger. Sjøvann som ligger i nærheten, godtas som kjøøl og varmekilde.
7. Kvaliteten på produsert -og eksportert energi skal ikke være lavere en kjøpt/importert energi. Dette betyr blant annet at energi som brukes til å kjøle eller varme termisk masse, kan regnes mot hvor mye termisk energi en får ut av bygget.
8. Hvis mange bygninger er plassert på samme tomt så skal målingene for å oppnå plusshus nivå for et Powerhouse ikke ekskludere de andre bygningene fra den samme muligheten. Det betyr at all tilgjengelige solesponert areal innenfor en tomt skal fordeles likt på alle bygningene.
9. Bygningen skal som et minimum innfri passivhus standarden NS 3701. Kravene til komponenter knyttet opp mot U-verdier for dører og vinduer kan man se bort ifra. U-verdier under 0.8 kan forårsake tillegg og ikke optimalisering i forhold til Powerhouse konseptet. Lavt energibruk er en av prinsippene i Powerhouse prosjekter og

- målsetningen er lavere energibruk enn det som er beskrevet i standarden for passivhus.
10. Budsjett til primærenergien for drift skal være kalkulert i henhold til standard NS3031. En realistisk drift skal legges til grunn.
  11. Energibalansen for drift skal kalkuleres for en periode på 1 år.
  12. Faktorene for primær energi er beskrevet i dokumentet «Powerhouse definisjon primærenergi» (Thyholt, Fjeldheim, Buijs, Dokka:2015).
  13. Primær energi faktoren for brukt og eksponert elektrisitet skal være lik importert elektrisitet.
  14. Omhandler eksponert primær energi og er under utarbeidelse.
  15. Bunden energi av materialer: Områder og deres tilhørende materialer som skal inkluderes i energibalansen er: Oppvarmede gulv areal (i henhold til NS 3031), tekniske rom, tekniske deler som har med strømforsyningen som gir varme og kjøling til bygget.
  16. Bunden energi til materialer knyttet til oppussing av prosjekter: Bunden energi i materialer for originale bygningskomponenter som er gjenbrukt skal ikke inngå i energiregnskapet. Bunden energi relatert til gjenvinning av materialer, materialer som blir resirkulert eller gjenbrukt skal ikke inkluderes som fradrag i energiregnskapet.
  17. Bunden energi til materialer skal så langt det lar seg gjøre være kalkulert i henhold til livsyklusstandard, LCA-standard NS-EN 15978.
  18. Utvikling scenarier for ny teknologi skal være godt dokumentert og vitenskapelig fundamentert.
  19. Erstatning av bygningskomponenter i løpet av byggets levetid på 60 år må inkluderes i energiregnskapet.
  20. Råstoff energien: Hvis data som er brukt beskriver materialer inkluderer råstoff energien, råstoff energien må bli kalkulert og trukket fra energiregnskapet til Powerhouse for at balansen i systemet skal stemme overens.

### 2.3.1 Powerhouse Kjørbo

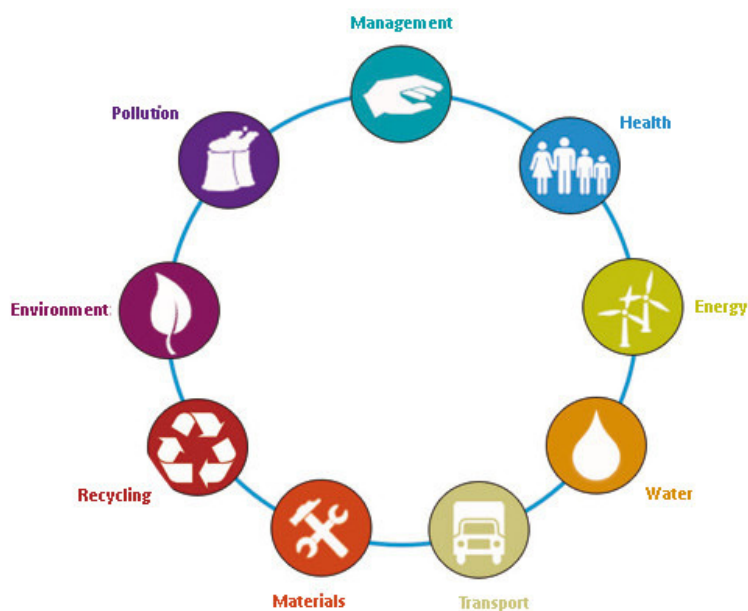
Powerhouse Kjørbo er et rehabilitert kontorbygg som ligger i Sandvika, Bærum kommune. Det er 5180m<sup>2</sup> oppvarmet BRA, som er dimensjonert for 225 brukere (Lystad, 2016). Powerhouse på Kjørbo gikk fra årlig energibruk på 250 kWh/m<sup>2</sup>/år ned til 20kWh/år etter rehabiliteringen. I tillegg så produserer det 41kWh/m<sup>2</sup> år (Byggeindustrien, 2014). Dette alene er en dramatisk endring på kontorblokker fra 80-tallet, hvor de to første blokkene ble oppgradert i 2010-2014. Ved innflytting så omtales Powerhouse Kjørbo som verdens mest miljøvennlige bygg. Den siste av totalt 5 blokker er under ombygging nå, og vil stå ferdig i løpet av 2018. Det finnes mange som har studert Powerhouse Kjørbo, men de fleste har sett på de to første blokkene som ble ferdigstilt. Masteroppgaven «Oppgradering av kontorbygg til plusshus: Caseanalyse av Kjørbo» (Overøye), har studert blokk 5 og viser til hvordan energikonseptet er løst. Den beskriver hvilke tiltak som er utført for å oppnå plusshus i den eksisterende bygningsmassen.

### 2.3.1 Passivhus

Et passivhus er som tidligere nevnt i kapittel 1.5.1 et bygg som baserer seg på passive tiltak for å unngå å bruke energi. Dette innebærer at vinduer, yttervegger, tak og gulv mot grunn som er ekstra godt isolert. For å få til god luftkvalitet og et godt inn klima i et passivhus bør man ha et ventilasjonssystem med mulighet for varmegjenvinning Norsk Standard lanserte i 2012 sin standard for passivhus og lavenerigbygninger; «Kriterier for passivhus og lavenergibygninger- Yrkesbygninger» (Standard, 2012). Den hadde som formål å gjøre det lettere å definere hva et passivhus var i forhold til norske forhold.

### 2.3.2 Breeam-Nor

Hvis et bygg skal BREEAM sertifiseres så stilles det krav til rapportering i løpet av byggeperioden og i driftsfasen (<http://ngbc.no/breeam-nor/>, 2018). Sertifiseringen er basert på dokumentasjon i ni kategorier innen ledelse, helse -og innemiljø, energi, transport, vann, material, arealbruk, økologi og forurensning (Figur 8). Ved rapportering så brukes kun de tre første bokstavene i kategorien som forkortelse.



Figur 8. De ni kategoriene som inngår i klassifiseringen.

Det er et poengsystem hvor du samler poeng innenfor hver kategori og kun for de bygningselementene som inngår i kravspesifikasjonen. Alt henger sammen, og det er sluttsommen som teller, og avgjør hvilken klassifisering bygget oppnår. Dette dokumenteres blant annet ved at alle materialer dokumenter leveres med en EPD (environmental product declaration). Et BREEAM-sertifikat utstedes på fem nivå; Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding. Det finnes BREEAM-sertifiserte prosjekter i 77 land (2018b), så dette er et internasjonalt fenomen. I Norge har vi over 200 prosjekter som er sertifisert.

### 2.3.3 Enova sin støtteordning i eksisterende bygninger.

Olje- og energidepartementet (OED) har sen avtale med det statlige foretaket Enova om å jobbe målrettet mot å redusere klimagassutslipp og styrke forsyningsikkerhet for energi og innovasjon som kan bidra til reduksjon av klimagasser for å oppfylle Norges klimaforpliktelser for 2030 (Enova, 2018d). I en pressemelding 12.02.2018 så sier Enova at de ønsker å få fart på energieffektiviseringen av bygg, og utlyser i den forbindelse en konkurranse. Enova vil fortsatt støtte energieffektivisering av bygg, men fremover vil de rette støtten inn mot de som tar i bruk beste tilgjengelige teknologi ved rehabilitering og oppdatering (Enova, 2018c). Flere internasjonale studier viser at energieffektivisering av bygg er det mest effektive klimatiltaket (Solutions, 2012).

Enova endrer sine programtilbud innenfor bygg og eiendom fortløpende, og i det siste så har det kommet to nye endringer. Den første endringen er det nye programmet er «Helhetlig kartlegging av bygg» (Enova, 2018b). Målet med kartleggingen er at det innfører energiledelse og energioppfølgingsystem (EOS), og/eller signerer energitjenestekontrakt med forpliktende resultat i bygg med mer enn 15.000m<sup>2</sup> oppvarmet BRA.

Den andre endringen som er verdt å merke seg er «Beste tilgjengelige teknologi i eksisterende bygg» (Enova, 2018a). Enova ønsker å støtte de prosjektene som ønsker å gå lenger en standard hylleware ved rehabilitering og oppgradering av eksisterende bygg. Dette for at byggeiere som investerer i energi -og klimatiltak velger den beste teknologien (Best Available Technology-BAT). Enova har også på samme side en liste over predefinerte tiltak som anses som beste tilgjengelige teknologi i eksisterende bygg.

#### **2.3.4 Konsekvenser for byggherre**

Eiendomsselskapet Entra er eier av Powerhouse byggene. Grønt bygg har vært svært lønnsomt for de (Byggeindustrien, 2014). Daværende administrerende direktør Klaus-Anders Nysten sier at Powerhouse samarbeidet har vært et viktig virkemiddel for å nå miljømålene, og deres visjon er å lage fremtidens bygg. Den kompetansen som er bygget opp i Powerhouse samarbeidet så ønsker de å dele, noe han mener vil være nyttig for hele bransjen i det vi sikter mot at det bygges nesten bare nullhus i 2020.



### 3. Metode

Ifølge Dag Ingvar Jacobsen så dreier metoden seg om hvordan man tilnærmer seg, og forsøker å «avdekke» virkeligheten (Jacobsen, 2015). For å avdekke virkeligheten så blir det veldig viktig å være kritisk, og velge riktige vitenskapelige metoder slik at de empiriske dataene blir avdekket. Først da kan man se sammenhengen mellom virkelighet, empiri, data, informasjon og teori (Jacobsen, 2015). Han skriver videre at undersøkelsen består av ulike faser hvor en i hver enkelt fase må foreta valg, som vil få konsekvenser for undersøkelsen gyldighet og troverdighet. Metoden må derfor tilpasses den endelige problemstillingen. Det ble derfor først viktig å utvikle problemstillingen, og valg av undersøkelsesdesign før det velges metode. Disse fasene er hentet fra boken om «Hvordan gjennomføre undersøkelser» (Jacobsen, 2015).

Fase 1 Utvikling av problemstilling

Fase 2 Valg av undersøkelsesdesign

Fase 3 Valg av metode, kvalitativ eller kvantitativ.

Fase 4 Valg av innsamlingsmetode av data.

Fase 4 Velge ut enheter. Gjennomføre individuelle intervju.

Fase 5 Analysere kvalitativ data.

Fase 6 Test av konklusjon

Fase 7 Tolkning av resultat.

#### 3.1 Litteraturstudie

For å utvikle problemstillingen og velge undersøkelsesdesign så valgte jeg å gjennomføre et litteratursøk hovedsakelig via internett. I dette søket så hadde jeg fokus på relevant forskning og litteratur på et eller flere temaer knyttet opp mot problemstillingen og forskningsspørsmålene, slik at søket ble mest mulig relevant og effektivt, se mer om dette i kapittel 2.1 Teorisøk og litteraturstudie. Dette er et tema hvor utviklingen går veldig raskt, så det som eksempelvis ble skrevet om blokkene ved første ombygging er kan allerede nå være utdatert. At det fantes mindre litteratur på deler av mitt søk var som forventet, men det ga

meg en bekreftelse på at her var det noen kunnskapshull som burde dekkes. Det gjaldt spesielt litteratur vedrørende de endringer som har blitt utført på Powerhouse Kjørbo, og som da måtte dekkes av andre metoder. Funn fra litteraturstudien er presentert både i teori- og resultatdelen.

### 3.2 Valg av metode

I valg av metode så var det et spørsmål om kvalitativ eller kvantitative data var best egnet. Kvantitativ tilnærming måles i tall, og er ofte gjennomført som en spørreundersøkelse. En kvalitativ tilnærming er at den er for kompleks til å komprimeres til tall, og at man heller samler inn ord som kan gi et mer nyansert bilde om man ikke helt vet hva man ser etter (Jacobsen, 2015). Det var akkurat dette nyanserte bildet jeg var ute etter på Powerhouse Kjørbo, der hvor jeg ikke fant dekning i litteraturundersøkelsen. I boken «Kvalitative forskningsmetoder i praksis», så skriver Aksel Tjora at for å avgrense det empiriske arbeidet så kan en avgrensning være et casestudie. Et casestudie vil kunne genere kunnskap om selve caset, mens et kriterieutvalg vil kunne si noe som er knyttet til deltakerne personlige opplevelse og erfaring (Tjora, 2017). Denne teorien sammen med funn fra litteraturstudien førte til Powerhouse Kjørbo ble valgt som casestudie og prosjekteringsgruppen fra siste byggetrinn valgt som intervjuobjekter. Mer om dette senere.

En kan bruke en kvantitativ spørreundersøkelse til å støtte oppunder de kvalitative undersøkelsene. Ved å se på data som viser resultat av driften, så kunne man ha sette de endringene som utviklingen av konseptet har medført. Jeg vurderte derfor en spørreundersøkelse for å dekke brukerne, men dette ble ikke gjennomført da jeg vurderte det for å være litt prematurt på dette tidspunktet. Leietakerne hadde akkurat flyttet inn, og det var fare for at de ikke hadde opparbeidet seg tilstrekkelig med erfaring fra bygget i normal drift.

Metodetriangulering er en kombinasjon av ulike metoder (2017), og ved å sammenligne dataen fra de ulike metodene kunne jeg kryssjekke de opp mot hverandre, og oppnå større forståelse. Intervjuene ble derfor veldig viktig for å sikre at litteraturstudien fortsatt var relevant. Dette er også en måte som sikrer høy validitet og reliabilitet (Tjora, 2017).

### 3.3 Casestudiet

Som nevnt tidligere så vil et casestudie være med å avgrense studien, men man må stille seg spørsmålet hvordan og hvorfor man skal gjennomføre et casestudie (K. Yin, 1994). I denne masteroppgaven så er ønsket å finne ut hvordan vi kan skape flere Powerhouse i eksisterende bygninger så da ble det veldig naturlig å velge Powerhouse Kjørbo som case da det er det eneste av sitt slag. Eiendommen består av 9 blokker, hvor 5 er bygd om til Powerhouse. Under studiene så vil kun de 5 blokkene med Powerhouse standard bli analysert. En viktig del av oppgaven er å finne ut av hvilke parametere som gjorde at Kjørbo var realiserbart. Selv om det er relativt nytt så har det er det mange som har skrevet om prosjektet, men det jeg har funnet har vært skrevet om det første byggetrinnet, blokk 4 og 5. Informasjon om siste byggetrinn må derfor dekkes av andre metoder. De to første blokkene var premissgivere for de siste blokkene, men ikke alt ble videreført. Hvorfor disse endringene forekom vil hovedsakelig bli undersøkt i intervjuene. Ved å spørre prosjekterende tilknytte de fem blokkene så får en snakket med de som kjenner prosjektet fra planprosessen. Hva som var målsetningen for de ulike blokkene?

Som en del av casestudiet så ble det foretatt flere befaringer sammen med prosjektlederen, dette ga et godt innblikk i planløsningene i de ulike blokkene og hvor de var ulike. Dette ga meg et bedre innblikk i prosjektet og underlag for intervjuguiden.

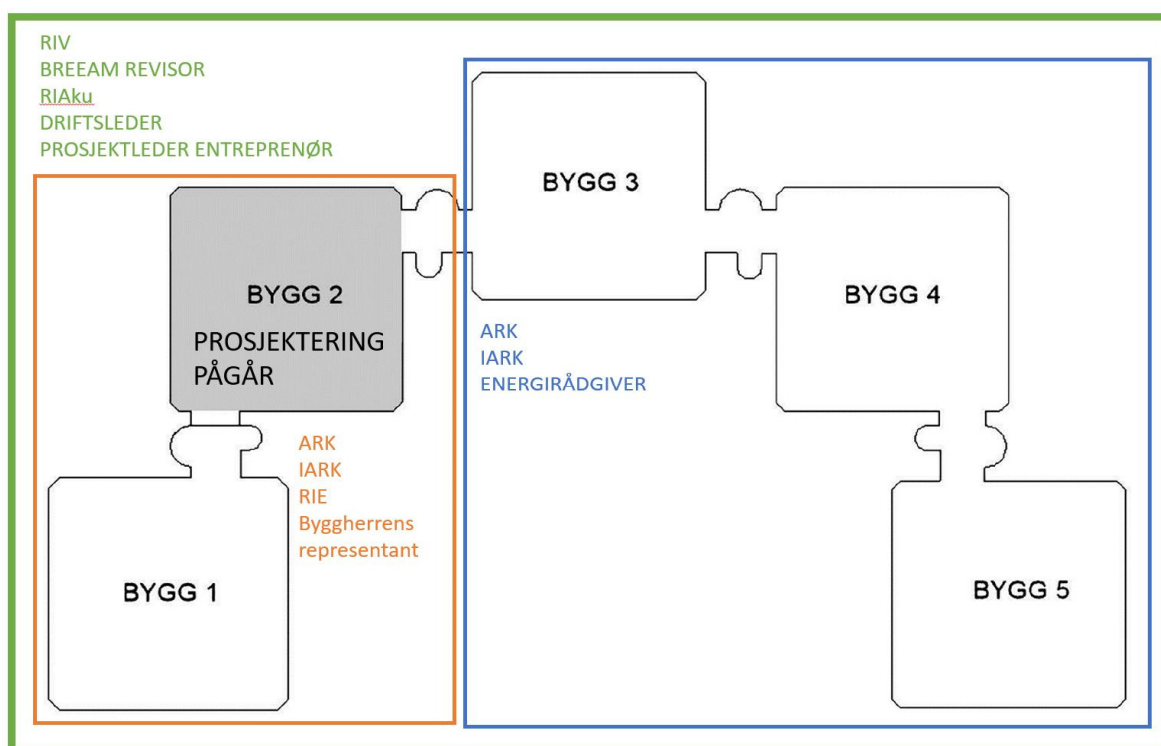
Økonomi og marked holdes utenom casestudien da det ikke er en del av denne studien, men nevnes i den grad det blir nevnt i forbindelse med forskningsspørsmålene.

### 3.4 Intervju

Som prosjekterende interiørarkitekt så har jeg hatt et ekstra godt innblikk i Kjørbo Powerhouse gjennom jobben min. Siden høsten 2016 så har jeg vært en del av prosjekteringsteamet på de to siste blokkene. De fleste som jeg har intervjuet har jeg jobbet sammen med og møtt personlig mange ganger. Dette har gjort til at praten har gått veldig naturlig, men en kan også se for seg at et tidligere rollemønster kan være med å påvirke svarene som jeg har fått.

### 3.4.1 Metode for valg av informanter

En kan invitere deltaker til et intervju ut ifra spesielle kriterier, et såkalt kriterieutvalg (Tjora, 2017). Jeg har valgt å intervjuere prosjektgruppen med en deduktiv tilnærming, jeg har gått fra teori til empiri. Før jeg startet så har jeg gjennomført teorisøk med bakgrunn i mine praktiske erfaringer fra Powerhouse Kjørbo. Ut ifra det så laget jeg en intervjuguide. Disse intervjuene ble gjennomført semi-strukturert. I intervjuguiden så hadde jeg en liste med spørsmål under ulike tema. Intervjuobjektene var prosjekteringsgruppen og de hadde alle ulike fagbakgrunner. Felles for alle untatt en var at de hadde en lang yrkeserfaring, var på seniornivå, og hadde spisskompetanser innenfor sine fagfelt. Jeg endte opp med å intervjuere 11 stykker som hadde ulik prosjekttilhørighet i Powerhouse Kjørbo (Figur 9). De faggruppene markert med grønn hadde vært med i prosjekteringsgruppen ved ombygging av alle blokkene. De med blå skrift hadde vært med på de to første blokkene, mens de med oransje farge hadde deltatt kun på de to siste. I tillegg så intervjuet jeg en som har et strategisk ansvar i forhold til Powerhouse, og det samarbeidet. Asplan Viak var leietaker av de første blokkene, i de to siste blokkene så var Norconsult AS leietaker, og dette har vært en medvirkende grunn til at deler av prosjekteringsgruppen ble byttet ut.



Figur 9. Fag- og prosjekttilhørigheten til intervjuobjektene.

I tillegg så intervjuet jeg lederen av Powerhouse samarbeidet for å få et mer strategisk bilde av situasjonen. I blokk nr. 3 så er både Asplan Viak AS og Norconsult AS i dag leietakere.

### 3.4.2 Gjennomføring av intervju

Intervjuobjektene fikk tilsendt intervjuguiden i forkant, via en e-post hvor de ble spurt om de ønsket å stille til intervju. Ved positiv respons, så ble innkallingen til intervjuet sendt gjennom Outlook, der lå også intervjuguiden, og linken til videomøtet som ble kjørt via Scype for business (<https://www.skype.com/no/business/>, 2018). Dette for at det skulle være lettere for å forplikte seg til intervjuet, da det enkelt kunne flyttes om det behovet skulle oppstå, dette kan ha vært en medvirkende faktor for at så mange svarte ja. Ingen av de jeg intervjuet var nødt til å avbryte intervjuet eller hadde hastverk med å få det gjennomført noe som tyder på at denne ekstra fleksibiliteten var gunstig for å gjennomføre intervjuene.

Ved oppstart av intervjuene så informerte jeg om lydopptak og at de kunne bruke så lang tid de ønsket, men det var stipulert til å ta en time. Intervjuet var strukturert av spørsmålene i intervjuguiden, men alle ble informert om at de kunne legge til informasjon om det var noe de følte de ikke hadde blitt spurt om. De ble også informert om at de hadde mulighet til å svare pass på spørsmål de ikke hadde noe grunnlag til å svare på. Gjennom Scype for business så hadde jeg også anledning til å direkte lydopptak sammen med video. Som en ekstra forsikring så tok jeg i tillegg opptak med telefonen. Ved avslutning av intervjuet så ble alle informert om at videofilen med lyd ble pakket, og oversendt på e-post slik at de fikk anledning til å kommentere på det som hadde blitt sagt hvis de ønsket det. Det ble også informert om at intervjuene ville bli transkribert.

### 3.4.3 Styrker og svakheter?

Min erfaring som en del av prosjekteringsgruppen som jeg intervjuet kan ha påvirket hvordan jeg stilte de ulike spørsmålene, og hvor jeg la til noen tilleggsspørsmål for å få flyt i intervjuet. Svakheten med denne metoden var at jeg kjente en god del av de jeg intervjuet på forhånd og det ha påvirket meg til å ha en forutinntatt holdning. Styrken ble at intervjuene opplevdes veldig naturlig, da vi er vant til å jobbe sammen. Dataene som ble samlet inn ble oppbevart på Norconsult sin server, men på mitt private område.

#### **3.4.4 Etikk**

Forskning har stor betydning for all utvikling, men utgjør også en betydelig maktfaktor, og på grunnlag av det så er det vesentlig at all forskning er etisk forsvarlig. De generelle forskningsetiske retningslinjene er blitt lagt til grunn ved all forskning gjennomført i denne studien, utarbeidet av De nasjonale forskningsetiske komitéene (komiteene, 2016).

## 4. Resultat

Hva er avgjørende for at eksisterende bygg kan transformeres til et Powerhouse? Hvorfor var Kjørboveien 18-20 egnet til å bli verdens første Powerhouse? For å finne ut dette så har jeg gjennomført et casestudie av Powerhouse Kjørbo, og intervjuet 12 personer med tilknytning til prosjektet.

### 4.1 Casestudiet

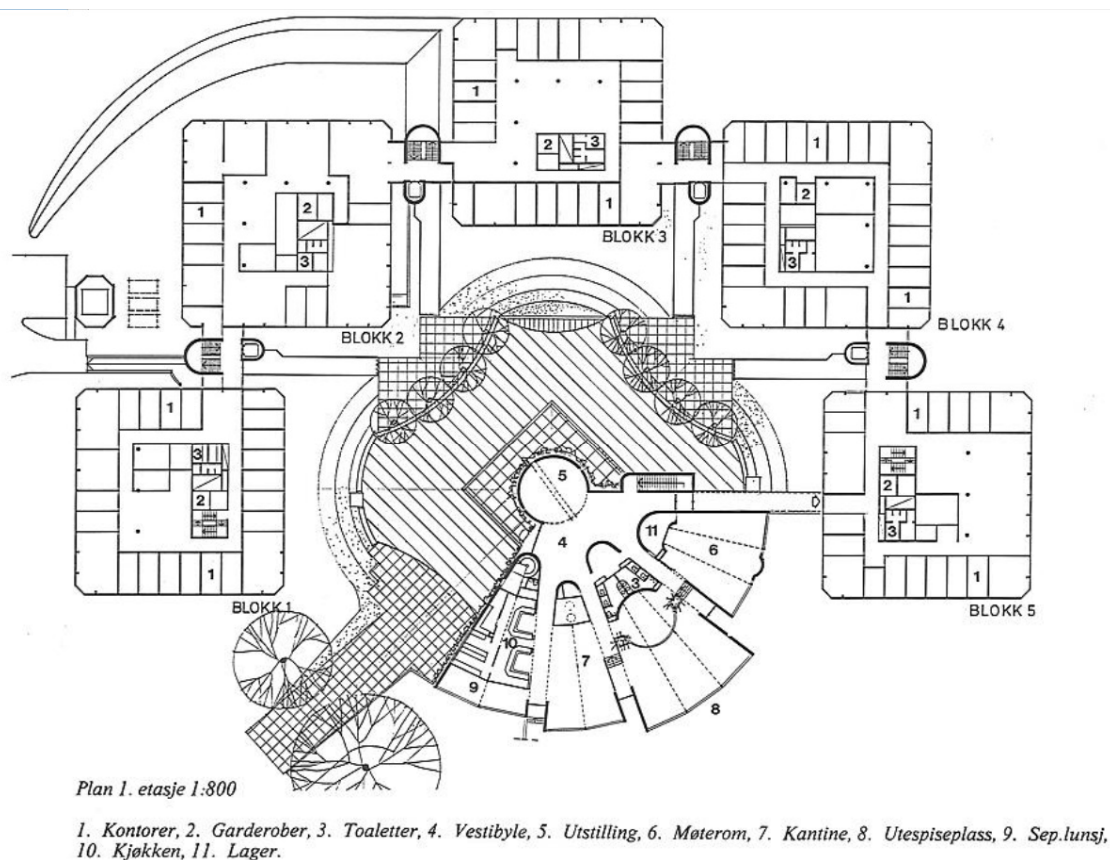
I en presentasjon fra Asplan Viak så står det «*Ingen kan utvikle Powerhouse pluss hus alene - men med de rette partnerne kan vi klare det*» (Bugge, 2016). Dette var et samarbeidsprosjekt hvor alle partnere ble en del av Powerhouse samarbeidet, den består i dag av eiendomsselskapet Entra, arkitektfirmaet Snøhetta, rådgiverfirmaet Asplan Viak, miljøorganisasjonen Zero Emission Resource Organisation (ZERO), entreprenøren Skanska, og organisasjonen Powerhouse. I tillegg så var det flere firma som var med som rådgivere i mer eller mindre grad. Prosjektet er støttet av Enova. Powerhouse konseptet er tidligere beskrevet i kapittel 2.3 Powerhouse, og fungerer som et rammeverk for hva et Powerhouse må inneholde.

#### 4.1.1 Fakta om Powerhouse Kjørbo

Powerhouse Kjørbo er det første rehabiliterte kontorbygget som ble til et Powerhouse. Det ligger i Sandvika, Bærum kommune. Prosjektet startet i 2010, og den siste blokken blir ferdigstilt i 2018. Det ble utført som en totalentreprise, og en samarbeidsavtale ble skrevet under. Ingen visste hvor mye dette vil koste, eller om de ville kunne lykkes med en slik miljøambisjon før prosjektstart (4, 2018). De første to blokkene ble oppgradert i 2010-2014, og utgjorde 5180m<sup>2</sup> oppvarmet BRA, som er dimensjonert for 225 brukere (Lystad, 2016). I 2 byggetrinn, blokk 1,2 og 3 utgjorde 9800m<sup>2</sup>. Byggets egen kraftproduksjon i første byggetrinn ca. 230 000kWh per år, men for byggetrinn 2 så produseres det 325 000kWh per år (Powerhouse, 2018a). Powerhouse på Kjørbo gikk fra årlig energibruk på 250 kWh/m<sup>2</sup>/år ned til 20kWh/år etter rehabiliteringen (Byggeindustrien, 2014). Dette alene er en dramatisk

endring på kontorblokker fra 80-tallet. Ved innflytting så omtales Powerhouse Kjørbo som verdens mest miljøvennlige bygg.

Ved byggets opprinnelse så var det sameiet Norconsults Hus Kjørbo som utviklet prosjektet. Sameiet ble dannet for å utvikle kontorbygget på eiendommen i 1974. Bygget sto ferdig 1981. Konsulenter, prosjekt -og byggeledelse var utført av Norconsult. Norconsult er igjen leietakere og prosjekterende i blokk 1 og 2, samt deler av blokk 3. Planløsningen viser at behovet kontorløsning for rådgivende bedrifter har endret seg (Figur 10). Fra å ha lukkede rom i fasaden med en åpen kjerne er dagens løsning på Kjørbo nesten helt motsatt (Figur 11).

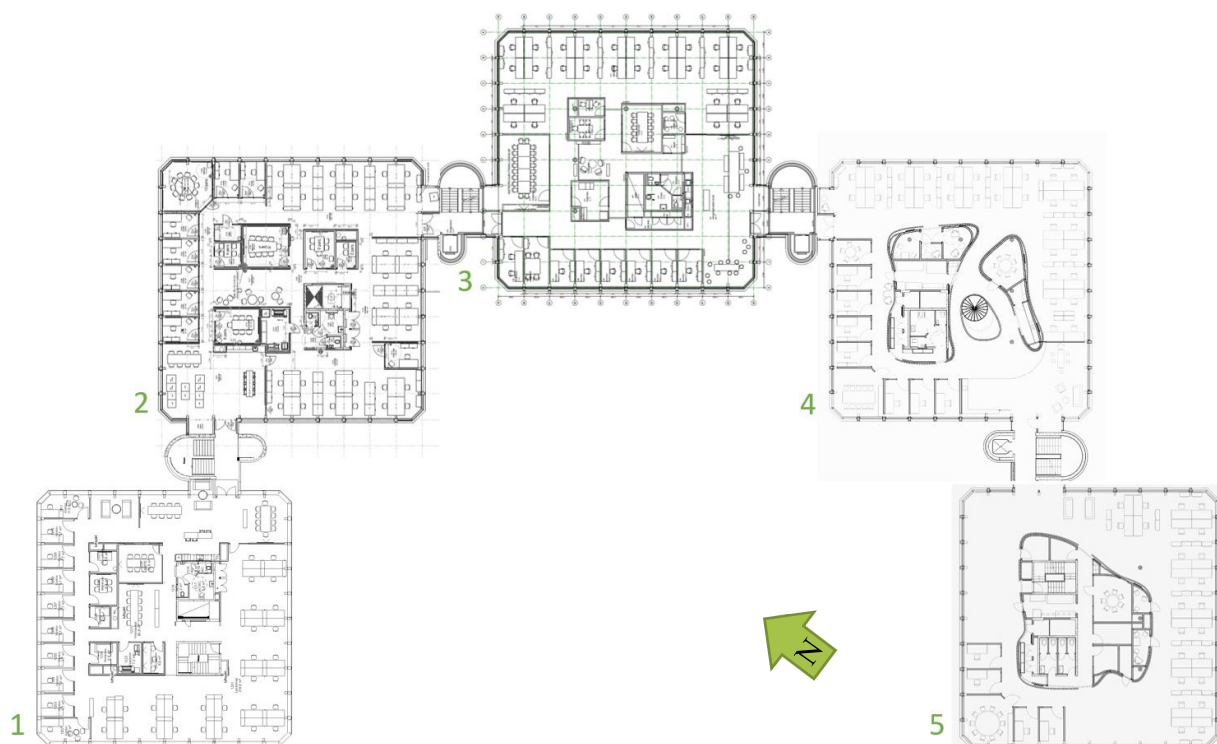


Figur 10. Original planløsning tegnet av arkitekten F.S. Platou AS



#### 4.1.2 Endringer i planløsningen på Powerhouse Kjørbo

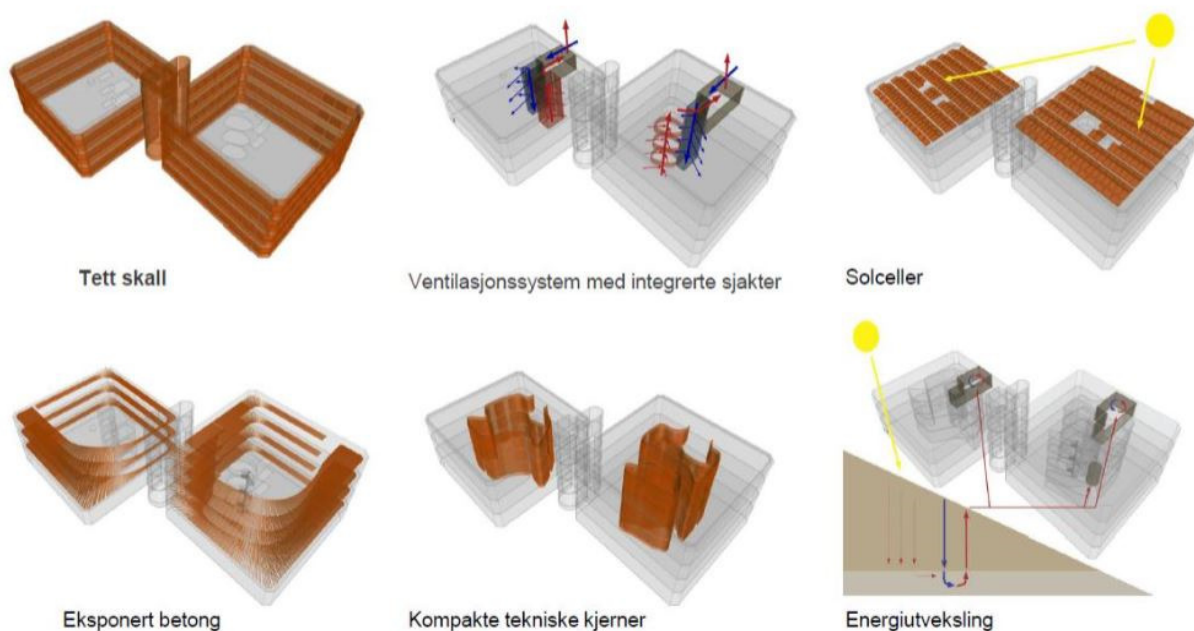
Den siste av totalt 5 blokker er under ombygging nå, og vil stå ferdig i løpet av 2018. Ved å sammenstille planene i 2 etasje så ser en helt tydelige endringer i planløsningen (Figur 11) fra første byggetrinn blokk 4 og 5 (Arkitektnytt, 2014) til andre byggetrinn 1, 2 og 3 (2018a). Første byggetrinn en mer organisk kjerne, mens trinn 2 så er kjernen blitt erstattet med rektangler. Det er ulikt antall cellekontor og møterom i blokkene, men alle har åpent kontorlandskap, cellekontor, stillerom, møterom og toalettkerne. Åpne landskap legges mot sør i størst mulig utstrekning. Dette fordi det er enklere å balansere ut varmen i et større rom, og dermed mindre behov for kjøling.



Figur 11. Sammenstilling av ulike planer, plan 2, Powerhouse Kjørbo. Planer hentet fra Arkitektnytt.no og Projectplace.no (her sammenstilt og gjengitt med tillatelse fra Entra).

### 4.1.3 Energikonseptet

Blokk 4 og 5, utgjorde første byggetrinn på Powerhouse Kjørbo. Der ble det første Powerhouse utviklet og bygget. Energikonseptet var en stor del av prosjektet, og som vist under (Figur 12) så besto det av flere komponenter.



Figur 12. Powerhouse Kjørbo. Kilde: Snøhetta

Som en del av Powerhouse konseptet så måtte Powerhouse Kjørbo ha hele sitt energisystem innenfor tomtegrensen hvor bygget ligger. Sjøvann som ligger i nærheten, kunne godtas som kjøling og varmekilde (kapittel 2.3). De måtte ha et tett skall for å klare energikravet, og fasaden var verneverdig, så det var samtidig viktig å beholde det samme uttrykket i fasaden. De hadde et krav til at fasaden skulle være svart og vedlikeholdsfri. Dette løste de med å bytte ut vinduene, etterisolere fasaden og kle den med forkullede ospeplanker (se bilde forside) (Arkitektnytt, 2014).

## **Powerhouse Kjørbo reduserer energibehovet ved å ha et effektivt ventilasjonssystem.**

Prosjektet ble ganske omfattende med tanke på ombygging av elektrisk anlegg. Det ville man ha fått uansett ved å gått fra et 230V til et 400 V anlegg, da er det trafobytte som resultat. I forhold til det gamle så har man vel havnet med en trafo som er nede i omkring 25% av den størrelsen av hva man hadde til den opprinnelige bygningsmassen. Så det viser bare litt av hva man har klart og fått til med den rehabiliteringen (9, 2018). Fortregningsventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning ble løsningen. Ventilasjonssystem med integrerte sjakter sørger for godt inn klima med behovsstyring, som har lavt energiforbruk. Et tradisjonelt anlegg sender luften rundt i bygget med kanalanlegg hvor hastigheten er opp mot 6 - 7m/s, mens på Kjørbo så sendes luften rundt med en hastighet på 1,5 -2,5 m/sek. Siden ventilasjonen har et lavt trykkfall blir effekt/energi til viftedrift redusert samt at det blir veldig lite støy fra ventilasjonsanlegget. Luften kommer inn langs gulvet, og stiger opp naturlig. Anlegget gir veldig bra luft i byggene, men virkningsgraden på varmegjenvinnerne er noe lavere enn forutsatt ved lave luftmengder i fyringssesongen (9, 2018). Byggene på Kjørbo får primærforsyning av varme- og kjøleenergi fra varmpumpeanlegg med energibrønner. Kjølebehovet dekkes ved frikjøling fra energibrønnene og kun i perioder med langvarig høy utetemperatur forventes å kjøre varmpumpa i kjølemodus. Denne løsning bidrar også til lavt effekt-/energibehov i byggene.

### **Solceller**

Som en del av Powerhouse konseptet så må den fornybare energien hentes ut innenfor byggets avgrensninger. Som en del av det så ble det etablert et lokalt solcelleanlegg oppe på det flate taket. For å optimalisere produksjonen (innenfor hva Bærum kommune kunne tillate i forhold til de vernede fasadene), så ble solcellepanelene montert med 10 grader symmetrisk helning øst/vest (Bugge, 2016). Det var hele tiden planlagt at det var 5 blokker som skulle bygges om til Powerhouse, og ved at de kunne bruke garasjetaket til solcellepark så klarte de å få nok areal til å dekke energibehovet som de hadde kalkulert med. I figur 9 under så ser vi av de gule feltene hvor mye solcelleproduksjonen utgjorde det første driftsåret på blokk 4 og 5.

## Termisk masse

På Powerhouse Kjørbo så utnyttet termisk masse for å oppnå lavere energibehov, mindre miljøbelastning og høyere komfort. Databladet utarbeidet av Sintef, lansert på nettsiden Bygg uten grenser, beskriver hvilke fordeler termisk gir et bygg (Sintef). De viktigste fordelene er at det reduserer energibehovet for oppvarming, kjøling og ventilasjon, og gjennom det reduserer klimagassutslippene. Rapporten nevner tre utfordringen med å ha mye eksponert betong. Akustikk, harde overflater som gir lang etterklangtid. Kuldebroer kan oppstå gjennom dårlig isolerte bygningsdeler. Samkjøring av aktive og passive tiltak for å unngå unødvendig bruk av det tekniske anlegget til å regulere innnetemperaturen.

## Lokal energiproduksjon.

Energiutveksling består av 10 brønner a`200 meter, 2 varmpumper på ulikt temperaturnivå (80kW til romoppvarming, og 8kW til oppvarming av varmt tappevann), og frikjøling. Erfaringer viser at varmpumpene har fungert bra, og bedre enn forutsett (3,9/4,2=>4,1). Fjernvarmen har fungert kun som reserve, ikke nødvendig som spisslast. Rom og data kjøles ned utelukkende med frikjøling fra brønn (Bugge, 2016). Kompakte tekniske kjerner fungerer godt med øvrig planløsning, og er et resultat av et enkelt teknisk anlegg. Masteroppgaven «Oppgradering av kontorbygg til plusshus: Caseanalyse av Kjørbo» (Overøye), har studert blokk 5 og viser til hvordan energikonseptet er løst. Den beskriver hvilke tiltak som er utført for å oppnå plusshus i den eksisterende bygningsmassen.

#### 4.1.4 Miljøprofil

I figuren under (Figur 13), så viser det hvilke BREEAM sertifiseringer på de fem blokkene som er Powerhouse på Kjørbo. Se mer info om hva BREEAM er i kapittel 2.3.2.



Figur 13. BREEAM sertifisering blokk 1-5 Powerhouse Kjørbo

#### Gjenbruk av bygningsmaterialer

Felles for alle blokkene var at fasadeglassene ble gjenbrukt til kontorfronter til cellekontorene. Disse var av mørkt, herdet glass, så størrelsen på de kunne ikke endres, dette resulterte i at alle cellekontorene har høyere, og bredere dører enn det som er standard. Betongdekkene, bærekonstruksjon og trappeløp ble også gjenbrukt i alle blokkene. Det var en kjempeviktig bidragsyter til energiregnskapet, da betong inneholder store mengder bunden energi og bidrar ved termisk masse, se kapittel 4.1.3. I tillegg så hadde man alt av infrastruktur i bakken, i hvert fall med tanke på røranlegg, man hadde vann og avløp inn, samt strømforsyning inn til trafo.

I blokk 1, 2 og 3 så gjenbrukte de i tillegg deler av de gamle himlingsplatene på 60x60cm. Disse ble brukt til veggabsorbenter for å optimalisere lydforholdene. Disse ble skjult bak stendere trukket med ullstoff rundt om i kontorlandskapet i størst mulig utstrekning, tilpasset radiatorer, luftdon, kjøkken og andre elementer som hadde plass i kjernen og sidevegger inn mot de åpne kontorarealene.

## 4.2 Resultat fra intervju

Dette kapittelet vil inneholde resultatene fra intervjuene av de 11 prosjekterende av Powerhouse Kjørbo, og en person som har et strategisk ansvar. Det ble foretatt en kvalitativ undersøkelse hvor 12 semi-strukturerte intervju ble gjennomført. For å bearbeide disse funnene så har jeg satt noen spørsmål opp mot hverandre og kategorisert noen der det har vært hensiktsmessig i forhold til forskningsspørsmålene. De fleste har svart ut ifra sitt fagfelt, mens noen har svart for flere fagfelt. De fleste som er blitt intervjuet er senior rådgiver som har lang erfaring med å jobbe tverrfaglig så kan en anta at det også gjenspeiler seg i kunnskapen deres.

### 4.2.1 Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse?

På spørsmål om de tre viktigste egenskapene så svarte de fleste gjenbruk av betong. Utover det så var svarene litt ulike, men jeg laget en liste som viser punktene som ble fremhevet som de viktigste i tilfeldig rekkefølge:

- God beliggenhet
- Selvbærende betongkonstruksjon som kunne gjenbrukes
- Riktig leietaker
- Store vertikale føringsveier
- Energikonsept som går i pluss

- Gjenbruk av tak, fasadeglass og himlingsplater
- Gode dagslysforhold
- Lite kontorbygg med mye soleksponert areal på tak
- Gode K-verdier både på vindu og fasade
- Miljøbevisst eier

### Suksesskriterier for å gjennomføre en slik ombygging

Powerhouse Kjørbo har klart å oppnå sine miljøambisjoner, og kontorlokalene har blitt leid ut, så i den sammenhengen kan vi konstatere at det har vært en suksess, både for prosjekteringsgruppen og eieren. Etter få ha gjennomført intervjuene så har jeg notert meg følgende sitater som forklaring på Powerhouse Kjørbo sin suksess.

### Powerhouse konseptet:

- «At man har et klart konsept, og at man klarer å gjennomføre det på alle nivå» (1, 2018)
- «På Kjørbo og Powerhouse så har vi en definisjon, og vi vet hva et Powerhouse er, det er beinhardt mål og det er så entydig at det ligger til grunn helt fra vi starter prosjekteringen» (7, 2018).
- «Kjørbo mener jeg har vært kjempeviktig for den nye forskriften vi fikk. Fordi politikerne så at det var mulig å strekke seg langt. Det er alltid et hylekor som sier at alt er umulig, men der har regjeringsfolk, stortingsfolk som har sett at det går an bare man vil. Det tror jeg har vært kjempeviktig, vi har vist bransjen hva som er mulig. De plussenergibyggene som popper opp ellers, tror jeg ikke vi ville sett i den graden eller så tidlig hvis ikke det var for Kjørbo. Så det er en kjempesuksess» (7, 2018).
- «Det er bare konkurrentene våre det ikke er en suksess for»(7, 2018).

### Bygningskroppen:

- «Beskaffenheden på det eksisterende da, det må gjøres en tilstandsanalyse. Det er klart at på Kjørbo, så kan man jo lure, man slet jo med nyttelaster på dekkene. Dagen dimensjonering stiller jo helt klart andre krav»(3, 2018).
- «Takhøyden er veldig viktig»(5, 2018).
- «Det er kanskje marginalt gunstigere, man har tross alt noe å ta vare på, men her på Kjørbo så kunne man ta vare på betongen, man hadde alt av infrastruktur i bakken, i hvert fall med tanke på røranlegg, man hadde vann og avløp inn. Også med tanke med strømforsyning inn til trafo» (9, 2018).
- «Bygge en bygningskropp med en vegg på 30cm isolasjon og gode vinduer med solavskjerming og på vinduene, så er det hovednøkkelen til suksess» (10, 2018).
- «bare å bruke kjent teknologi innvendig for å lykkes» (10, 2018).
- «Og så har vi selvfølgelig, så produserer vi varme selv fra brønner, jordbaserte brønner ikke i vann, men inne på land og disse solcellepanelene i dag som produserer like mye energi som vi totalt forbruker i dag inkludert leietakers utstyr» (10, 2018)
- «Det er viktig at når man bruker fortrengingsventilasjon som vi har brukt her, det vil si at det er en veldig svak luftstrøm som kommer langs gulvet på tilluft så er det viktig å tenke på møblering sånn at luften går helt ut til fasadene» (10, 2018).
- «For the construction, the use of materials, try to find any possible way to save CO2 is the key for Powerhouse. It goes into the budget, so if you save less Co2, you have to produce more energy right» (11, 2018).
- «Kjørbo is based on a nutshell system, the skin of the building is a tight as possible to minimize heat loss and heat gain» (11, 2018).

### Eier:

- «Aller først så vil jeg si byggherre med et klart definert mål og tydelig prosjektleder. Det var det største og viktigste suksesskriteriet» (6, 2018).
- «vi har jo et samarbeid, byggherren er med og utvikler konseptet, og tar risiko, og det er helt avgjørende for å lykkes» (7, 2018).



- «Det må i hvert fall være en motivert byggherre som er oppriktig interessert i å få til det overordnede målet og klare nå et Powerhouse resultat, og da går det og på at man er villig til å ta en slik merkostnad som en slik bygging medfører» (7, 2018).
- «være tro mot merkevaren og definisjon» (12, 2018).
- «Et av målene til Powerhouse er at det skal kunne løses på kommersielle vilkår, men det er klart at Enova bidraget er en vesentlig faktor i de prosjektene som finnes, og for en den graden av innovasjon som ofte må til i Powerhouse så er det interessant for Enova og være med og dokumentere de verdiene» (12, 2018).
- «Entra sier at når det kommer til stykket så er det 10-12% høyere kostnad enn om man skulle ha drevet med en mer tradisjonell rehabilitering uten spesielt energifokus. Vi står vel litt igjen med å gjøre alle økonomitall litt mer offisielle» (9, 2018)

### Prosjekteringsgruppen:

- «Det med tverrfaglig samspill, samprosjektering, og at det er god og riktig kompetanse i alle ledd» (4, 2018).
- «Det går på planleggingene og at en har alle de riktige fagene inne og at en har eksperter som kan si hva som er Breeam og ikke» (8, 2018).
- «men å bruke en modell er en absolutt et pre, man ser på forhånd hva man har muligheter for å montere og bygge og kan koordinere de forskjellige fagene i forhold til hverandre» (9, 2018).
- «viktig at det i produksjon og prosjektering holder på de mål og ambisjonene som ble lagt i tidligfase at man ikke slipper fokus på målet» (12, 2018).

### Sluttbrukeren:

- «Asplan Viak hadde sagt seg villig til å være leietaker av de to første blokkene. Så man hadde sikret seg før det var helt ferdig utviklet» (9, 2018).
- «People should feel comfortable in it. And I think that is where technology, or the decision of it, how you deal with heating and cooling, the ventilation system» (11, 2018).

### Drift:

- «En lykkes ikke med et Powerhouse om man ikke har en grundig oppfølging etterpå. Vi har minst et til to år med oppfølging. Og fått tunet inn anlegget, og det er helt avgjørende for et Powerhouse, vi måler oss på antall rett og slett kilowatttime og ikke teoretisk» (7, 2018).
- «Nå holder vi på i blokk 3, vi er nå halvveis og vi ser at vi treffer nøyaktig og det går på luftmengder og sånn, og driften må også kjenne til konseptet. Hvis en person klager på at det blir for kaldt så går det ikke an å sette opp temperaturen på hele blokka» (7, 2018).

### BREEAM-NOR:

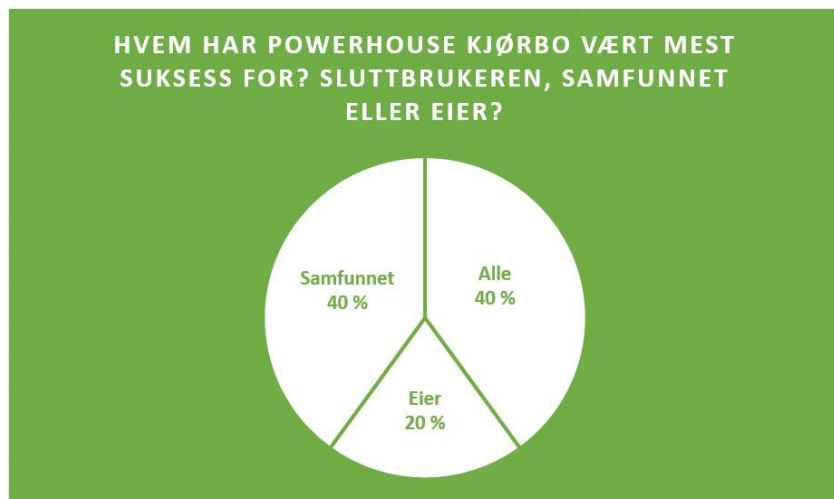
«Det er viktig at prosjektorganisasjonen, prosjektledelsen og byggherre har et eierforhold til Breeam. Det hjelper ikke at det sitter sånne som meg som bare blir et hår i suppa, Breeam må være en del av totalen, og det er ikke en saneringspost» (7, 2018).

Gjennom intervju av prosjekteringsgruppen så spør jeg om det har vært noen BREEAM-poeng som har vært vanskelig å oppnå. De fleste har svart ut ifra sitt faglige ståsted, mens noen viste ikke, men det var ingen som nevnte noen poeng som var vanskelig, men noen faktorer ble fremhevet. En viktig faktor var at blokk 4 og 5 var Outstanding, mens blokk 1,2 og 3 skulle sertifiseres til Excellent. Dette gjorde arbeidet lettere, ikke bare på grunn av

enklere krav, men også den erfaringen som prosjekteringsgruppen hadde fra blokk 4 og 5. En annen faktor som også var nevnt medvirkende til at det prosessen gikk lettere var bransjens håndtering av dokumentene, EPD. Det var tydelig at byggebransjen har blitt mer vant til å levere slik dokumentasjon, og har det liggende klart. På blokk 4 og 5 så var det mye venting på at de måtte lage dokumentasjonen. For elektro så hadde de i overgangen fra blokk 4 og 5, til å levere alt av belysning i LED armaturer, passe på at det var flimmet fritt og styring på det. God kvalitet var veldig viktig. For akustikk så var det ikke så enkelt å dokumentere i samsvar med kravene i den gamle BREEAM manualen. Når man sendte inn så fikk man kryptiske meldinger tilbake. I prosjektering av blokk 1,2 og 3 så brukte vi den nye manualen, og da gikk man ikke for de innvendige lydpoengene. Det går absolutt an å feile på en BREEAM-sertifisering, men det ble sagt under intervju; «*der gjorde Skanska en kjempejobb og var på den ballen hele tiden*» (3, 2018). Ved å justere ned kravet på de tre siste blokkene så kunne man blant annet gå ned på den termiske massen i himlingen og ha mer akustisk himling, men prosent eksponert himling ble hele tiden kontrollert under prosjekteringen. Utforming av planløsningen måtte gjennom revisor før den ble godkjent, plassering av kontor og møterom måtte avklares i henhold til dagslys. Garderobeløsning og sykkelparkering var utformet hensiktsmessig i henhold til BREEAM-poeng. Du får ekstra poeng hvis du har uteareal rundt som er beplantet. De kunne få ekstra poeng om de vannet staudebedet med kanne istedenfor automatisk vanningsanlegg. Entra valgte en mellomløsning og vannet manuelt med en vannslange, da det sparer vann og tiden drift bruker på det.

På spørsmål på om tilgangen til strøm har satt noen begrensninger så svarte to at de ikke hadde noen kjennskap til det, resten svarte nei, at det ikke hadde satt noen begrensninger for prosjektet.

På spørsmål 13, ble intervjuobjektene spurt om hvem Powerhouse Kjørbo hadde vært størst suksess for? Sluttbrukeren, samfunnet eller eier? Her svarte intervjuobjektene litt ulikt (Figur 14). Det er mulig at flere hadde svart alle om det var et alternativ.



Figur 14. Svar på spørsmål 13. Hvem har Powerhouse Kjørbo vært mest suksess for?

#### 4.2.2 Konsekvenser for eier, sluttbruker og prosjekterende av Powerhouse konseptet?

For å avdekke forskjellene mellom et Powerhouse og et annet kontor i dagens standard brukte jeg et passivhus som ikke er et Powerhouse, som sammenligning i intervju. Jeg stilte ulike spørsmål om konsekvensene et Powerhouse har hatt i form av konseptet, og hvordan dette har påvirket eier, sluttbruker og de prosjekterende. Det ble påpekt av flere at konsekvenser var et litt negativt ladet ord, og mange ønsket å bruke muligheter istedenfor, men hensikten var å avdekke hvilke forskjeller som kommer ut av et slik prosjekt.

For å avdekke disse konsekvensene så stilte jeg spørsmål om hva de tre største forskjellene mellom et tradisjonelt kontorbygg og et Powerhouse er. Har også i denne sammenstillingen tatt med svar fra spørsmål 10 og 19, som omhandler om tilgangen til strøm har satt noen begrensning og om dette har endret seg fra første byggetrinn til siste.

Energikonseptet og det tekniske anlegget blir nevnt av samtlige i ulik grad. «Den største forskjellen er at Powerhouse skal produsere mer energi enn det bruker», dette er noe samtlige nevner. I tillegg så beskrives det tekniske anlegget som følgende:

- «Det er jo ingen radiator, lite himlinger, eksponert betong for å få varmutveksling og ikke noen kjølemaskiner» (5, 2018).
- «Ideelt sett hvis alle hadde hatt powerhouse så kunne vi solgt energien til utlandet og redusert kullkraft i utlandet» (3, 2018).
- «Det er ikke nødvendigvis kompliserte tekniske systemer som ligger i Powerhouse, mye av det må kalles passive tiltak, gjennom godt isolert fasade, klimaskjerm og tenke på dagslys, tenke på termisk masse for å få stabile og jevne temperaturer for det som med høyeffektive LED og ventilasjonsanlegget med lave hastigheter med store kanaler. Sammen så blir det veldig bra» (4, 2018).
- «Hvis du tenker ventilasjonsløsninger og varmen, og vi har tre radiatorer sentralt plassert istedenfor under hvert vindu. Liten grad av ventilasjonskanaler i taket, og så er det med eksponert himling. Det dukker opp det og, i kontorbygg, men at man har så ren og ryddig himling i de blokkene er ikke så vanlig. Så er det det med forutsetningene om at vi ønsker åpne volum i forhold til ventilasjon. Vi har sagt noe om hvor tett det skal være så det er noen flere føringen i et Powerhouse enn det er i et normalt kontorbygg. Der ville du lagt ut planløsningen og prosjekter deretter, men har vi sett alt sammen og funnet løsningen sammen» (4, 2018).
- «Det første punktet jeg kom på som kanskje er et lite punkt, men som irriterer meg mest her er at det alltid kaldt vann i vasken på toalettet» (6, 2018).
- «Hvis du bygger like god bygningskropp, som burde vært en selvfølge i dag, så er forskjellen på et tradisjonelt kontorbygg og et Powerhouse, at man har energikilder, som solcellepaneler og brønnenergi slik at man slipper å bruke energi fra offentlig nett» (10, 2018).
- «Det er mye teknikk og bygg henger sammen på en mye smartere måte. Fagene har jobbet hver for seg og så klasker man det sammen til slutt. Her er det veldig godt integrert og energiforsyningen er tilkoblet varmeovnene, og varmeovnene er tilkoblet de behovene man har. Det er bare noen få radiatorer og det er veldig

*konsepttankegang hele veien, og det synes jeg er en vesentlig forskjell. For ikke å snakke om energiforbruket og oppfølgingen etterpå» (7, 2018).*

- *«Det er det å tørre å gjøre valg av tekniske anlegg så enkle som mulig. På ventilasjon så er det gjort en del valg som at man har valgt å skrelle bort unødvendig installasjoner. Man bruker hovedsakelig et kanalnett for å distribuere luft så bruker man sentral områder for å trekke luft ut av bygget igjen. Redusere omfang av kanalnett og redusere omfang av det jeg kaller dippedupper. Tilsvarende på varmeanlegg, tørre å ta inn at man har bygd en god klimaskjerm, man har bygd 30cm i vegger, man har et begrenset varmetap, og da skal det være unødvendig å installere et tradisjonelt varmeanlegg og strø rundt seg med radiatorer i alle rom» (9, 2018).*
- *«Og så er det å tenke på at man bruker tid når man er ferdig å kjøre det inn, at man er litt nøye med å følge opp energiforbruket til å begynne med. Hos oss så er det slik at om man ikke er på kontoret så er det en bevegelsessensor, hvis du ikke er detektorer inne på et kontor, så har du bare strøm til pc-en din, alt annet blir skrudd av. Vi har samme på forbruk på vann, som i Norge kanskje ikke er så viktig, men vi har det samme på vann. Så hvis det ikke detektorer bevegelse inne på toalettet så er all vanntilførsel stengt av med magnettilførsel» (10, 2018).*

En del svarer at Powerhouse påvirker samfunnet vårt, og dytter samfunnet vårt i en mer miljøvennlig retning:

*«Powerhouse utfordrer arkitekter, og andre til å være mer miljøvennlig, kan ikke si det heller, men det gjør at arkitektur utvikler seg. Det er noe som bidrar til et bedre samfunn» (2, 2018).*

*«Differanse is huge, its enormous, It's a totally change of perspective. It's how buildings are built and the role of a building. The role of a building in the society, I think that is the amazing thing about Powerhouse, or any other sustainable project» (11, 2018).*

*«We have to be more conscious, and aware of work, and the place in society and the environment. The user also has to party to that change» (11, 2018).*

Alt henger sammen med alt, BREEAM påvirker planløsningen, planløsningen påvirker det tekniske anlegget og omvendt:

*«Løsninger for saktegående ventilasjon gjennom don, som skyver ut luft på gulvnivå i landskap og trekker det inn sentralt til et punkt. Som har betydning for hvordan det utformes, og det har spesifikke krav til hvor det kan være små rom. Det skal ikke være små rom på sørvendte fasader. De skal helst legges til nordvendte fasader» (1, 2018).*

*«Hvis man ville hatt kun cellekontorer så hadde vært en begrensning» (3, 2018).*

*«det paradigme at form følger miljø, kontra form følger funksjon, er en game changer, for det at Powerhouse definisjonen gir en annen formgivning, både eksteriørmessig og interiørmessig» (12, 2018).*

### **Hvilke konsekvenser Powerhouse har for sluttbruker på Kjørbo**

Her har svarene vært som forventet litt ulike. Det er prosjekterende som intervjues, og noen har erfaring som sluttbruker, mens andre har en antatt formening om det. Det meste omhandler planløsningen og det tekniske anlegget:

- Mindre ventilasjonsstøy
- Synlige føringer
- Tåle større temperatursvingninger
- Krav til ingen møbler blokkere luftstrømmen
- Ta hensyn til dørbruken, de må være åpne med jevne mellomrom
- Akustiske plater på tak og vegger
- Krav til at 70% sitter i landskap
- Sonestyrte belysning
- Gulvet kan ha et avvik på opptil et par centimeter
- Godt med dagslys
- Fine og lyse lokaler
- Lavt energiforbruk
- Godt inn klima med soneinndeling med temperatur -og CO<sub>2</sub> følere

- Muligheten til å sette noen vinduer på gløtt
- Fleksible grenstaver
- Store lukkede rom krever at de ligger ved siden av hverandre
- Begrensing i antall parkeringsplasser
- Begrenset mulighet til å låse cellekontor
- Mulighet til å bruke kontorbygningen i PR sammenheng
- God miljøprofil
- Ingen varmekilder langs yttervegg som gir god fleksibilitet
- Lite himling i taket med eksponert betong som kjøler og varmer etter behov
- Tett fasade som gir god beskyttelse mot ulike værtyper
- Mange besøkende som er interessert i å ta del i den nye kunnskapen
- Bra beliggenhet
- Nær kollektivt knutepunkt

De fleste svarene var som de listet opp over, var veldig konkrete, men en jeg intervjuet hadde også en filosofisk tilnærming til hvordan sluttbrukeren kunne bli påvirket:

*«I think the potentially benefit, from an optimist, is that people become more aware. You know, the society if where made more aware. And I hope that people feel better. That you know that people put on an extra sweater or a jacket, instead of turning on the heat, hopefully that awareness wear off, and they will be able to make other decisions and choices in life. Better conscious, better health. Yeah!(11, 2018)».*



### Hvilke konsekvenser har Powerhouse Kjørbo hatt for eieren?

Byggherreombudet er intervjuet om hvilke konsekvenser Kjørbo har hatt for eier, men følgende svar gir også innblikk i hva prosjekteringsgruppen tror det vil si for eier å ha et Powerhouse Kjørbo i sin portefølje. For eier så er det to faser, før og etter overlevering. I prosjekteringsfasen så vil det være:

- Høyere investeringskostnader
- Fokus på kvalitet
- Fordel med langsiktig leiekontrakter
- 10% rimelige elektroentreprise når en slipper styring mellom varme og kjølesekvensstyring
- God PR
- Vise at man er ledende i bransjen

I driftsfasen så har disse punktene blitt nevnt.

- Det er et annerledes anlegg å ta vare på
- Fokus på driftssystemer
- Lavere driftskostnader
- Attraktive lokaler ved at de er miljøvennlige
- Fleksibelt bygg

*«Han sier til meg at du må huske på det, at det å drifte, og holde en jevn temperatur i et Powerhouse, er det samme som å ha en 1,2 l turbo diesel på en oljetanker. Hvis du lar det begynne å skli den ene veien så tar det veldig lang tid å reversere»*

*«Powerhouse er jo et konkret energigjerrig bygg, men det gir jo image å ha det bygget» (10, 2018)*

For å drifte dette i henhold til kalkulerte tall så har Entra gode rutiner som ivaretar det.

*«Lavere driftsutgifter, energibruken fra før til etterpå er betydelig lavere, tror det var 280kW en begynte på, pr m<sup>2</sup>, nå er det nede på 33kW pr m<sup>2</sup> inkludert brukerutstyr fra 4 og 5. Det henger sammen med Powerhouse, det er veldig fokus på systemer, når vi sitter i driftsmøter og optimaliserer, og styrer systemene, og får de på riktig nivå, hvordan vi balansere for å få ned energibruken. Det er veldig høyt detaljnivå i prøvedriftsperioden som en kanskje ikke har sett i andre prosjekter. Så jeg har notert driftsutgifter og optimalisering av systemer» (4, 2018).*

### **Konsekvenser Powerhouse Kjørbo har hatt for de prosjekterende.**

På dette spørsmålet stilt til de prosjekterende så er svarene veldig entydig. De mener at samprosjekteringen har vært veldig viktig, og et felles mål har vært veldig avgjørende. Powerhouse konseptet gir i seg selv sterke føringer for de prosjekterende, men de må også hensyn ta energikonseptet, BREEAM-poengene, eiers ønsker og leietakers behov samtidig som det er en totalentreprenør som har noen interesser. Dette er en krevende prosess, og stiller krav til at prosjekteringsgruppen har god kompetanse og samarbeidsevne. Selv om det meste av utviklingen skjedde på blokk 4 og 5 så viser det seg at hver en minste endring må sjekkes mot alle interessentene i prosjektet.

- *«Man bør være veldig klar på det i oppstartsmøte at det er veldig klare premisser for hvordan prosjektet skal gjennomføres, slik at man prosjekterer rett løsning tilpasset konseptet» (1, 2018).*
- *«Tenker at det setter noen krav til kompetanse, og det setter krav til samspill, men også nytenking og problemløsning, og det er mange nye koblinger og nye løsninger» (4, 2018).*
- *«Jeg tenker at det å evne å se hele bildet, at det er ekstremt viktig. At man må være mer flerfaglig, at man må forstå de andre fagene sine problemstillinger enn det man gjør på et vanlig prosjekt. Ikke minst så kan man ikke stå helt fritt når det kommer til materialvalg, man er nødt til diskuterer materialvalgene, spesielt det som har med*

*bundet energi å gjøre, og det som har med de andre fagene å gjøre om en velger løsninger som ødelegger for de, og det har vært sterkt i Powerhouse» (6, 2018).*

- *«Man må tenke helhet, og de er litt av problemet at hvert enkelt fagområde kan være litt for nær sin egen navle. Og ikke tenke at det overordnede målet, konseptet og det man skal oppnå er powerhouse, og da kan ikke alle fag tenke på seg selv» (9, 2018).*
- *«Architect design something, they handed it over to the engineer, and they hand it over to the builders. And there are obviously some more steps in between, but it was efficient supply changer right. Everybody do their thing, you put on a bolt, and it moves down the assembly line, and somebody else is putting on a bolt. Its efficient if everyone do the same, or every product is the same, minimum of variations. But for Powerhouse, everything had to be tailored to the site. So, the designing had to happen to a precision, to a much higher level, and that is the struggle for us, because it's sometimes hard to get our heads around how much that is acquired from us, in terms of us to coordinate a large group of people that are part of project. To generate consequences, and some innovations, it's terribly time consuming, but eventually rewarding» (11, 2018).*
- 

#### 4.2.3 Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?

Det finnes mange som har studert Powerhouse Kjørbo, men de fleste har sett på de to første blokkene som ble ferdigstilt. De klarte miljøambisjonene sine, men ved ombygging av blokk 3, så kommer byggherre med en ny bestilling; *«vi begynte i forprosjekt i blokk 3, med da en målsetning om kommersialisering, få det ned på et annet nivå, hyllevare, som var en setning» (4, 2018).*

For å kommersialisere og videreutvikle konseptet ble følgende endringer identifisert:

#### Bygningsmessige endringer

- *«I tillegg så var det noe, spesielt i blokk 5 så har det vært litt kaldt i 1 etasje. Fordi man ikke isolerte ned til kjellere. Man klarte ikke helt å bli kvitt kulden som kom fra*

*under gulvet. Og det var kanskje ikke en ramme man fikk, men hvis ikke det var for at man skulle bruke så lite materialer som overhodet mulig så, jeg føler at Powerhouse konseptet har vært sterkest i blokk 4 og 5 og der har man hatt størst fokus på å bruke minst mulig materialer, minst mulig energi. Dermed så har kvalitetene i blokk 4 og 5 noe lavere. Kanskje en høyere miljøgevinst?» (6, 2018).*

- *«Fargebruken er endret» (1, 2018) (Leietakers ønsker)*
- *«Det ligger i reduserte byggekostnader, og da med hvordan en bygde de veggene inni der. For alle de veggene hvor ingen av veggene var like og den geometrien i blokk 4 og 5. det var helt uaktuelt å gjøre på nytt for det ble for dyrt. Da ble det over til 90 graders vinkler og mye enklere formspråk. Pluss, målet var å ha mer hyllevarer på alt, samtidig så vil jeg si at det er gjort mye spesialarbeid for alt arbeid med lydabsorbenter som er bygd på stedet omtrent og det finnes ikke som et produkt. Det er bygd av tre stendere og gamle himlingsplater, det som ble demontert da de begynte å rive, men jeg vil si at det er spesial og ikke hyllevarer» (8, 2018).*

### Planløsningen

- *«Planløsningen, spesielt i blokk 2, den reduserer behovet for cellekontorer, for der er det relativt mange stillerom og scyperom.» (3, 2018).*
- *«hovedforskjellen er at geometrien på veggene ble forenklet pluss at det er en helt annen løsning for absorbenter. De lamellene krevde, det var helt sinnsykt arbeid med å få de hengt opp rett for det er tusenvis av de lamellene som skal henge rett for de skal henge i et visst mønster, så der var det en montasjekost som ble helt sinnsykt. Så derfor et helt annet konsept» (8, 2018).*
- *«Vi begynte først, da vi først begynte å prosjektere å dra noe av det samme formspråket over, for da visste vi ikke at det var helt uaktuelt å gjøre det, men vi skjønte fort at det ville bli noe helt annet. Derfor ble det firkanter, så rasjonelt som mulig istedenfor buer» (8, 2018).*
- *«Korte endevegger i landskapet for og plassering av cellekontor mellom teamkontor. Dette har betydning for soneinndelingen og luftsirkulasjonen» (1, 2018).*

- «Norconsult hadde jo litt andre ønsker om planløsning enn det vi hadde i blokk 3, dere hadde fokus på flere stillerom, kanskje litt mer cellekontor og slike ting» (4, 2018).
- «Utover det så er romløsningene litt annerledes, det er flere små rom som gir litt mere kringler og kroker sånn i teorien slått seg litt på luftenergien. Det gjøre det nok, det går nok litt mer energi til viftene, men vi har undersøkt det, og vi har regnet mye på det at det går i hop, og vi har jo kontorlokaler i kjelleren i blokk 1 og 2, det har vi ikke i blokk 4 og 5 og det er jo begrenset høyde nedi der så det er ikke bare å etterisolere gulvene, så de har regnet mye på de arealene som vi kan få til etter isolering, og hvordan vi kan få til betongen, den har blitt pigget opp der, eller hvordan gjorde de det. Eller la de noe oppå betongen, det husker jeg ikke helt, men det har vært begrenset med høyder der. De gjorde litt ulikt i de ulike rommene tror jeg. Ja, de la isolasjon i randsonen og latt vært å legge isolasjon i kjernen og andre rom som ikke det var behov for oppvarming. Det er vel hovedsaken» (4, 2018).
- «Ja, det blir jo litt sånn de punktene som jeg trakk innledningsvis hvor vi har gjort de endringene, som også har vært litt sånn kostnadsfokuseret og men for eksempel vi har ikke den intern trappa. Vi bygde ikke den flotte intern trappa som er i blokk 4, den kostet kjempe mye, for det er jo en ventilasjonskanal, så alt er jo litt enklere» (7, 2018)
- «Og så har det skjedd noe på design, så var det veldig mye buede former som bygg og Skanska måtte bruke veldig mye tid på å designe og bygge. De sa vel at det kostet fire ganger så mye som å bygge 90 graders vinkler hvor de måtte dele opp stendervegg veggen og bøye gipsplater og løsningen med lyddemping, og himlingsmonterte baffler har blitt endret fra blokk 4 og 5 til de andre blokkene» (9, 2018).

## Akustikk

- «Vi aksepterte at inntil 50% av himlingen kunne ha disse himlingsplatene i blokk 1,2 og 3 i forhold til 4 og 5 hvor 80% av himlingen er dekt av de vertikale bafflene. Så det er et eksempel på at man har gitt seg litt på det ekstrem kravet på eksponert bygningsmasse» (9, 2018).

- «I blokk 4 og 5 at det man aksepterte som bruker noe lavere kvalitet på lokalene sånn rent funksjonsmessig. blokk 1,2 og 3 i forhold til 4 og 5 hvor 80% av himlingen er dekt av de vertikale bafflene. Så det er et eksempel på at man har gitt seg litt på det ekstremt kravet på eksponert bygningsmasse» (9, 2018).
- «Det vi har gjort videre er egentlig tuning i forhold til det med lyd. For på blokk 3 så slet vi veldig med lyd. For i Skanska så skal vi alltid bruke 90cm med gips, det vil si stendere på 45cm. Det ga stort utslag i rom og akustikk. Og det var ikke akustikeren klar over når han gjorde sine beregninger. Vi endret antall gips og mantlet kanaler og litt sånn» (3, 2018).
- «Vi har jo helt andre type absorbenter, istedenfor de ekstremt dyre resirkulerte pet flaskene som egentlig ikke har den beste effekten, så har man nå fokusert mer på gjenbruk av materialer, og kunnet gjenbruke himlingsplater slik at man har redusert materialbruk, og man har redusert kostnader» (6, 2018).
- «Vi har også fått bedret kvalitetene i blokk 1,2 og 3 for at det ble tillatt å dekke deler av himlingen, noe som vi ikke fikk i blokk 5 og 4. Det har vært en stor utvikling på hvilke akustiske løsninger som har blitt valgt, og det har vært et veldig stort fokus på dette her med gjennomføringene og hvilke vegger man tillater at man har føringer gjennom og hvordan man skal unngå lydsmitte mellom rom selv om man ønsker så lite trykktap som mulig. Det har vært veldig mye som har skjedd fra blokk 4-5 til blokk 1,2 og 3» (6, 2018).

### Tekniske anlegget

- Det har blitt forbedret i blokk 1, 2 og 3 ettersom man har forenklet konseptet. Det var i blokk 4 og 5 at vi kunne lage et energieffektivt bygg. Powerhouse konseptet har vært sterkest i blokk 4 og 5 og der har man hatt størst fokus på å bruke minst mulig materialer, minst mulig energi» (6, 2018).
- «I blokk 4 og 5 så hadde vi lysrør og nå har vi LED. Vi forventer 30% reduksjon fra å gå fra tradisjonelle lysrør T5 rør til LED» (5, 2018).
- «Ja, det er jo Enova prosjekter dette her, og vi har fått veldig mye teknologi støtte, og der vi søkte på blokk 1,2 og 3 så var det en stor søknad så måtte vi vise til hvilke forbedringer vi skulle gjøre der fra blokk 4 og 5. Det viktigste var kanskje

*lyskonseptet kanskje, et veldig mye mer effektivt lyskonsept uten at jeg har alle detaljene helt klar der, men vi fikk en veldig god lysrådgiver inn på blokk 1,2 og 3» (7, 2018).*

- *«Og det funker, vi ser det på målingene, at det har gått betydelig ned. Bedre solcelleteknologi, vi gikk jo videre der selvfølgelig. Vi fulgte på med hva som kom der av ny forbedret teknologi, og ventilasjonssiden så valgte vi litt mindre ventilasjonsaggregater, for på blokk 4 og 5 at de var for store. Poenget med å velge store ventilasjonsaggregat var å få lite motstand i aggregatene, men det viser seg at det da gikk virkningsgraden i aggregatene ned da de ikke var tiltenkt de lave lufthastighetene så de fikk lav virkningsgrad. Så vi har gått ned på størrelsen slik at det er mer tilpasset de lave lufthastighetene som er en del av ventilasjonsprinsippet» (7, 2018).*
- *«Og varmpumpeanlegget er ikke dimensjonert opp til hundre prosent. Vi skal spisse litt med fjernvarme, vi har ikke gjort det enda, men vi har fått ned kostnadene litt der og for vi hadde rom for det innenfor powerhouse regnskapet vårt. Det har vi regnet på. Ellers så har jeg nevnt det med belysning og solceller, og de glassene og ventilasjonsaggregatene. Vi har gått på en bedre teknologi, men vi har redusert litt og for å få ned kostnadene. Vi hadde en stor margin så vi har tatt ned marginen bitte litt så har vi flyttet litt over på fjernvarme for å redusere litt på kostnadene. Teknologien i seg selv er blitt bedre så per kvadratmeter så produserer solcellepanelene litt mer, enn på blokk 4 og 5 da. Vi er blitt bedre på lys, vi har fått ned lysforbruket betraktelig. Så da får vi bedre virkningsgrader på varmegjenvinningen og for vi har et mer tilpasset ventilasjonsaggregat. De gir litt høyere vifteenergi, men bedre virkningsgrad da. Det er sammensatt det her» (7, 2018).*
- *«Tekniske løsninger for vvs og energiforsyning, blir forholdsvis lik i alle de fem blokkene. Det er vel marginalt bedre på de årene mellom de blokkene her sånn, man får vel ut en prosent mer i de siste som monteres i blokk 2 nå enn det som er i blokk 4 og 5. En prosent er en virkningsgrad. Nå husker jeg ikke hva vi hadde på blokk 4 og 5 om det var 20 prosent, at man kan kanskje ligger på 21 i blokk 2 uten at jeg har de tallene i hodet» (9, 2018).*

- «Vi redusert litt størrelsen noe på ventilasjonsanlegg. Vi var veldig usikker i starten på hvor store anlegg vi trengte. Du kan si at de ventilasjonsanleggene vi satte inn der kunne kjøre 25 000 kubikk og vi kjører 5-6000 kubikk og da får vi litt lite luftstrømninger over gjenvinnere, og da sliter vi med å få så høy virkningsgrad på den som ønsket» (10, 2018).
- «Største forskjellen er at det er Led basert belysning, og at vi hadde store radiatorer på blokk 4 og 5, mens det er brukt konvektorer på blokk 1,2 og 3, altså en radiator med vifte i » (10, 2018).
- «Når jeg har presentert blokk 4 og 5 så er det noe jeg skulle ha gjort annerledes i blokk 4 og 5 så er det å ha mindre effekttrinn på varmpumpene for å ha hatt større mulighet til å kunne regulere, og det har vi fått til i de andre blokkene. Det har med teknisk utvikling å gjøre også, i disse årene så har det skjedd noe med varmpumpene de har gått over til frekvensregulerte varmpumper og kompressorer, det vil si kontinuerlig regulering, istedenfor å ha 25kw-og 50kw trinn som banker ut, så det har skjedd noe med tilgjengelig teknisk utstyr. Det var noen som sa at en har gått ned på størrelsen på styrken på det tekniske anlegget? Nei, det som er i byggene er veldig likt i alle byggene, på de siste blokkene så har vi gått ned på aggregat størrelse, et trinn fra den leverandøren som har levert aggregater her, det var ut ifra en erfaring vi gjorde her for vinterdrift så har vi alle tekniske opplysninger sa at jo snillere du kjører et aggregat med roterende gjenvinner jo bedre virkningsgrad får du på den gjenvinneren, det er riktig inntil en viss minimumsmengde, men kommer du under 20-25% av maksimal kapasiteten til varmeaggreget så dropper den virkningsgraden igjen. Og det var det vi opplevde på vinterstid at vi kjørte såpass lavt luftmengde i blokk 4 og 5 at vi passerte toppunktet så begynte det å gå nedover igjen. Så derfor har man valgt å gå ned på størrelsen på aggregatet, men i praksis på sommerstid så har man mer en nok tilgjengelig luft allikevel. Det andre vi har gjort er antall energibrønner eller belastning pr. m. vi kjører litt tøffere på blokk 1,3 og etter hvert 2 og 6, enn det vi har gjort på blokk 4, og 5. Det er også en erfaring vi har gjort, vi nyter litt godt av at vi ligger i nærheten av sjøen. I Sandvikselva, og tydeligvis er det noe bevegelse i grunnen som gjør, bevegelse av vann, som gjør at vi kan belaste brønner litt tøffere enn det man tradisjonelt kan gjøre. Dermed er de redusert ned.



*man får utveksling av det som skjer utenfor, at man tåler å ta ut mer watt pr. meter på vinterstid enn det man trodde på vinterstid. Dette varierer jo fra område fra område på forhånd, man kan gjøre såkalte responsmålinger, men det varierer, målgruppen fra en brønn som ligger 7 meter fra en annen brønn så får du forskjellig resultat avhengig om du treffer ei vannåre eller ikke. Dermed så er det lettere å trekke litt konklusjoner når man har kjørt ei stund. Og på blokk 4 og 5 så har vi kun brukt brønnvannet til kjøling, man har ikke brukt varmepumpen i kjølemodus i det hele tatt, og det man kan kjøre litt tøffer og tillate noen timer med kjøledrift. Det var varmt den første året vi tok over så hadde vi ei uke eller to med rundt 30 grader, men det er midt i juli og ferietid, men det var absolutt behagelig å være innendørs i blokk 4 og 5. Nettopp på grunn av at man har den betongmassen og man utligner temperaturen over døgnet. En får ikke like rask påvirkning som man får i et lett bygg da. Så er det viktig at fasaden og utvendig solavskjerming fungerer og det har det erfaringsmessig gjort» (9, 2018).*

- *«I håndvasken på blokk 4 og 5, der hadde vi noen problemer med varmt vann, det ble lagt opp med sirkulasjonsledning, og det har de slitt med å få til der at det har fungert ordentlig. Det vi har gjort da er at i blokk 1, 2 og 3 så har vi satt opp en liten 5l hurtigvarmer i hver etasje som server T-kjøkken og varmtvann. Ellers så er de sirkulasjon og sensorer på vann det samme» (10, 2018).*
- *«Det det går på programmering av lys, det er dagslysfølere inne som sørger for å dempe lyset mest mulig inne når det er sol ute, og den solavskjermingen som vi har fant vi ut at til å begynne med så kjørte vi den helt ned og da brukte vi masse energi på å kjøre opp lysstyrken så når vi nå bare kjører gardinene halvveis ned, eller screenene halvveis ned så slipper vi å bruke så mye energi på lys. Brukerne har tilgang til å kjøre solavskjermingen slik de selv vil. Men tre ganger i løpet av arbeidsdagen så går den solavskjermingen tilbake til det som automatikken tilsier» (10, 2018).*

### Endringer etter ønske fra eier

- «For powerhouse blokk 4 og 5 svarte seg strengt tatt ikke økonomisk, men det er klart der ligger det en stor del utviklingskostnader. Sånn i forhold til blokk 2 som var den siste? Jeg har ikke hørt noen om blokk 2, men når de begynte med blokk 3 så fikk vi beskjed om at prisen måtte være innenfor noen rammer. At det måtte svare seg i forhold leieinntekter» (3, 2018).
- «Kjenner ikke til blokk 4 og 5 så godt, men de var et samspill entreprise på regning, men når vi gikk i gang med blokk 3 så kalte det vi det et samspill forprosjekt så har vi hatt en totalentreprise derifra. Så det er en endring. Og så fra 4 og 5, til 1,2 og 3 så har vi en målsetning som Powerhouse har. og for så vidt Entra har, er at det skal kommersialiseres i større grad slik at man skal få ned kvadratmeterprisen må bli konkurransedyktig, så det er blitt en forskjell sammenlignet med de andre» (4, 2018)
- «Økonomien i prosjektet er nede på et normalnivå» (4, 2018).
- «Blokk 4 og 5 ble gjennomført på en måte subsidiert med støtte fra Enova, og det ble lagt mye penger i det da det var mye prestisje i få det slik de ville. Men det var ikke aktuelt å videreføre noe til 3'ern, og de andre blokkene da skulle en produsere Powerhouse som var hyllevare. Det skulle være rundt 20% billigere, den 3'ern» (8, 2018).
- «Det er jo utviklet, men om det ganger noen ting at det er utviklet utover at det ble et billigere prosjekt. Det gjenspeiles av løsningen. Det gjør jo at det blir en mer normal ting å gjøre at det ikke krever at man er stinn av penger og at man kan gjøre det uten støtte fra Enova. Å standardisere det, men at det fortsatt er et Powerhouse, og det er positivt, det synes jeg er positivt at man kan få det til innenfor rimelig økonomiske rammer. Det er kanskje en stor utvikling, men det var fordi man valgte å satse på de to første blokkene, ikke standard, når har vi gjort det mer standard, enklere, nå ser det litt mer normalt ut» (8, 2018).
- «Ja det første prosjektet så var alt nytt, det var mye å tenke på i tidligfase spesielt med tanke på design. Det var mye innovasjon, alt skulle prøves, alt skulle beregnes. Det var en leietaker, leietaker var en del av powerhouse samarbeidet. Og det var mye oppmerksomhet fra dag en og det er fortsatt for de blokkene som sto ferdig der. Til

*neste byggetrinn så hadde man en forventning av alle parter at det skulle være en viss grad av synergi at man hadde gjort det en gang før, og gjenbruk av løsninger og tilsvarende» (12, 2018).*

- *«I forhold til blokk 4 og 5 så bruker en trappa som avtrekk, så det er større fleksibel i forhold til ventilasjon. Og så er det en forventning fra byggherren at det skal reduseres kostnadmessig, for i de første blokkene så viste egentlig ikke helt hva det skulle koste. Hvor er det oppleves som dyrt og hvor er det det oppleves som effektiv. Så der har det vært en god prosess mellom Skanska og Entra for å dra nytte av prosjekteringen fortløpende» (12, 2018).*

### Endringer på grunn av bransjens utvikling

- *«Så har vi gjort noe spennende nå i blokk 2 i underetasjen der, i den norøstfasaden hvor vi normalt ville ha hatt utvendig solavskjerming så har vi en ny type glass sånn termokromatiske glass, det vil si at de de regulerer seg selv etter temperatur. Det blir veldig spennende å se hvordan det arter seg. Kjempenysgjerrig på teknologien der.» Det er kun på blokk 2? «Ja. Det ble den siste. Den teknologien ble obs nå på tampen på blokk 2, og byggherren ble med og kastet seg rundt og ble med på å investere i det da.» (7, 2018).*
- *«Revisjonstiden på Breeam har gått ned, bransjen har blitt flinkere på dokumentasjon» (4, 2018).*

### Prosjekteringen

- *«På blokk tre så var det en helt ny prosjekteringsform for alle, for det var den samprosjekteringen til Skanska, som er bakoverprosjektering. Det var helt annerledes uansett, men det ville uansett når en skal prosjektere et Powerhouse så må man samarbeide tett. Eller tettere, når løsningene ikke er standard. Jeg vet ikke når en Powerhouse løsning kommer til å bli standardisert fremover, kanskje når det er rehabilitering så blir det kanskje en annen løsning fra bygg til bygg. Alltid snakke tett sammen og finne den løsningen for det bygget» (8, 2018).*

- «Og så er det i siste byggetrinn et flerbrukerbygg, mens i de to første så var det en bruker, Asplan Viak, som tok alle etasjene. Blokk 1,2 er vel de siste og der er det en leietaker» (12, 2018).

### 4.2.3 Veien videre?

Hva hadde skjedd om en hadde hatt ei blokk til på Kjørbo? Hvordan vil Powerhouse konseptet utvikle seg videre inn i fremtiden? På dette så har de som jeg har intervjuet kommet med følgende forslag:

#### Utvikling av nye Powerhouse prosjekt:

- «Redusere Co2 utslipp i alle aspekter» (1, 2018).
- «Tenker konseptet er ført så langt det kan føres, at det er litt opp til brukerne og definere premissene for sambruk og fleksible kontor, men bruk av digitale systemer kunne målt personbruken» (1, 2018).
- «At de delte strømmen som ble til overs med samfunnet. De kunne kobles til andre hus i nærheten» (2, 2018).
- «Mer effektive solceller som vil ha større effekt på mindre flater» (1, 2018).
- «Nye løsninger, samme arealet på flere måter. mindre faste vegger for eksempel, ja. Mer åpne løsninger som kan brukes på forskjellige behov» (2, 2018).
- «Lyd vil alltid være et forhold opp mot termisk masse. Nå forstår jeg det sånn at styringen og det tekniske anlegget, det vil si elektrobiteren er blitt veldig bra. Det var også en forbedring i forhold til blokk 4 og 5 til 3. At man gjorde en annen inndeling i forhold til soner og sånn. Det er ikke slik at man hvis man gjør det slik, så blir det så mye bedre enn, men det vil hele tiden å optimalisere, og da ligger det spesielt på ventilasjon når man tenker energi.» (3, 2018)
- «Det er jo nye teknologier og slike ting og en del av kommersialiseringen er at det man ser på solceller så har det økt i kapasitet i de siste året. Nå flater det i større grad ut, det er kanskje et ledd i kommersialisering for prosjekter. Solceller øker i andel over hele verden, og det blir mer og mer vanlig. Det er kanskje et ledd i kommersialisering. Det er og videre optimalisere, og det driver vi med, vi har jo

systemene og da kan vi nesten si at forbedringspotensialet ligger der hvor vi er nå, i prøvedriften, tune det enda mer og mer riktig inn. En ting som kunne vært interessant, det har kanskje ikke så mye med Powerhouse definisjonen å gjøre, men når det kommer batteri som lagring av strøm. Det er jo slik at man produserer, men man kan ikke vite når man produserer solstrøm. Størsteparten kommer på dagtid på sommeren. Hvis en hadde batteri så kunne man ha lagret, i dag så putter man det man har til overs ut på nettet og man får ikke godt betalt for det man putter ut, kontra det man kjøper inn igjen. Det krever mye plass i så fall. Vi snakket om det litt for moro skyld, batterilagring for blokk 1, 2 og 3, men det var snakk om mange parkeringsplasser for å få det til.» (4, 2018)

- «Vet ikke, om isolasjon kunne vært gjenbrukt. På samme måte som himlingsplater ble brukt så kunne kanskje isolasjon vært brukt.» (5, 2018)
- « kunne vært lagt opp litt mer generell slik at en hadde vært litt friere til å flytte rundt på møblene etterpå. Det er litt i forhold til brannanlegget, og da er en inne på det og spare penger at brannanlegget er jo ikke tilpasset så store endringer. Så hvis en skulle inn med flere cellekontor så må en inn med flere brannmeldere. Det er fleksibelt lagt opp til å flytte på arbeidsplassene i fasaden, men ikke belysningen.» (5, 2018)
- «Jeg ville synes det ville vært veldig spennende om en kunne brukt overflater som ikke er eksponert, synlige til å ha termiske egenskaper, til å lagre energi. Kanskje man kunne føre luft over himling som vil ville blitt varmet opp av betong eller hvordan kunne man utnyttet de materialene som ikke er synlige. Og finne flere måter å gjenbruke materialer på, slik vi snakket om isolasjon i sted.» (6, 2018)
- «Jeg tenker at det med trekonstruksjoner kommer til å komme, vi må finne en løsning på det, det tror jeg blir fremtiden og kanskje ha mindre teknikk fremfor mer teknikk. Finne måter å benytte passiv ventilasjon i større grad fremfor å ha det tradisjonelle konseptet med tilluftsventiler, men ha passivt og ikke bare overstrømning ut av rom, men har mer litt sånn inn i rom i tillegg. Vet statsbygg ser på slike muligheter, men det er noen utfordringer der med tanke på lydovergang.» (6, 2018)
- «Færre cellekontor kan komprimere antall brukere, men også materialbruk og energibruk på arealet. Møteromssenter som kan deles mellom flere leietakere, kunne og ført til at en kunne ha utnyttet arealet bedre. Egne møterom og det er klart at vi får

et slags møteromssenter her i blokk 6, men vi har fortsatt arealer som har litt mindre møterom. Så hvis vi hadde vært enda hardere på at alle møtene skulle foregått i et møteromssenter så hadde det kanskje vært mulig å komprimere enda mer.» (6, 2018)

- «Det er klart at en større andel landskap og åpne soner vil jo kunne ha mer mennesker enn cellekontorer. Alt må balanseres på et riktig nivå, når det kommer en ny leietaker, og de har sine egne behov. Og har vi hatt en annen leietaker i blokk 1, 2 og 3 så hadde de sikkert hatt andre ønsker enn det. Man kan ikke dytte noen inn i et oppsett. Man må finne det riktige løsningene for de som skal være der og samtidig klare det.» (4, 2018)
- «Et utgangspunkt må være å bygge arealeffektivt, og det har jo byggeier størst fordel av, for det er billigere å bygge arealeffektivt. Og Powerhouse er ikke noe annerledes sånn enn andre. Så kan man stille seg det spørsmålet om den formen et slikt bygg får er arealeffektivt. Det kunne vært en oppgave i seg selv. En master i seg selv. Det blir et problem at bygget blir større fordi bygget får en annen form. Mer unyttig areal, ja, vi må passe på det. Foreløpig så er man veldig avhengig av solcellepanelene. Det jeg synes med de powerhouseusene er at de helt nye byggene, som bygges har et formspråk på grunn av skråstilte takflaten i riktig himmelretningen. Så de nye powerhousebyggene får et formspråk som jeg synes er litt dumt at det blir så standard. Det handler om energiforbruk, så hvis en kunne fått ned energiforbruket mer så en ikke trenger så mye solcellepaneler. Kan en tenke naturlig ventilasjon så en ikke trenger så mye, så en kan minske det tekniske anlegget enda mer, at en kvitter seg med, det finnes prosjekter i utlandet hvor en ikke har ventilasjon, hvor en ikke har de tekniske anleggene basert på naturlig ventilasjon og lufting. Det tekniske anlegget krever veldig mye, så kanskje enklere tekniske løsninger for å redusere ventilasjonsbehovet. At det kan være et mål og forbedring. Kanskje en da står friere uttrykksmessig og i forhold til kravet og taket ikke trenger å se sånn ut. Det burde vært positivt om en kunne kutte ut all den teknikken. Da måtte en kanskje ha tålt enda mer temperatursvingninger i løpet av året, tatt på en ekstra genser på vinteren og lufte litt på sommeren.» (7, 2018)

- «En friere himling, en friere løsning for belysning og absorbenter pluss en annen metode for å dele inn på med de veggene. Ikke ha cellekontor, men da må det en bruker til som vil noe annet.» (8, 2018)
- «Per i dag så er vi i dag avhengig av å produsere strøm og det er solceller, og bruke minst mulig strøm i bygget, produsere den gunstigst mulig. Og i de anleggene vi har sett på så er det bruk av varmpumper, hente opp av energibrønner. Noen har spurt hvorfor har vi ikke gått ut i sjøen for å hente energi, jo, vi kunne gjort det, men slik som grunnforholdene er her i Sandvika så er det ganske grunt langt fra vann. For å hente stabil temperatur så måtte vi et stykke ut så er det noen restriksjoner med tanke på båttrafikk og skade på rør og så videre.» (9, 2018)
- «Det tror jeg er lite å hente på det tekniske anlegget, vi er allerede nede på lave installasjoner med tanke på varmeanlegget her som er nede på en brøkdel av hva man tradisjonelt har vært med på i bygg. Hvis man skulle fått til noe så ville det vært at man ser på hvor tett en kan møblere et kontorbygg, utnytte arealet bedre, selv om man begynne å nærme seg en topp der. Selv om jeg sa innledningsvis at hvert plan var dimensjonert for 35 arbeidsplasser. Jeg tror i blokk 1 og 2 så har det vært snakk om 10 flere per plan hvis man hadde sett på mulighetene så hvis det hadde vært et såkalt callsenter så kunne man kanskje sissett tettere og kanskje fått inn 50 per plan uten problem.» (9, 2018)
- «Blokk 4 og 5 var jo laget for en leietaker. Ja, det er litt mer kanalanlegg i flere leietakere, det har gått på omfang av kanal til ventilasjon. En del mer kanalnett og dermed litt høyere SFP faktor og litt mer energi til viftedrift, da er det noen flere meter kanal som luften skal gjennom. Så blokk 1,2 og 3 er rigget for det? Ja. Det er så fleksibelt som vi kan få det, vi har jo noen cellekontor og der kunne vi ha banket ned veggene og innrede som landskapsområder. Og motsatt så går det an å sette opp vegger der hvor det er landskap. Riktignok så er det lettere å ta ned vegger for da slipper man å gjøre så godt som noe med det tekniske anlegget. Skal man opp med noen vegger så må man i hvert fall sørge for noe lysstyring og noe ventilasjon som må etableres. Dess mer romoppdeling dess mer kanalmeter må til. Derfor bør man ikke strø om seg med et cellekontor der og et annet der, man bør samle den type rom i en sone og så man ha man landskap i andre soner.» (9, 2018)

Gjennom intervjuene mine så spurte jeg også om en var helt avhengig av betong for å lykkes med en slik ombygging, så svarte de som følte de kunne svare samtlige at de var ikke avhengig av betong for å lykkes.

*«Nei, hvis det var et trebygg så ville det gått på det samme. Vi teller ikke bærekonstruksjoner en gang til, men betong den bidrar jo til termisk masse så det er en fordel å ha betong i bygget for å ha kontroll på temperatursvingningene.»(7, 2018)*

Det ble også nevnt at betongen var lettere å regne på, og hadde kvaliteter som gjorde den ekstra gunstig, den er tung (bra for konstruksjonen), den er brannsikker og den absorberer lyden godt. Det blir også påpekt at det er viktig med en god tilstandsanalyse av bygget, se kapittel 2.2 for utfyllende beskrivelse. Spørsmålet på den andre siden var om vi kunne erstatte betongen med tre. Der svarte alle ja, eller mest sannsynlig, men det var bare to personer som hadde erfaring med en slik prosjektering. I begge de prosjektene så hadde man endt om med betong istedenfor tre uten at det ble utdypet noe videre. «I forhold til fotavtrykket så har tre en fordel, det er biogene co2, og da har du effekten av å ta det ut av regnskapet, og kanskje bygge større gjenbruk av det, så det er en viktig parameter.» (7, 2018)

### **Powerhouse effekten**

- *«Vi flytter, hvis vi skal nå det klimanøytrale samfunnet i fremtiden så er det ikke bare i Norge, vi deler på denne strømmen vår, og da er det ikke bare i Norge, vi må sette det i et perspektiv. Og vi ikke bare motiverer vi byggherre i Norge, men også i Europa og verden så da er dette viktig. Det er mange som jobber og er ambisiøs, men dette er en viktig motivasjon for oss og andre og vi sprer kunnskap om de prosjektene her.» (7, 2018)*
- *«Jeg er sikker på at det kommer flere og flere bygg.» (5, 2018)*

Ved å gjennomføre de 12 intervjuene om Powerhouse Kjørbo så blir tydelig at dette er et prosjekt som har knyttet seg engasjerte mennesker. De har vist seg å være kunnskapsrike og



samarbeidsvillige, og det er nok to nøkkelkvaliteter som er ført til at Kjørbo ble til et Powerhouse.

## 5. Diskusjon

Målsetningen med denne masteroppgaven var å finne ut om dette konseptet er overførbart til andre kontorbygg? Kan Powerhouse brukes som et rammeverk for andre miljøvennlige bygg? Hvilke krav stiller det til bygningskroppen, og omgivelsene for at en skal lykkes med en slik transformasjon? Jeg var selv rådgivende interiørarkitekt på siste byggetrinn, blokk 1 og 2. Det kan være en utfordring i forhold til å få nok distanse til prosjektet til å oppnå riktig perspektiv (Furuseth, 2012). På den andre siden så har en god kjennskap til prosjektet, og god tilgang på informasjon vedrørende utfordringer, og fordeler med byggene i forhold til Powerhouse konseptet. For å drøfte resultatene så ønsker jeg å se overordnet på resultatene forskningsspørsmålene. Hvordan har Powerhouse sitt rammeverk påvirket den endelige løsningen i prosjektet Powerhouse Kjørbo?

### 5.1 Hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse?

For å svare på dette spørsmålet, sammen med hvilke egenskaper som var avgjørende for BREEAM regnskapet så fikk jeg mange gode svar i intervjurunden. Det var ikke like enkelt å rangere hva som var de viktigste egenskapene, når jeg først måtte identifisere hva de var, men det er noen som skiller seg ut ved at de blir gjentatt av flere. Ved en grov inndeling så omhandlet egenskapene og suksesskriteriene seg om Powerhouse konseptet, bygningskroppen, eieren, prosjekteringsgruppen, sluttbrukeren, driften og Breeam-NOR. Hva de intervjuene vektlegger blir nok også påvirket av deres fagbakgrunn.

#### 5.1.1 Identifisering av Kjørbo sine viktigste egenskaper for å kunne bli et Powerhouse?

En egenskap kan ha både negativt og positivt fortegn, men siden spørsmålet omhandler egenskaper som bidrar til at en bygning kan bli til et Powerhouse så har jeg her fokusert på de positive fordelene.

«På Kjørbo og Powerhouse så har vi en definisjon, og vi vet hva et Powerhouse er, det er et beinhardt mål og det er så entydig at det ligger til grunn helt fra vi starter prosjekteringen»  
(7, 2018)

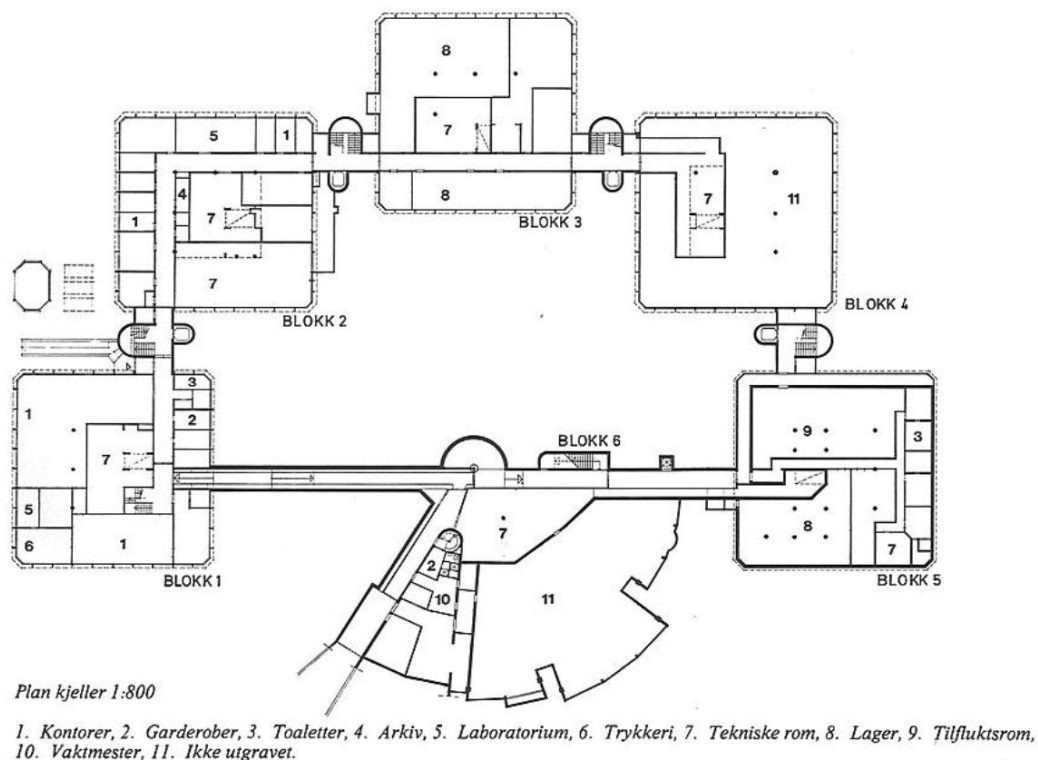
Å ha et klart mål! Et mål som er definert, som alle er klar over, et konsept som også er målbart. Se kapittel 2.3 for beskrivelse av Powerhouse konseptet. Alle; eier, leietaker og prosjekterende aksepterte målet før oppstart, og forplikter seg til å støtte oppunder målet i prosessen. Dette for meg virker som hele livsgrunnet til Powerhouse. Powerhouse blir ikke optimalt uten at alle tilknyttet prosjektet er med og bidrar. Dette kan også være noe av grunnen til at mange av svarene jeg har fått i intervjurunden har vært like. Det virker som de involverte har en enighet om hva et Powerhouse er, og dette tydelige målet kan nok være noe av grunnen til det.

Definisjonen til Powerhouse danner dette rammeverket, og så er det opp til de prosjekterende å oversette det til den valgte bygningsmassen. Noen av egenskapene som har blitt avdekt av intervjuene er av mindre kritisk art, mens andre er helt avgjørende. At bygningen har tilgang på tilstrekkelig dagslys mener jeg er et eksempel på et kriterium, som er helt avgjørende for å komme i mål. I tabellen under så har jeg skilt egenskapene som kom inn gjennom intervjuene med det som jeg anser som avgjørende egenskaper og fordeler. Et annet bygg ville kunne hatt andre fordeler og egenskaper som ikke vil være listet opp her.

<b>Avgjørende egenskaper</b>	<b>Fordeler</b>
Miljøbevisst eier	Gjenbruk av tak, fasadeglass og himlingsplater
Gode dagslysforhold	Store vertikale føringsveier
Energikonsept som går i pluss	Riktig leietaker
God beliggenhet	Lite kontorbygg med mye soleksponert areal på tak
Selvbærende betongkonstruksjon som kunne gjenbrukes	
Gode K-verdier både på vindu og fasade	

En kan kanskje diskutere om god beliggenhet bør ligge i avgjørende egenskaper, men i et økonomisk perspektiv, som ikke er en del av denne oppgaven så vil et slik slikt prosjekt mest sannsynligvis ha en høyere investeringskostnad, og dermed kreve en høyere leieinntekt. Jeg tror det er lettere å få økonomisk bærekraft i prosjektet om det har en attraktiv beliggenhet selv om økonomien og marked er en del av denne oppgaven. På spørsmål om en er avhengig av betong så svare nesten samtlige nei, men samtlige svarer at det var en positiv faktor, at en hadde betong som en kunne gjenbruke. Jeg har plassert selvbærende konstruksjon som kan gjenbrukes, som en avgjørende egenskap. Dette er økonomisk begrunnet, ikke bare av hensyn til økonomien i prosjektet, men av hensyn til Breeam regnskapet. Betong har et veldig høyt klimaavtrykk, selv om det jobbes nå med å få frem mer miljøvennlig betong som er konkurransedyktig (Egge, 2016), så er fortsatt sement en av verdens tredje største miljøverstering, med CO<sub>2</sub>-utslipp på tilsvarende 5-8% i året.

Det koster å drive utvikling, og noen må være villige til å ta regningen. Det er derfor viktig at forskrifter og offentlige byggherrer går, og leder an. For at energikonseptet skulle gå i pluss, som er en del av definisjonen til Powerhouse, så var en helt avhengig av å lage et energigjerrig bygg med god skallsikring. Ved å bruke Enova midler inn prosjektene så stimulerer det til innovasjon og god drift i byggene. Økonomien er ikke en del av denne oppgaven, mer en veldig stor del av et Powerhouse, og eiers mulighet til avkastning. På spørsmål om Entra kan komme med en uttalelse om økonomien på Kjørbo så svarer de at de jobber med saken (4, 2018). De svarer at de er avhengig av å få flere driftstall på de siste blokkene, og få skilt blokkene fra hverandre regnskapsmessig. De henger sammen med fellesarealer som er litt ulike, og antall etasjer og type rom er litt ulike (Figur 15), spesielt kjelleretasjen som er koblet sammen med underganger. Hvis en får en positiv uttalelse av økonomien i prosjektene, spesielt de siste blokkene som har vært bygd på kommersielt grunnlag, så vil nok byggebransjen virkelig få øynene opp for hvilke store fordeler et Powerhouse kan gi.



Figur 15. Original planløsning kjeller, Norconsults Hus, Kjørbo.

### 5.1.2 Suksesskriterier for å gjennomføre en slik ombygging

- «Alle først så vil jeg si byggherre med et klart definert mål og tydelig prosjektleder. Det var det største og viktigste suksesskriteriet» (6, 2018).

Å jobbe etter et konsept som Powerhouse, og ha det definerte målet er i seg selv ett av suksesskriterieriene for å gjennomføre en slik ombyggingen, det er alle enig om. At Kjørbo viste seg å være et perfekt valg var ingen selvfølge, det var mange tilpasninger som måtte til der og for at man kunne oppnå Powerhouse. Taket var flatt, og slik sett ikke helt optimal takvinkel for solcellepanel (9, 2018), er et eksempel på at det lar seg løse selv om det betød at de måtte ha flere panel. Det er også et godt eksempel på at Powerhouse ikke er en fasit, men et rammeverk med mange muligheter, men det krever mye kompetanse i alle ledd. Samspillet i prosjekteringsteamet virker å være helt avgjørende for å oppnå Powerhouse. I boken «Design for a sustainable change» så står det at det er viktig med ulike designere som sammen, og ser prosjektet fra ulike vinkler (Anne Chick, 2011). På Powerhouse Kjørbo så

var det danne en allianse som forpliktet seg til hverandre, og alle hadde sine interesser i at dette skulle bli en suksess. Det å kunne være i front, være ledende i bransjen på denne kunnskapen, har blitt trukket frem som et fortrinn, og en suksessfaktor. Skape en identitet som ledende i kampen mot et mer bærekraftig samfunn. Dette svarer de fleste som blir intervjuet er et konkurransefortrinn. Dette påvirket kanskje Powerhouse Kjørbo til å bli en realitet, at leietakerne, som selv var prosjekterende var med på innovasjonen. At eierne som satt med en bygningsmasse som var fredet, og utgått på dato, kunne skilte seg med å ta et miljøansvar utover det som var forventet. Entreprenøren kunne fremstå som bautaen i prosjekteringsgruppen med sin kunnskap og god ledelse bandt alle de tre sammen. Disse tre til sammen tror jeg var oppskriften på et realiserbart prosjekt som mange var skeptiske til. At blokk 4 og 5 fikk så mye god omtale og gode resultater var også med å få realisert de tre neste blokkene. Det viser at en må innimellom ta noen sprinter, en må legge ned noen investeringskostnader i utvikling og innovasjon. Det er et sjansespill, hvor alle må være villige til å dele på risikoen, men om man lykkes så kan man høste av det i mange år fremover. Det er nettopp det jeg føler Powerhouse Kjørbo har gjort på de tre siste blokkene. De har tatt med seg det beste fra blokk 4 og 5 og fininnstilt detaljprosjekteringen, og har da kunnet hentet ut mer av gevinsten, og laget en hylleware, et mer realistisk prosjekt etter min mening.

- *«Det er bare konkurrentene våre det ikke er en suksess for»(7, 2018).*

Powerhouse Kjørbo er et innovasjonsprosjekt. Kjørbo skulle fornyes ved å lage noe helt nytt, skape en verdi for samfunnet. Bare det å gå ut og si at en skal lage verdens første plusshus i en eksisterende bebyggelse må ha presset prosjekteringsgruppen til maks. Det var sikkert mange konkurrenter som satt spente på sidelinjen. Både Skanska, Asplan Viak og Snøhetta har vært veldig aktive i det å spre denne kunnskapen. Dette har nok vært veldig god markedsføring for bedriftene, men det viser også at om en bedrift har miljø som den del av sin strategi så er det lettere å jobbe frem miljøvennlige prosjekter som de kan være stolte av.

- *«bare å bruke kjent teknologi innvendig for å lykkes» (10, 2018).*

Når en hører om Powerhouse så markedsføres det som fremtiden, og det gjør at en skaper en teknologisk forventning. Det som er så interessant er det er nesten det motsatte som skjer i Powerhouse, det er kun kjent teknologi, og mindre teknologi satt sammen på en smartere måte. Det ble fortalt i intervju at den elektriske leveransen var ca. 10% billigere (Betten, 2018), og da lurer jeg på hvorfor dette ikke har skjedd før. Det jo være en eiers interesse å få den beste elektrikerleveransen, som brukt i dette tilfellet, til en rimeligere penge. Jeg tror at ved slik prosjekter, hvor alle prosjekterende sitter og ser hverandre i kortene, så blir det mindre gjenbruk av tidligere løsninger, og mer innovasjon.

## 5.2 Konsekvenser av Powerhouse konseptet for eier, sluttbruker og prosjekterende?

På spørsmål 13, ble intervjuobjektene spurt om hvem Powerhouse Kjørbo hadde vært størst suksess for? Sluttbrukeren, samfunnet eller eier? Her svarte intervjuobjektene litt ulikt, det var 40% som svarte samfunnet, 20% som mente at eier hadde størst suksess, men resterende 40% svarte at alle hadde hatt suksess. Ingen svarte at sluttbrukeren, de som leier lokalene hadde størst suksess.

*“You know, practically speaking, this is a problem for sustainability this is such a large topic, large scale topic, people don’t feel it immediately their choices, we don’t really get anywhere people say, nobody say they are against sustainability right but, not everybody are willing to make changes in their behavior. So, in a building like this you can’t expect people to suffer, and then work in a sustainable building. It’s a balance between people need to be able to work in it and the need to participate in it. On that level I think the project has been successful, it has been successful for us. We use it for a lot of our marketing, it’s not a sign on how great we are, but it is a sign on that it is a real interest from client and the society.” (11, 2018)*

### 5.2.1 Konsekvenser for eier

*«Vi har jo et samarbeid, byggherren er med og utvikler konseptet, og tar risiko, og det er helt avgjørende for å lykkes» (7, 2018).*

Å være med å skape noe nytt er risikofylt, både på grunn av økonomi og omdømme. Det vil nok være en fordel om bedriften er av en viss størrelse, slik at de har ansatte med rett kompetanse og en solid økonomi til å håndtere uforutsette hendelser i prosessen. Slik som Brattøra, som skulle være det første Powerhouse, men ble forsinket av byggesaken.

*«Entra sier at når det kommer til stykket så er det 10-12% høyere kostnad enn om man skulle ha drevet med en mer tradisjonell rehabilitering uten spesielt energifokus. Vi står vel litt igjen med å gjøre alle økonomitall litt mer offisielle» (9, 2018).* Det gjenstår å se hvor mye faktisk et Powerhouse koster sammenlignet med et vanlig kontorbygg. *«Et av målene til Powerhouse er at det skal kunne løses på kommersielle vilkår, men det er klart at Enova bidraget er en vesentlig faktor i de prosjektene som finnes, og for en del graden av innovasjon som ofte må til i Powerhouse så er det interessant for Enova og være med og dokumentere de verdiene» (12, 2018).* Det kan nok være en medvirkende faktor for eier at Enova er med som bidragsyter. Det kan nok hende at det er akkurat dette som gjør at det prosjektet blir bærekraftig.

Entra AS eier og drifter byggene sine selv. Dette har nok også vært en fordel da driftspersonell har vært med i samprosjekteringen. De har da tidlig tilegnet seg kunnskapen om det tekniske anlegget, og hvordan det skal driftes optimalt.

### 5.2.2 Konsekvenser for sluttbrukeren?

Dette trenger ikke å bety at sluttbrukeren ikke føler på suksessen, men at suksessen fra eier og samfunnet blir så mye mer synlig. At en person tar på seg en ekstra genser, føles kanskje ikke like viktig, men jeg tror det er det som skaper den nye trenden og suksessen. At vi som leietakere er villige til å endre vår livstil, ikke bare si at vi er miljøvennlige, men faktisk være bevist det ved å synes det er greit å ha en ekstra genser liggende på kontoret. De fleste av oss vil nok si at vi ønsker å være miljøvennlige, men jeg tror nok det er lettere å være det på vegne av andre. Kanskje er det derfor at vi strekker oss litt lengre når det gjelder miljø? I blokk 4 og 5 så kan det virke som at Powerhouse sine målsetninger har blitt prioritert foran

komfort. Det kan jo være greit det så lenge man har et bevist forhold til det, og at det er en forankret strategi om å være mer miljøvennlig hos leietakeren.

Vi har jo lyst til at disse prosjektene skal lykkes. Kanskje har vi ekstra lyst til at de skal lykkes hvis vi selv har prosjektert de, og kan bruke det i markedsføring av bedriften som kan være tilfelle for Asplan Viak og Norconsult i mer eller mindre grad.

- *«Det må i hvert fall være en motivert byggherre som er oppriktig interessert i å få til det overordnede målet og klare nå et Powerhouse resultat, og da går det og på at man er villig til å ta en slik merkostnad som en slik bygging medfører» (7, 2018).*

For eier så har dette vært en suksess. Eieren Entra har som strategi å være miljøledende i bransjen. Hvorfor de er villige til å ta denne merkostnaden kan man anta er fordi de ønsker å tilby noe nytt, til mer og mer beviste leietakere. Det å være miljøvennlig kan synes å være synonymt med å ta et samfunnsansvar, og det vil jo de fleste synes er bra markedsføring av bedriften sin. Det snakkes om begrepet «grønne skiftet», en forandring i en mer miljøvennlig retning, det ble 2015 kåret årets nyord (Olerud, 2018).

I masteroppgaven til Cecilie Jystad, blir Powerhouse Kjørbo nevnt som en av mange miljøbygg. Hun beskriver at det er en del miljøbygg som etter noen års drift ikke alltid lever opp til forventningene som blir skapt ved overlevering (Jystad, 2017). I boken «Design for a sustainable change» så bruker de begrepet «green washing», at en bruker miljø til å selge en vare som ikke nødvendigvis er så grønn som den utgir seg for å være (Anne Chick, 2011). Motivene for å velge et miljøbygg kan være mange, og kanskje ikke alltid motivert av idealistiske hensyn. Om Powerhouse Kjørbo er så «grønn» som den utgir seg for å være er vanskelig å få svar før en har en lengre drifstid, mest sannsynlig er den det. Gode historier og lovord blir mer troverdige med målinger. Da hjelper det med offentlige målinger som de har på Powerhouse Kjørbo, blokk 4 og 5 (Viak, 2018a).



### 5.2.4 Konsekvenser for prosjekteringsgruppen?

- «*But for Powerhouse, everything had to be tailored to the site. So, the designing had to happen to a precision, to a much higher level, and that is the struggle for us, because it's sometimes hard to get our heads around how much that is acquired from us, in terms of us to coordinate a large group of people that are part of project. To generate consequences, and some innovations, it's terribly time consuming, but eventually rewarding*» (11, 2018).

Prosjekteringsmodellen som er valgt på Powerhouse Kjørbo har blitt fremhevet som et suksesskriteriet for å klare måloppnåelsen. Dette er for en prosjekterende kan være en mer krevende prosess, men samtidig mer givende. Når du blir en del av et slikt team, som skal skape noe nytt så har du også et ønske om å lykkes. Det å jobbe tverrfaglig betyr at du får mange flere sjekkpunkter, men det fører nok til at flere kollisjoner blir oppdaget på et tidligere stadium i prosjektet, og risikoen i prosjektet avtar i takt med prosjekteringen. Siden innovasjon ofte fører med seg høyere utgifter så blir fordeling av risiko veldig viktig (7, 2018). På Kjørbo så ble denne fordelingen fordelt på eier, entreprenør og rådgiver, som også var leietaker. Hvis en ikke hadde hatt denne fordelingen av risiko så tror jeg at en ville hatt et helt annet prosjekt, og kanskje ville det ikke kommet like langt som det gjorde. Jeg tror det er vanskeligere å trekke seg fra utviklingsprosesser, som koster mer penger, om en står sammen om det, og har et felles mål som på Kjørbo. Denne prosessen koster nok mer enn et tradisjonelt forprosjekt, hvor ikke alle fag er involvert fra start, men besparende på sikt. På Kjørbo så kom alle fag inn fra start, og av og til så måtte man ned i detaljprosjekteringsnivå for å være sikker på at man har løst oppgaven. Det at man får eierskap til prosjektet, og at man ønsker å lykkes med miljøvennlige løsninger har en høy markedsverdi for alle involverte. Dette tror jeg gjør sitt til at alle yter over det som en vanligvis ville ha levert av detaljgrad på et så tidlig stadium.

Oppgaven er å skape et miljøvennlig bygg som skal vare i 60 år, og det skal gjøres så fleksibelt at det skal være minst mulig behov for endringer. Jeg som jobber som interiørarkitekt, og ser hyppigheten av ombygginger som følge av en bedrifts omstrukturering vet at dette er noe som gir oss mye jobb. Samtidig så er dette ikke så veldig positivt for et

Powerhouse regnestykke. På Kjørbo så har de lagt inn at det kommer noen endringer, men på slike bygg så vil jeg tro at en er avhengig av lange leiekontrakter og fleksible kontorløsninger for å komme i mål.

### 5.3 Hva ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?

Den største, og kanskje nødvendige endringen var at byggetrinn 2 på Powerhouse Kjørbo skulle bygges på et kommersielt grunnlag. Dette preget både prosjekteringen, fremdriften og resultatet. I blokk 4 og 5 hadde de vist at det mulig, nå skulle man optimalisere og utvikle det videre. Planløsningen, akustiske løsninger ble revidert både for å skape et mer økonomisk og konkurransedyktig prosjekt, men også for å skape et bedre kontor å jobbe i.

#### 5.3.1 Hvilke nødvendige forbedringer er gjort fra første ombygging til den siste i 2018?

Det var aldri planen at den innvendige planløsningen fra blokk 4 og 5 skulle videreføres:

- «Til neste byggetrinn så hadde man en forventning av alle parter at det skulle være en viss grad av synergi at man hadde gjort det en gang før, og gjenbruk av løsninger og tilsvarende» (12, 2018).
- «målsetning om kommersialisering, få det ned på et annet nivå, hyllevare som var en setning.» (4, 2018)

Disse to utsagnene beskriver noe av utfordringene som lå i det å skape en ny variant av Powerhouse Kjørbo. Det var en forventning om at man skulle gjenbruke løsningene som man hadde brukt mye tid på å utvikle, samtidig som man skulle få ned prisen så man måtte ta prosjektet fra hverandre og sette det sammen på nytt. Det beste fra første byggetrinn ble identifisert og gjenbrukt, blant annet energikonseptet, mens andre elementer ble byttet helt ut, som belysningen.

Planløsningen ble nok først og fremst endret for å lage en mer økonomisk forsvarlig løsning. Blokk 3 var den første blokken som ble tegnet, av Asplan Viak med kvadratiske bokser istedenfor organiske former.

- «Asplan Viak fungerte som leietaker uten at de skulle inn der.» (8, 2018).

At Asplan Viak tegnet planløsningen uten at det foreligger en leietaker er ikke unikt, men løsningen i blokk 1 ble nok annerledes på grunn av at det kom inn ny leietaker. Både Asplan Viak og Norconsult er tverrfaglige rådgiverfirma, og har ganske like behov for kontorløsning, men de har ulike planløsninger. Det var et ønske fra Norconsult at deres kontorblokk skulle ha sitt eget uttrykk. Det kom også til flere små rom enn blokk 3, som en del av prosessen i samspill forprosjektet, var det et svar på brukervedvirkningen. I blokk 2 så hadde man Norconsult som leietaker uten at det var bestemt hvilken avdeling som skulle flytte dit. Det ble vesentlig enklere å holde fremdriften i samspill forprosjektet uten parallell brukervedvirkning.

- *«Planløsningen, spesielt i blokk 2, den reduserer behovet for cellekontorer, for der er det relativt mange stillerom og scyperom.» (3, 2018).*

I blokk 2, sammenlignet med blokk 1 så har man ikke intern trapp, og da får man mer areal til å realisere støtteareal. Dette veldig positivt for det åpne landskapet og en kan etablere færre

cellekontor som gir en høyere fleksibilitet. Dette viser at det er rom for leietakers egne tilpasninger inn i prosjektet, men at det også betyr at alle må omprosjekttere. Så det som for en leietaker kan virke som en liten endring, sette opp enkel lettvegg med ei dør for eksempel, blir i et Powerhouse en stor endring, spesielt de som skal ha kontroll på luften, lyset og lyden, og alt må kalkuleres om for å se om en fortsatt har klart målet.

*«I forhold til blokk 4 og 5 så bruker en trappa som avtrekk, så det er større fleksibel i forhold til ventilasjon.» (12, 2018)*

Siden dette er Enova prosjekter så måtte prosjektet vise til forbedringer. Anlegget ble redusert litt i størrelse, men en har gått opp på kvalitet, ventilasjonsaggregatene har blitt mer tilpasset. Å ikke klare Powerhouse kravet var aldri noe alternativ, men når man har erfaringstall fra første byggetrinn så er det enklere å tilpasse det tekniske utstyret.

*«I Sandvikselva, og tydeligvis er det noe bevegelse i grunnen som gjør, bevegelse av vann, som gjør at vi kan belaste brønner litt tøffere enn det man tradisjonelt kan gjøre. Dermed er de redusert ned. man får utveksling av det som skjer utenfor, at man tåler å ta ut mer watt pr. meter på vinterstid enn det man trodde på vinterstid. Dette varierer jo fra område fra område på*

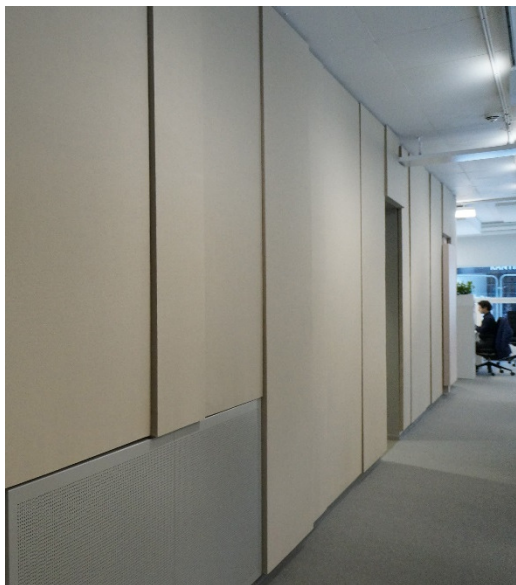
*forhånd, man kan gjøre såkalte responsmålinger, men det varierer, målgruppen fra en brønn som ligger 7 meter fra en annen brønn så får du forskjellig resultat avhengig om du treffer ei vannåre eller ikke.» (9, 2018)*

Når en jobber med innovasjon så er det ikke alltid man treffer blink på første skudd, og det er det tekniske anlegget et eksempel på. De traff godt, men med litt justering etter første byggetrinn så virker det som de mer kontroll og klarer å beregne mer nøyaktig. Ventilasjonsaggregat er også knyttet opp til en bygningskomponent som har en høy pris, så det kan nok være en medvirkende faktoren til at den er nøye prosjektert.

- *«I blokk 4 og 5 at det man aksepterte som bruker noe lavere kvalitet på lokalene sånn rent funksjonsmessig. blokk 1,2 og 3 i forhold til 4 og 5 hvor 80% av himlingen er dekt av de vertikale bafflene. Så det er et eksempel på at man har gitt seg litt på det ekstrem kravet på eksponert bygningsmasse» (9, 2018).*

Det at man gikk fra Breeam-Outstanding til Breeam Excellent var nok en medvirkende årsak til at den akustiske prosjekteringen kunne endres. Det ble ikke like høyt krav til eksponert betong og da kunne man gå fra vertikal baffler til horisontale flåter som lå oppunder dekket. Så der hvor man hadde vært nødt til å fire på det akustiske kravet i første byggetrinn, så klarte man kravet i andre byggetrinn. Da hadde man også muligheten til å lage en ny løsning som gjenbrakte himlingsplatene (Figur 16). Dette førte til at andelene gjenbrakte materialer økte. Det ble behov for så mange brukte himlingsplater at Skanska måtte kjøpe plater fra andre prosjekt de hadde for å få nok til vegg og tak. Ifølge landskapsarkitekt Even Reinsfelt Krogh så er ikke gjenbruk av bygningsmaterialer noe nytt fenomen, men en nødvendig praksis i alle tider, spesielt når det har vært knapphet på ressurser (Stokke, 2018). Han sier at i dag så har avfallspolitik og sirkulær økonomi, som baserer seg på gjenbruk, reparasjon, rehabilitering og materialgjenvinning kommet på den politiske agendaen. I hans masteroppgave om hvordan en kunne få økt andel gjenbruk så kom han fram til at det måtte være engasjement og

interesse for gjenbruk, men også at gjenbrukstiltak ikke er forutsigbare nok, og det er mangel på nødvendig erfaring og kompetanse.



Figur 16. Akustiske veggpaneler, luftdon og radiator i blokk 1. Foto: Siril Betten

- «I blokk 4 og 5 så hadde vi lysrør og nå har vi LED. Vi forventer 30% reduksjon fra å gå fra tradisjonelle lysrør T5 rør til LED» (5, 2018).

Den største endringen på det tekniske anlegget ser ut til å være belysningen. Det var et punkt som de ønsket å forbedre etter første byggetrinn. De ønsket å få ned energibruken, og LED bruker mindre energi og avgir mindre varmen, som igjen fører til mindre energi til kjøling.

Utviklingen på LED belysning har gått veldig raskt, og de armaturene som er tilgjengelig på markedet i dag er ekstremt effektive. I mange år var T5-lysstoffrør ansett som den mest effektive lyskilden for kontor, men det er nå passert av LED (light-emitting diode) armaturer. LED er ikke noe nytt, vi har hatt i baklykten på biler siden 70-tallet (Ledlyspærer, 2018), men det har tatt tid å oppnå en varm hvitfarge som har vært tilfredsstillende for kontorbruk. Det man oppnår i tillegg er muligheten til å regulere lyset, og på den måten spare enda mer energi. LED belysning er fortsatt litt dyrere i innkjøpe, men med den hastigheten på utvikling så tror jeg at dette vil være jevnet ut innen kort tid.

- «Økonomien i prosjektet er nede på et normalnivå» (4, 2018).

Byggetrinn 1 var en samspillentreprise på regning, mens byggetrinn 2 hadde samspill forprosjekt, med totalentreprise derifra (4, 2018). Denne endringen kom nok for å ha mer kontroll på kostnadene, men det gjorde også sitt til at det innovative samspillet ble begrenset til forprosjektet i blokk 1,2 og 3. Det ble mindre byggeplasstilpasninger enn på blokk 4 og 5, og dermed mer kontroll på kostnadene kan man anta.

### 5.3.2 Veien videre?

Hva tror vi skjer videre med Powerhouse? Hvis det hadde vært en blokk til på Kjørbo, hva hadde man da vært opptatt av? De som ble intervjuet svarte blant annet at det hele tiden kommer ny teknologi som flytter grensene og at miljøvennlige produkter blir mer tilgjengelig

- «Lyd vil alltid være et forhold opp mot termisk masse.» (3, 2018)
- «Jeg ville synes det ville vært veldig spennende om en kunne brukt overflater som ikke er eksponert, synlige til å ha termiske egenskaper, til å lagre energi. Kanskje man kunne føre luft over himling som vil ville blitt varmet opp av betong eller hvordan kunne man utnyttet de materialene som ikke er synlige.» (6, 2018)

Hvis en kunne ha prosjektert en himlingsløsning, som utnytter termisk masse uten at betongen er synlig, ville ha løst mange utfordringer. Ved å ha eksponert betong så betyr det at det mange føringsveier som blir synlige, og for at det disse skal koordineres, så ligger det mange arbeidstimer. Den tradisjonelle løsningen med systemhimling hadde noen kvaliteter, som vi nå på Powerhouse Kjørbo har mistet. Den var veldig fleksibel, god på lyd, og den skjulte installasjoner. Hvis vi kunne fått en teknisk løsning som utnytter den termiske massen, samtidig som vi kan skjule føringsveier, bygde lite, og førte til perfekte lydforhold så ville det vært en gave til byggebransjen.

Gjennom intervjuene så ble det avdekt at alle Powerhouse prosjektene, som de jeg intervjuet hadde vært å prosjektert, var med betongkonstruksjon. Det var to stykker som hadde jobbet med to prosjekter som var innom tre, som en midlertidig løsning før de endte opp med betong. Vi vet ikke mer om disse, men for å avdekke om betong eller tre er den riktige

løsningen så må en regne på det, og gjennomføre en tilstandsanalyse om det er gjenbruk. Det er da viktig å skille mellom biogene CO<sub>2</sub>-utslipp (tre) og karbonatisering av betong. Julie Lyslo Skullestad beskriver i sin masteroppgave: Bygging av høyhus i tre som et klimatiltak - En sammenliknende LCA av bæresystemer i tre og betong for bygg med varierende antall etasjer. Der beskriver hun at det er økt interesse for bæresystemer i tre og det er en rask utvikling. Hun beskriver at gevinsten for å bruke tre endrer seg med antall etasjer:

*Klimapåvirkning per m2 bruttoareal er beregnet for alle konstruksjoner for å vurdere hvordan klimaendringen endres med antall etasjer. På grunn av behovet for større materialmengder per m2 for høye bygg, øker også klimaendringen per m2. Dette fenomenet har blitt beskrevet i nyere litteratur som «CO2-premien» for bygningshøyde, og inntreffer for betongkonstruksjonene over 12 etasjer. For trekonstruksjonene er CO2-premien synlig allerede fra 3 etasjer. Økningen i klimapåvirkning per m2 fra 12 til 21 etasjer er imidlertid vesentlig lavere enn for betongkonstruksjonene. Dette betyr at potensialet for å redusere klimagassutslipp ved å bygge bygninger med bærekonstruksjoner i tre øker med bygningshøyde over 12 etasjer. (Skullestad, 2016)*

Kanskje var de to andre Powerhouse prosjektene ikke høye nok, at det det ikke lot seg forsvare økonomisk. En opplever hele tiden at byggebransjen flytter grenser, men det snakkes hele tiden om små marginer, og kanskje var eieren ikke risikovillige nok, eller hadde den rette kunnskapen til å komme fra til det beste svaret. Betong er veldig lett å regne på, så da blir den sikkert litt enklere å jobbe med i tidligfasen.

- «Hvis du ser bort ifra Kjørbo, som er et «rehab» prosjekt, som setter sterke føringer for muligheten, gir i hvert fall et mindre handlingsrom enn om man skulle ha tegnet det fra bunnen av.» (12, 2018)
- «Det forsøker vi å presentere av og til er at det paradigme at form følger miljø, kontra form følger funksjon, det er en gamechanger for det at Powerhouse definisjonen gir en annen formgivning, både eksteriørmessig og interiørmessig.» (12, 2018)

Det som skiller Powerhouse nybygg og Kjørbo er blant annet taket Takvinkelen på bygget var nok ikke helt optimal. Hvis en ser på Powerhouse som er nybygg så har de alle takvinkel som skrå mot syd (Figur 17), for å optimalisere forholdene for solcellene. Alle byggene har blitt realisert unntatt Svart (Svartisen) som er under prosjektering. Etter en periode med mange bygg med flate tak så har dette vært forfriskende, men om en blir avhengig av skrå tak i arkitekturen for å klare energikonseptet så kan jeg se for mange kan bli en utfordring. Det gir en lavere arealutnyttelse, der hvor man har en begrensning på mønehøyden. Taket på Kjørbo var jo flatt, men der hadde man eksisterende betong som kunne regnes inn i regnskapet og klare kravene gjennom det.



Figur 17. Sammenstilling av nye Powerhouse prosjekter. Bilder hentet fra Snøhetta.no og Powerhouse.no



#### 5.4 Evaluering av metoden

Ved å bruke casestudie, intervju og litteraturstudie som metode så fikk jeg et veldig bra underlag for denne masteroppgaven, sett fra ulike ståsted. Sett i ettertid så kunne nok intervjuguiden vært gruppert med spørsmål i henhold til forskningsspørsmålene for da hadde det vært lettere å strukturere svarene. Ønske om å kunne konkretiser egenskapene til Kjørbo var drivende, og hvilke konsekvenser disse har hatt, men det viste seg å være litt mer komplisert enn jeg trodde. Mest på grunn av at de prosjekterende har spisskompetanser innenfor sitt fagfelt, men de fleste hadde også kunnskap utover sitt eget felt, men mer på et overordnet nivå.

Det var en god metode for å få avdekt flest mulig egenskaper, men kanskje ikke den helt optimale for å komme i dybden på konsekvensene av disse egenskapene. Siden hvert ombyggingsprosjekt har sine egne forutsetninger som påvirker totalen så er det ikke enkelt å tallfeste hva som er viktigst for et prosjekt, men gjennom intervjurunden så fikk en frem en liste for hva som var avgjørende for Kjørbo, og den vil kunne brukes om en har en bygningsmasse som har tilsvarende kvaliteter.



## 6. Konklusjon og anbefalinger

- «Jeg er sikker på at det kommer flere og flere bygg.» (5, 2018)

Hvis ikke jeg hadde hatt troen på at det kommer flere og flere bygg så hadde jeg aldri valgt dette temaet for min masteroppgave. Som rådgiver så ønsker jeg å ta del i kunnskapen som morgendagens prosjekter har behov for. Det er ikke sikkert Powerhouse er det eneste, rette svaret på morgendagens utfordringer i forhold til våre miljøambisjoner, men det har i hvert fall med på å presse grensene. Det er med og skaper en revolusjon innen hva som er mulig å få til med eksisterende bebyggelse, med kommersielle vilkår, og som samtidig er bra for miljøet. Det er verdt å lære av.

Vi må lære raskt, forbruket til de vestlige landene i verden må bremses. Hvis flere tilknyttet byggebransjen hadde hatt et større miljøfokus så ville denne endringen, eller det «grønne skiftet» skjedd raskere. Det er fort gjort at en mister fokuset, som interiørarkitekt så tenker jeg at det handler om alle de små valgene en selv har kontroll over innenfor sitt fagfelt. Hvis jeg anbefaler en flis til et prosjekt, så vil en klassisk flis i god kvalitet holde seg mer varig opp mot svingende trender i dårlig kvalitet. Det er viktig at vi ikke pusser opp mer enn nødvendig. Et Powerhouse er beregnet til å vare 60 år, og selv om de kalkulerer inn noen endringer så blir regnestykket best om en lar være. For å klare minst mulig endringer så må plantegningene være mest mulig fleksible, og det blir de ved at det er mest mulig åpent, og endringene skjer med møbleringen. Det er også viktig at de valgene vi tar som prosjekterende lar seg reversere. At det er enkelt å bytte ut komponenter eller deler slik at en ved en endring må tilføre minimalt med materialer. Ved at materialene er demonterbare så er de også gjenvinnbare som er et pluss i Powerhouse regnskapet. Kompetanseheving i bransjen er også en stor fordel, hvis flere og flere utdanner seg innen Breeam, vi bygger flere miljøvennlige bygninger så vil kunnskapen kunne spre om seg å påvirke bransjen.

## 6.1 Oppsummering på hvilke egenskaper har Kjørbo som ble avgjørende for å komme i mål som et Powerhouse?

For å identifisere disse egenskapene som Kjørbo hadde, i sin opprinnelige bygningsmasse, så spurte jeg de prosjekterende fra Kjørbo om egenskaper og suksesskriterier. De svarte ut ifra sitt ståsted i prosjektet og sitt fagfelt. Resultatet fra intervjuene kan du lese i kapittel 4.2.1. Mange svarte det samme, men ingen svarte den hele listen som vist under (Figur 18). For å få et helt bilde av hva som de prosjekterende anså som viktig så har jeg utarbeidet en komplett liste, som vist under, i tilfeldig rekkefølge. Den sier ingenting om vektningen av de ulike faktorene, eller hvor mange som har påpekt disse.

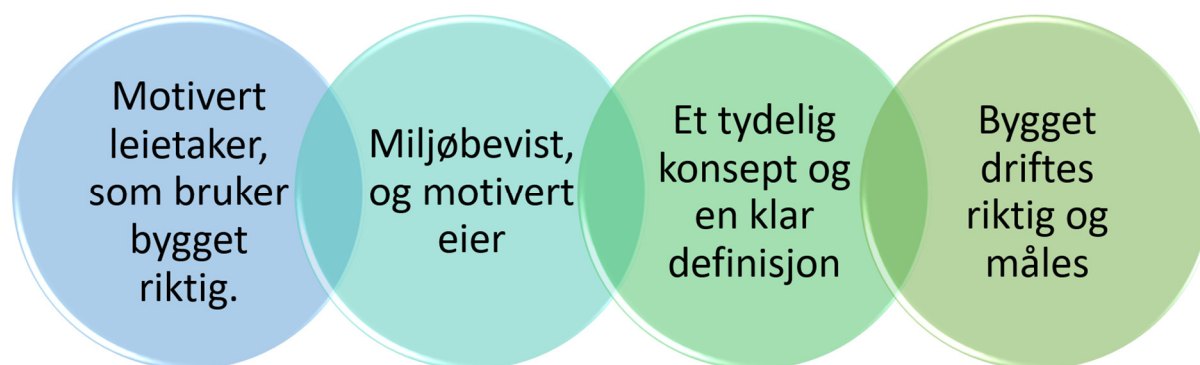


Figur 18. Powerhouse Kjørbo sine nøkkelegenskaper sett i ettetid av de prosjekterende.

Powerhouse Kjørbo var nok ikke valgt på grunn av denne listen. Da den var valgt var den et bygg utgått på dato. Bygget var fredet, og Entra så sikkert tidlig at her måtte man investere ganske mye for å oppgradere bygningsmassen til dagens standard. Samtidig så planla man Powerhouse Brattøra, Trondheim, som opprinnelig het Powerhouse One (skulle være det første). På grunn av forsinkelser i byggesaken så var det Powerhouse Kjørbo som først ble realisert. En kan i ettertid si at disse suksesskriteriene på listen, (Figur 18) var med på å skape den suksesshistorien Powerhouse Kjørbo har blitt. Det er nok i tillegg en god del tilfeldigheter som også spiller inn, som at Kjørbo var en av de neste byggene Entra hadde på sin liste for ombygging.

### 6.1.1 Suksesskriterier

For at Powerhouse skal bli en realitet, slik som Kjørbo ble, så er det en mengde suksesskriterier som ble nevnt i intervjuprosessen. De fleste omhandlet naturligvis prosjekteringen og prosjekteringsgruppen siden intervjuobjektene var hovedsakelig prosjekterende. I figuren under (Figur 19) så er suksesskriteriene som ikke omhandler bygningskroppen og prosjekteringen beskrevet. Alt henger sammen med alt, og for å få til et Powerhouse så må alle være med.



Figur 19. Suksesskriterier som bidro til at Kjørbo ble til et Powerhouse.

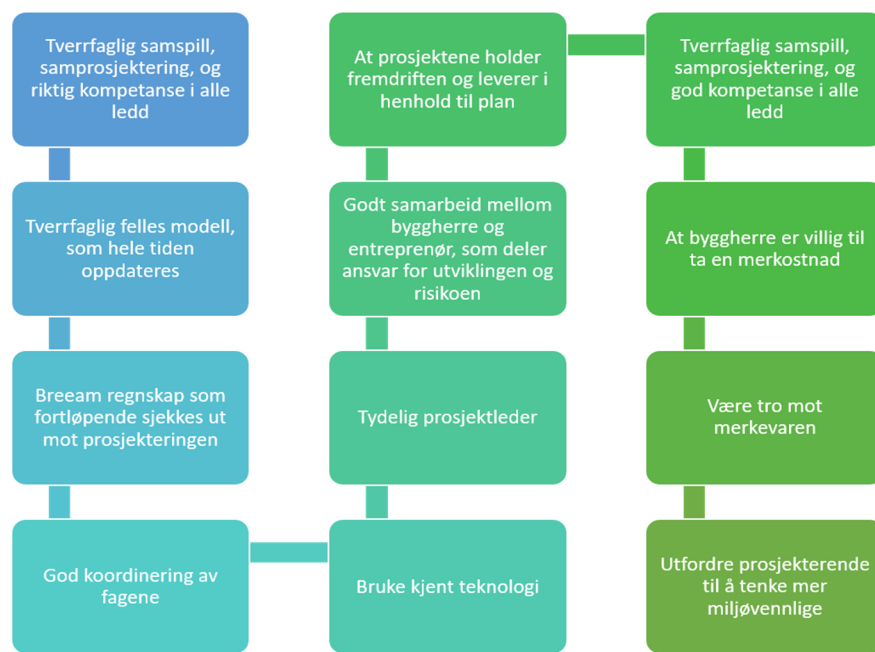
Bak transformasjonen fra de utslitte kontorblokkene fra 80-tallet til å bli verdens første Powerhouse, i et eksisterende bygg så ligger det en rekke tiltak som bygger oppunder suksessen. Når de prosjekterende ble bedt om å identifisere disse tiltakene så fikk jeg listen som vist i listen under (Figur 20). Deler av denne listen var bygningsmessige kvaliteter som måtte tilføres Kjørbo for at det kunne bli sertifisert som et Powerhouse. At Kjørbo var med å forandre perspektivet samfunnet har til hvilken en rolle et bygg kan spille i et miljøperspektiv, var ikke en del av Powerhouse sertifiseringen, men absolutt en suksessfaktor. Jeg tror at dette var med på å motivere alle involverte til å holde fokuset helt inn til mållinjen.



Figur 20. Suksesskriter i prosjekteringen av Powerhouse Kjørbo.

For å komme til mållinjen, dette målet om Powerhouse, så var en helt avhengig av et veldig godt samspill i prosjekteringsgruppen. Følgende suksesskriterier er blitt identifisert (Figur 21) av de prosjekterende. Det som ikke er nevnt er Enova søknaden, jeg tror at slike støtteordninger stimulerer til innovasjon og videre utvikling av miljøprosjekter. På Kjørbo så

var det en stor utvikling fra blokk 4-5 til de tre siste, se kapittel 6.3 (Figur 29). Utfordre de prosjekterende til å tenke mer miljøvennlig ligger der som en suksessfaktor, men jeg tror det blir lettere å få til det om det er noen interessenter i dette. Som prosjekterende så er det lettere å tenke miljøvennlig om det har en verdi, og ikke bare en ide om å være miljøvennlig.



Figur 21. Suksesskriterier for at prosjekteringsgruppen skal klare å prosjektere et Powerhouse.

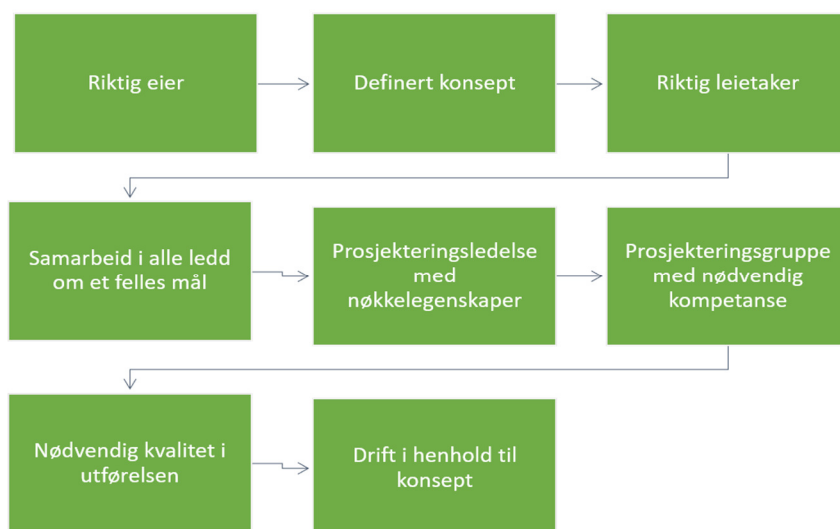
## 6.1.2 Kjørbo sine egenskaper for å oppnå BREEAM sertifiseringen

Slik jeg tolker resultatene så var dagslyset det eneste som ble avgjørende for at Kjørbo skulle komme i mål med Breeam regnskapet sitt. Det var mye som var en fordel, men siden Breeam er lagt opp slik at du kan ta poeng i ulike kategorier, så finner de fleste prosjekt noen poeng som de oppnår. Kjørbo hadde en stor fordel ved at det besto av fem blokker hvor betongen skulle gjenbrukes, dermed så fikk en mye fradrag på hvor mye bunden energi som bygget totalt besto av. I blokk 1,2 og 3 hvor kravet var Breeam Excellent, og ikke Outstanding som i de første to blokkene så var jobben mye enklere. Ikke bare enklere fordi kravene ikke var like strenge i forhold til å tilføre materialer, men mange av rapportene som skal leveres inn til BREEAM revisoren var utarbeidet. Det ble nevnt at det blir lettere og lettere å jobbe med BREEAM i prosjekter da bransjen har blitt mer vant til å levere EPD'er, og har de liggende

klarer når de blir etterspurt (7, 2018). Ved at entreprenøren på Kjørbo har hatt samme personell, som styrte denne prosessen, tror jeg også har vært en medvirkende suksessfaktor. Det er utrolig viktig at BREEAM ansvarlig og de øvrige prosjekterende samarbeider godt om å ha kontroll på regnskapet.

### 6.1.3 Kjørbo`s nøkkelegenskaper og suksesskriterier

Hvis jeg summerer opp resultatene fra egenskaper og suksesskriter, som omhandler både prosjekteringen, ombyggingen og andre faktorer som er blitt nevnt så får jeg 9 punkter som krystalliserer seg (Figur 22). En er nok ikke avhengig av alle disse for å få til et Powerhouse, men disse har vært identifisert som suksessfaktorer på Kjørbo.



Figur 22. Suksesskriterier for ombygging av et eksisterende bygg til et Powerhouse.



## 6.2 Oppsummering på hvilke konsekvenser og muligheter Powerhouse gir eier, sluttbruker og prosjekterende på grunn av Powerhouse konseptet?

Ved første øyeblikk så kan Kjørbo blokk 1-5 se lik ut som de andre blokkene som ligger på andre siden av Kjørboveien, som er bygd innenfor samme området (Figur 23). De har ulik fasade, noe som kan gi en indikator på at blokk 1-5 har blitt rehabilitert, men utover det så er det ikke så enkelt å se med det blotte øye hvor stor forskjell det. For å avdekke dette så har jeg studert Kjørbo, og intervjuet de prosjekterende om hvilke konsekvenser denne endringen har hatt for eier, sluttbruker og for de prosjekterende. Det er en del bygningsmessige forskjeller som ble beskrevet i kapittel 6.2.2 (Figur 26), men også endringer for eier (Figur 24) og sluttbruker (Figur 26).



Figur 23. Oversiktsbilde Kjørboparken. Kilde: Budstikkas store Asker og Bærums-leksikon

### 6.2.1. Konsekvenser for eier

Å være eier av Powerhouse Kjørbo har jeg delt inn i to faser, den ene i prosjekteringsfasen og den andre i driftsfasen. Det er mange likehetstrekk mellom et Powerhouse og et annet kontorbygg Entra har sin portefølje som renoveres. Ved intervju så har fokuset vært på hvordan har Powerhouse Kjørbo vært annerledes.



Figur 24. Konsekvenser for eier i prosjekteringsfasen.

Byggherreombudet ble intervjuet og sitter nærmest eier, og de prosjekterende har dialog med eier via byggherreombudet, men siden eier ikke her har blitt intervjuet direkte så vil dette resultatet vise til hva prosjekteringsgruppen mener er eiers konsekvenser i prosjekteringsfasen (Figur 24) og driftsfasen (Figur 25).



Figur 25. Eiers konsekvenser i driftsfasen.

## 6.2.2 Konsekvenser for sluttbruker

Som arbeidstaker i Powerhouse Kjørbo så vil en raskt kunne merke noen forskjeller i forhold til de blokkene som ligger på andre siden av veien (Figur 26). Jeg har kategorisert resultatet fra intervjurunde, men det er viktig å påpeke at de færreste av de var en sluttbruker selv, men de fleste prosjekterende har hatt mye kontakt med sluttbrukerne.

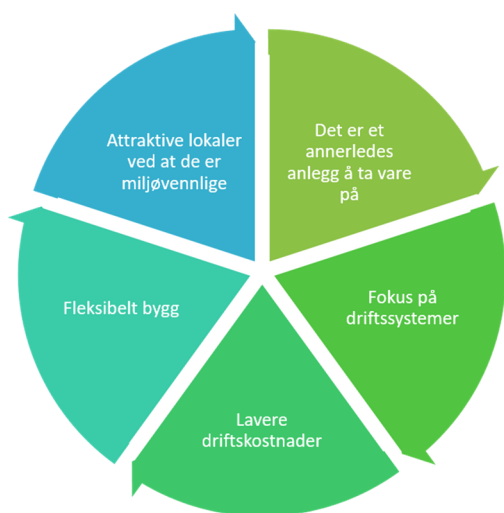


Figur 26. Konsekvenser for sluttbrukeren i Powerhouse Kjørbo.

Som prosjekterende interiørarkitekt har jeg selv sittet mellom leietaker og prosjekteringsgruppe. Min erfaring er at sluttbrukeren involveres tidlig slik at de får en

forståelse om hva Powerhouse er, og hvilke konsekvenser det har for leietakertilpasninger og sluttproduktet. Det kan lett oppstå interessekonflikter når en leietaker har forventninger om full skreddersøm av lokalene, og kanskje kommer med ønsker som ikke er i tråd med Powerhouse konseptet. For de prosjekterende så er det absolutt best om leietakertilpasninger kommer enten før eller etter samspill forprosjekt. Dette er basert på min egen erfaring, men en dør fra eller til endrer hele regnestykket i det alle fagene sitter og kalibrerer seg opp mot hverandre.

Driftspersonell fra Entra er også en sluttbruker, de skal drifte disse byggene i henhold til konsept. Det hjelper ikke med aldri så gode intensjoner i planleggingen om det ikke driftes riktig. *«En lykkes ikke med et Powerhouse om man ikke har en grundig oppfølging etterpå. Vi har minst et til to år med oppfølging. Og fått tunet inn anlegget, og det er helt avgjørende for et Powerhouse, vi måler oss på antall rett og slett kilowattime og ikke teoretisk» (7, 2018).* At driftspersonell er med i samspillfasen er nok med på å legge til rette for at det driftes på riktig måte og i henhold til prosjektets intensjoner. Powerhouse Kjørbo var litt annerledes å drifte enn de andre kontorblokkene på Kjørbo. Resultatet er listet opp i figuren under (Figur 27).



Figur 27. Konsekvenser ved å drifte Powerhouse Kjørbo.

### 6.2.3 Konsekvenser for de prosjekterende

Å være en prosjekterende på et Powerhouse både krevende og inspirerende. Det å være rådgiver i slike konstellasjoner forplikter en til å være pålogget hele tiden, og at en jobber for prosjektets beste uavhengig av fag -og firmabakgrunn. Hvis jeg skulle ha laget en stillingsannonse, ut ifra svarene fra prosjekteringsgruppen så ville egenskapene til en rådgiver som skulle jobbe med et Powerhouse være som vist under (Figur 28).



Figur 28. Fordelaktige egenskaper hos en rådgiver som jobber med et Powerhouse.

Som rådgiver inn i et Powerhouse prosjekt så skal du ta hensyn til energikonseptet, BREEAM-poengene, eiers ønsker, leietakers ønsker samtidig som det er en totalentreprise.

*But for Powerhouse, everything had to be tailored to the site. So, the designing had to happen to a precision, to a much higher level, and that is the struggle for us, because it's sometimes hard to get our heads around how much that is acquired from us, in terms of us to coordinate a large group of people that are part of project. To generate consequences, and some innovations, it's terribly time consuming, but eventually rewarding» (11, 2018).*

For at alle skal være oppdaterte på hva som skjer til enhver tid så jobber alle i en felles modell. På Kjørbo så foregikk det meste av kommunikasjon via e-post, mens alle dokumentene gikk via et prosjekthotell. Det kommer hele tiden nye kommunikasjonsplattformer som kan være nyttige verktøy for å håndtere slike mengder med informasjon mellom mange aktører, hvor det kanskje ikke alltid er like enkelt å vite hvem den

informasjonen kan være aktuell for. Jeg har selv vært med i prosjekter som prøver å fase ut e-postene og heller bruker verktøy som Microsoft sine samhandlingsplattformer OneNote og Teams (Microsoft, 2018). Å ha alt av modell, kommunikasjon, styrende dokumenter åpent tror jeg er veien å gå for at en gruppe mennesker skal få til 100% samhandling. Alle kortene må ligge åpent på bordet hele tiden.

### 6.3 Konklusjon på hva som ble endret i de ulike byggetrinnene på Powerhouse Kjørbo?

De fem blokkene kan konseptuelt deles i 2 trinn. Blokk 4 og 5 var de første, et innovasjonsprosjekt, et samarbeidsprosjekt i Powerhouse samarbeidet hvor alle delte interessen for den nye kunnskapen og risikoen for å nå målet. I blokk 1,2 og 3 så var noen av forutsetningene endret, kostnadene skulle ned. Målet for Breeam sertifiseringen ble senket til Excellent. Det var en leietaker som var utenfor samarbeidet, og lokalene skulle bygges og leies ut på kommersielle vilkår. Byggekosten måtte svare seg i forhold til leieinntektene. Det er spesielt denne overgangen som er interessant, for Powerhouse konseptet gjelder alle blokkene fullt ut. Hvordan de reduserte byggekostnadene er fordelt på bygningsmessige arbeider, planløsningen, akustikk, teknisk anlegg og på grunn av bransjens utvikling. Dette er presentert i resultatkapittelet 4.2.3, men et kort sammendrag er vist i figuren under (Figur 29).



Figur 29. Bygningsmessige endringer i Powerhouse Kjørbo fra første byggetrinn til de tre siste blokkene.

### 6.3.1 Bakgrunn for endringene fra første byggetrinn til siste.

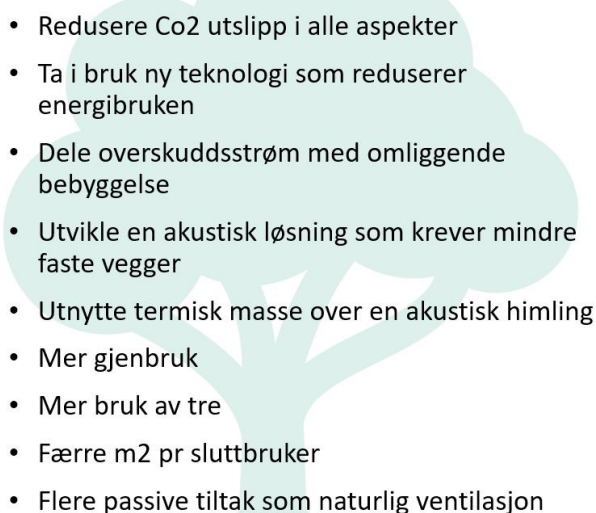
«Powerhouse konseptet har vært sterkest i blokk 4 og 5 og der har man hatt størst fokus på å bruke minst mulig materialer, minst mulig energi» (6, 2018).

Det at man reduserte Breeam sertifiseringen åpnet opp for muligheten til å tilføre mer bygningsmaterialer. Det er ikke sikkert det var nødvendig, men det gjorde nok jobben for de prosjekterende enklere ved at en kunne dekke til mer av den eksponerte betongen og slik oppnå et bedre akustisk miljø.

«Målet var å ha mer hyllevarer på alt, samtidig så vil jeg si at det er gjort mye spesialarbeid for alt arbeid med lydabsorbenter som er bygd på stedet omtrent og det finnes ikke som et produkt» (8, 2018). Som prosjekterende interiørarkitekt så ser jeg at en av de store utfordringene vår ligger ofte i å få nok lydabsorbenter. Selv med tepper på gulv, og delvis dekt himling så er en ofte avhengig av veggabsorbenter. I mer akustisk demping så ligger det at det ble innført akustiske kasser på vegg og i himling istedenfor lameller. Dette var etter ønske om å redusere kostander og øke de akustiske kvalitetene. At de kunne gjenbruke eksisterende himlingsplater bak var en bonus. I mange tilfeller så er det åpen kontorplasser med mye tilstøtende glass. Ved at vi innførte korte vegger som skillevegger i landskapet ga oss den nødvendige veggplassen. På Powerhouse Kjørbo så var akustikeren med fra starten av. På Powerhouse Kjørbo så ble de akustiske platene en del av interiørarkitekturen som vist i bilde Mange av de endringene i planløsningene kom fra leietaker, at det var flere scyperom enn cellekontor enn tidligere var nok på grunn av at leietakeren endret seg, men også et tegn på at vi jobber annerledes enn bare for 10 år siden. Både Asplan Viak og Norconsult er rådgiverne firma som er relativt like. Teknologien har nok påvirket oss mer, og hvordan vi bruker kontorene. Dette viser bare at Powerhouse er et fleksibelt kontorbygg som kan romme ulike kontorbehov, og slik sett er godt rustet for fremtiden.

### 6.3.2 Veien videre?

Så hvordan blir fremtiden? Det er inspirerende å få lov til å jobbe på et prosjekt som Powerhouse som vi allerede kan se er med å bidra til at vi som samfunn blir mer miljøvennlig. I intervjurunden så spurte jeg de prosjekterende om hvordan de mente

- 
- Redusere Co2 utslipp i alle aspekter
  - Ta i bruk ny teknologi som reduserer energibruken
  - Dele overskuddsstrøm med omliggende bebyggelse
  - Utvikle en akustisk løsning som krever mindre faste vegger
  - Utnytte termisk masse over en akustisk himling
  - Mer gjenbruk
  - Mer bruk av tre
  - Færre m2 pr sluttbruker
  - Flere passive tiltak som naturlig ventilasjon

Powerhouse konseptet kom til å utvikle seg videre. Svarene har jeg oppsummert (Figur 30), og det viser at det prosjekterende har tro på at det vil komme nye forbedringer etter hvert som teknologien og bransjen tilpasser seg denne miljøretningen. En artikkel om Powerhouse Kjørbo, blokk 4 og 5 i det tyske bladet Detail vitner om at interessen for Powerhouse er stor også utenfor våre landegrenser (Schoof, 2015). De skriver at dette er et

energibygget i forkledning. Derfor er det også viktig å fortelle om det, for du kan ikke se utenfra hvilken påvirkning disse blokkene har.

*Figur 30. Hvordan de prosjekterende fra Powerhouse Kjørbo tror konseptet vil utvikle seg videre.*

Hvis en skal bygge om et eksisterende bygg til et Powerhouse så vil det, som følge av Powerhouse konseptet ligge sterke føringer til prosjektering av tekniske fag og akustiske løsninger. Dette vil også påvirke planløsningen og materialbruken. Ventilasjonsprinsippene som baseres seg på saktegående luft, og mange åpne soner. Disse åpne sonene krever en viss avstand mellom arbeidstakere, som igjen påvirker planløsningen. En har i store åpne landskap ikke samme muligheten til å avgrense lyden, så gode akustiske tiltak blir helt avgjørende. For hver bygningsdel som regnes inn i prosjektet jo dårligere er det for BREEAM resultatet. Det hele er en avveining mellom komfort og miljø. På tross av dette så har konseptet en stor fordel for drift og økonomi. Det er litt dyrere å leie, men billigere å drifte. Totalt sett så gjør

disse byggene mer lønnsomme i lengden enn tradisjonelle kontorbygg, også på grunn av byggets levetid på 60 år.

Litt mer overordnet så gir disse prosjektene byggebransjen et løft i en mer miljøvennlig retning. Det at miljø har fått en markedsverdi, gjør at vi nå får flere og flere miljøvennlige bygg. Det hjelper også når disse byggene blir premiert og sertifisert slik at de kan måles opp mot andre bygg som ikke har det samme fokuset på miljø. At det også utdannes flere prosjekterende innen miljø og BREEAM øker kunnskapsnivået i bransjen, og dette vil mest sannsynlig senke terskelen for å velge miljøvennlige løsninger.

## 6.4 Krever ytterligere undersøkelser

På lik linje med de prosjekterende så er det viktig med riktig kompetanse og god forståelse for Powerhouse konseptet hos de utførende. Et Powerhouse krever veldig god planlegging av personer med riktig kompetanse. En vil ikke komme i mål om de utførende på byggeplassen ikke respekterer retningslinjene. De som jobber på byggeplass kan ikke bare stikke på butikken og kjøpe en fuge om de mangler det. Det må være riktig type og alt må dokumenteres. Entreprenøren sitter også rundt bordet i samprosjekteringen, men hvordan de kommuniserer dette til de utførende har ikke vært undersøkt i denne oppgaven. Heller ikke hvor stor grad dette påvirker det endelige resultat.

## 6.5 Forslag til videre forskning

- Finne den optimale himlingen som har ekstremt gode akustiske egenskaper, er et system, driftsvennlig og puster slik at en får utnyttet termisk masse.
- Finne en god løsning på hvordan byggebransjen kan få god økonomi i gjenbruk av bygningsmaterialer.
- Hvordan Powerhouse i nybygg kan få en mer arealeffektiv form?
- Kan Powerhouse etableres i en eksisterende trehusbebyggelse?
- Kan Powerhouse bygges uten betong?



## 7. Referanser

### Uncategorized References

2017. <http://heim.ifi.uio.no/~in166/foiler/Knut-forskdesign/tsld019.htm>. [Accessed].
- 2018a. Planer <https://www.projectplace.no/>.
- 2018b. [www.breeam.com](http://www.breeam.com) [Online]. [Accessed].
- 1, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 2, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 3, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 4, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 5, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 6, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 7, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 8, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 9, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 10, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 11, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- 12, I. 2018. *In: BETTEN, S. (ed.)*.
- ANNE CHICK, P. M. 2011. *Design for sustainable change*, Switzerland, AVA Publishing SA.
- ARKITEKTNYTT. 2014. *Powerhouse Kjørbo åpnes fredag* [Online]. <https://www.arkitektnytt.no/nyheter/powerhouse-kjorbo-apnes-fredag>. [Accessed].
- BETTEN, S. 2018. Svar på spørsmål 13. Hvem har Powerhouse Kjørbo vært mest suksess for?
- BUGGE, L. 2016. *Fremtidens oppgradering av bygg- erfaringer fra Kjørbo* [Online]. <http://docplayer.me/30916572-Fremtidens-oppgradering-av-bygg-erfaringer-fra-powerhouse-kjorbo.html>. [Accessed].
- BYGGEINDUSTRIEN. 2014. *Grønt lønnsomt for Entra* [Online]. <https://www.bygg.no/article/1183431>. [Accessed].
- BYGGKVALITET, D. F. 2017. *byggteknisk forskrift 17* [Online]. [Accessed].
- CONSULTING, R. M. 2015. Følgeevaluering av Framtidens Byer sluttrapport.
- EGGE, H. 2016. *Lager miljøvennlig sement av norsk leire* [Online]. <https://gemini.no/2016/02/lager-miljovennlig-sement-av-norsk-leire/>. [Accessed].
- ENOVA. 2018a. *Beste tilgjengelige teknologi* [Online]. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/beste-tilgjengelige-teknologi-i-eksisterende-bygg/>. [Accessed].
- ENOVA. 2018b. *Helhetlig kartlegging av bygg* [Online]. <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/helhetlig-kartlegging-av-bygg/>. [Accessed].
- ENOVA. 2018c. <http://presse.enova.no/pressreleases/slik-skal-enova-faa-fart-paa-energieffektiviseringen-av-bygg-2421275> [Online]. [Accessed].
- ENOVA. 2018d. <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/mal/> [Online]. [Accessed].
- ETAT, S. B. & BYGG, N. K.-O. R. A. F. E. A. [Oslo] : Statens bygningstekniske etat, 2010  
Energieffektivisering av bygg : en ambisiøs og realistisk plan mot 2040
- FN. 2018a. <https://www.fn.no/Tema/Fattigdom/Baerekraftig-utvikling> [Online]. [Accessed].
- FN. 2018b. *Parisavtalen* [Online]. [Accessed].

- FURUSETH, E. L. E. O. I. 2012. Masteroppgaven Hvordan begynne -og fullføre.
- HALVORSEN, K. 2007. *Norges strategi for bærekraftig utvikling* [Online].  
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/klimavennlige-bygg-for-fremtiden/id2396220/>:  
Finansdepartemenetet. [Accessed].
- HAMMOND, G. P. 2008. Embodied energy and carbon in construction materials.  
<HTTP://NGBC.NO/BREEAM-NOR/>. 2018. *Hva er Breeam?* [Online]. [Accessed].  
<HTTP://WWW.LAVENERGIPROGRAMMET.NO/ARTIKKEL/HVA-ER-ET-PASSIVHUS/> 2018. Hva er et passivhus.  
<HTTPS://WWW.SKYPE.COM/NO/BUSINESS/>. 2018. *Scype* [Online]. [Accessed].
- JACOBSEN, D. I. 2015. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*
- JYSTAD, C. 2017. *The S-Word*. Master The Kingston University.
- K.YIN, R. 1994. *Case study research -design and methods*.
- KNOLL, E. B. 2015. *Can the world be saved by rethinking buildings and their users? : an analytic approach into Norway's first renovated energy plus house*. Master, NTNU.
- KOMITEENE, D. N. F. 2016. *Generelle forskningsetiske retningslinjer* [Online].  
<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/generelle-forskningsetiske-retningslinjer/>. [Accessed].
- LANDSTAD, K. A. O. K. 2002. Generalitet, fleksibilitet og elastitet i bygninger.
- LAVENERGIPROGRAMMET. 2017. *Hva er et passivhus* [Online]. [Accessed].
- LEDLYSPÆRERER. 2018. *Hva er LED-lysets historie?* [Online].  
<http://www.ledlyspærer.no/hva-er-led-lysets-historie-hvem-oppfant-dem-og-hvorfor/>.  
[Accessed].
- LYSTAD, M. T. O. A. 2016. Klimagassnotat for FutureBuilt -prosjekter som benytter BREEAM-NOR. *Prosjektnavn: Powerhouse Kjørbo Hovedresultat og sammenligning av alternativer*.
- MICROSOFT. 2018. *Samhandlingsverktøy OneNote og Teams* [Online].  
<https://products.office.com>. [Accessed].
- MILJØDEPARTEMENT, D. K. K.-O. 2017. Klimastrategi for 2030- norsk omtilling i europeisk samarbeid. *Meld. St. 41 (2016-2017)*.
- MILJØVERNDEPARTEMENT, D. K. 2007. St.Meld nr. 34.
- MODERNISERINGDEPARTEMENTET, K. O. 2012. *Samarbeidsområder i Framtidens byer* [Online]. [Accessed].
- MODERNISERINGSDEPARTEMENTET, K.-O. 2014. *Framtidens bygg-erfaringer med lavenergi og passivhus yrkesbygg*.
- OLERUD, K. 2018. *Det store norske leksikon* [Online]. [https://snl.no/gr%C3%B8nt\\_skifte](https://snl.no/gr%C3%B8nt_skifte).  
[Accessed].
- OLSSON, N. 2011. *Praktisk rapportskrivning*, Trondheim, Tapir akademisk.
- OVERØYE, C. S. *Oppgradering av kontorbygg til plusshus: -Caseanalyse av Kjørbo*.
- POWERHOUSE. 2016. *The Powerhouse definition* [Online].  
[http://www.powerhouse.no/content/uploads/2014/02/2016.06.14\\_Powerhouse-definition\\_til-publisering.pdf](http://www.powerhouse.no/content/uploads/2014/02/2016.06.14_Powerhouse-definition_til-publisering.pdf). [Accessed].
- POWERHOUSE. 2018a. <http://www.powerhouse.no/plusshus/>. [Accessed].
- POWERHOUSE. 2018b. *Hva er et Powerhouse* [Online]. <https://www.powerhouse.no/hva-er-et-powerhouse/>. [Accessed].
- POWERHOUSE. 2018c. *Powerhouse* [Online].  
<http://www.powerhouse.no/prosjekter/kjorbo-trinn-2/>. [Accessed].

- REGIONALDEPARTEMENTET, K.-O. 2009. Bygg for framtida, Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2009-2012. Grøset.
- SAMSET, K. 2014. *Prosjekt i tidligfasen : valg av konsept*, Bergen, Fagbokforl.
- SCHOOFF, J. 2015. Sanierung eines Bürogebüdes in Bærum. *Detail Green*.
- SENTRALBYRÅ, S. 2017. *Utslipp av klimagasser* [Online]. [Accessed].
- SINTEF Termisk masse og klimatisering av bygninger. [www.byggutengrensener.no](http://www.byggutengrensener.no).
- SKULLESTAD, J. L. 2016. *Bygging av høyhus i tre som et klimatiltak -En sammenliknende LCA av bæresystemer i tre og betong for bygg med varierende antall etasjer*.
- SOFIE MELLENGÅRD, A. S. 2014. UPGRADE- Veileder for energiambisiøs oppgradering av yrkesbygg.
- SOLUTIONS, U. 2012. <http://upgradebuildings.no/>.
- STANDARD, N. 1998. *NS-En ISO 9241-11:1998* [Online]. [Accessed].
- STANDARD, N. 2012. Kriterier for passivhus og lavenergibygninger-Yrkesbygninger. *NS 3701:2012*.
- STANDARD, N. 2016. NS3424.
- STOKKE, P. S. 2018. *Byggebransjen trenger mer kompetanse på gjenbruk av materialer* [Online]. <https://www.arkitektur.no/gjenbruk-stort-potensiale-mer-kompetanse-og-erfaring-nodvendig>. [Accessed].
- TJORA, A. 2017. Kvalitative forskningsmetoder i praksis.
- VIAK, A. 2018a. *Building dashboard* [Online]. <http://buildingdashboard.com/clients/powerhouse/kjorbo/>: Asplan Viak [Accessed].
- VIAK, M. O. A. 2018b. Solcellesystemer og sol i systemet.