

Performance i et større alment byggeri renoveringsprojekt



Christian Koch – Asmus Larsen
Chalmers Tekniska Högskola



Resume af resultater

Dette forsøgsprojekt er gennemført i et samarbejde mellem Dansk Byggeri og Chalmers Tekniska Högskola og Enermærke og Petersen (E&P). Det er finansieret af Realdania og Grundejernes investeringsfond. Denne rapport opsamler resultaterne af den gennemførte performance måling og analyse af renoveringsprojektet Hjortegården.

Projektet vurderer såvel processen som resultatet som del i performancemålingen. Fokus er på performanceforbedringer via læring, eftersom Hjortegården indeholder meget gentagelse og strækker sig over flere år, hvilket giver deltagerne mulighed for at forbedre performance løbende. Projektet peger på at performance er et mere helhedsorienteret koncept end produktivitet og anvender fire dimensioner, viden (1) hos arkitekt, rådgivende ingeniør, entreprenør og bygherre, bygherreværdi (2), produktivitet (3) og ejendomsværdi (4) som alle vurderes både kvantitativt og kvalitativt. På denne måde bliver evalueringen af performance et mere præcist mål for hvad balancen mellem investeringer og værdiskabelse er og mere dækkende for deltagerens indsats og udbytte som helhed.

Metoden er opbygget med en række målinger, der dækker processen fra 2015 til 2018. Den består af både kvantitative og kvalitative målinger: dokumentanalyse, mødedeltagelse (20), interview (30) og observationer (17). Produktivitetsmålingen er gennemført med big dataanalyse af cirka 330 last planner ugeplaner, akkordregnskaber og produktionsmødereferater. Dette har krævet en omfattende forberedelse af datamaterialet så det bedst muligt afspejlede aktiviteterne på pladsen. Der er altså tale om en grundig metode som er tæt på byggepladsens dagligdag. Der er dog også svagheder ved metoden. Det var for eksempel ikke muligt at inddrage underentreprenørernes ressourceforbrug via timeregnskaber selvom dette blev forsøgt i en periode. Og ugeplanerne kunne ikke altid kombineres med information om timeforbrug.

Processen forløb over fire år. Ved forberedelsen af Hjortegården var alle parter tidligt aktive for at sikre et godt samarbejde under projekteringen; via "tidlig inddragelse", prøveblokke og en efterfølgende evalueringsrunde. Prøveblokkene blev imidlertid meget dyre og blev færdige længe inden produktionen kom i gang. Da den kom i gang, blev ugentlige Last Planner (LPS)-møder et stærkt koordineringsværktøj. De vigtigste udfordringer i processen var dels kommunikationen med beboere (som 3B hovedsageligt var ansvarlige for) og dels nedriverfirmaet. Derefter fulgte en produktionsetape med meget gentagelse. Især tagene på etageblokkene og rækkehusene kom ind i en stabil proces, som også endte med at tagene var færdiggjort før tid. Projektets etape 1 var færdig til tiden. Projektets etape 2 var færdig før tid.

Performancevurderingen i de fire dimensioner viste:

(1) Virksomhedernes vidensperformance har udviklet sig positivt. Arkitektfirma, ingeniørfirma og entreprenørvirksomheden E&P har alle opnået kompetence- og konkurrencemæssige fordele og har efterfølgende vundet lignende opgaver. Denne analyse bygger på dokumentanalyse og interview.

(2) Bygherrens værdiprformance hænger tæt sammen med dels genopretning af boliger og ejendomme dels interaktionen med beboerne. Boligselskabet havde ansvaret for denne interaktion. Den tidlige proces var vellykket. I selve renoveringsprocessen har et systematisk varslingsystem informeret den enkelte beboer om hvornår han/hun ville blive berørt. Men denne kommunikation har ikke virket optimalt. I den daglige arbejdsproces på byggepladsen kommer entreprenørerne ofte til at se beboerne som en forsinkelse. Beboerne og boligselskabet oplever at planer og varslinger ikke bliver fulgt og at der var kvalitetsproblemer, som eksempelvis problemer med flisearbejdet i badeværelserne. Prøveblokkene indebar at beboerne oplevede renoveringsprojektet som langtrukket. Analysen af bygherreperformance bygger på dokumentanalyse, observationer og interview.

(3) Produktiviteten er målt dels på units (badeværelser, tag, gavle, altaner og parterre), dels på hele processen fra etape 1 og 2. Målingen ud fra tids- og ressourceforbrug på etageblokkenes badeværelser, altaner, gavle parterre partier viser stor variation, men en stigende produktivitet henover etape 1 og 2. Altaner har den mest markante produktivitetsstigning på 131%. Etageblokkenes tage har en øget produktivitet på 6% målt i enheder/timer, mens produktiviteten er øget 14 % for badeværelserne i etageblokkene, målt i enheder. Når det gælder rækkehusene, er produktiviteten øget med 30% på tag og ventilation målt i enheder/timer og produktiviteten i badeværelser er øget med 35 målt i enheder. Disse resultater bygger på last planner materiale, akkordregnskaber, produktionsmøder,

interview og observationer. Kvalitetsmålingen viste et stabilt niveau for mangler og kvalitetsregistreringer i hele forløbet. Projektet havde forventelige kvalitetsproblemer i begyndelsen, men opnåede en forbedret performance i slutningen af etape1. Der er registreret et stort antal mangler, men det afspejler bedre registrering.

(4) Ejendomsværdien stiger, og opfylder sin social/almennyttige funktion, hvilket er afgørende for bygherren og finansieringen fra landsbyggefonden, men markedsværdien stiger ikke i et omfang der svarer til den investering som renoveringen er. Hvis Hjortegården var et privat boligbyggeri, ville renoveringen have hævet huslejen markant. Denne analyse bygger på en valuarbedømmelse, dokumentanalyse og interview.

Sammenstilles de fire typer af performance for Hjortegården har den været stigende igennem processen. De investeringer, der gøres, betaler sig hjem når man gør performance op som en kombination af kvantitative og kvalitative elementer. Der er dog ret forskellige delprestandanceresultater og oplevelser hos de deltagende aktører.

Resume anbefalinger

Rapporten giver en række anbefalinger om beboersamarbejde, digitalisering, læring, organisation og ledelse.

Beboersamarbejde

Performance af renovering i alment nyttigt boligbyggeri er helt afhængig af godt beboersamarbejde. I de renoveringsprojekter, hvor beboerne og/eller boligselskabet beslutter sig for at beboerne skal blive boende i deres lejligheder under renovering er det vigtigt at anerkende at sådanne projekter kræver særlige fremgangsmåder. Det er vigtigt med en systematisk og kontinuerlig kommunikation og dialog. Entreprenørens procesledelseskompetencer kommer på en prøve eftersom samarbejdet med beboerne er en direkte faktor i byggeprocessen.

Digitalisering

Anvendelse af big dataanalyse indeholder mange nye muligheder for byggevirksomhedernes erfaringsopsamling og planlægning ved for eksempel at kombinere opsamling af faktisk tidsforbrug med tidsplaner, i en mere smart elektronisk udgave af Last Planner Systemet. Men der er i princippet muligheder alle steder hvor der samler sig store mængder data.

En eventuel anvendelse af virtual design and construction spillede en stor rolle i projektet. E&P anvendte ikke Virtual Design and Construction ved projektets start, men det var intentionen at indføre det under forløbet. En fælles VDC-proces gav desværre ret begrænsede resultater og renoveringsprojektet fik ikke implementeret VDC. Denne proces gav læring om digitalisering hos entreprenører som vil øge produktivitet. VDC blev opsplittet i en række delsystemer, som blev forstået som et puslespil af elementer som det anbefales at entreprenører lægger gradvist. Ledelse af digitalisering og VDC kan gennemføres ved at gøre sådan, lægge IT brikker trinvis, men det kræver (stadig) ledelsesopbakning og ressourcer at gøre det. Perspektivet i projektet er at arbejde videre med integrerende IKT-løsninger i projekter og virksomheder der laver renovering. Digitaliseringens muligheder skal udnyttes.

Ledelse

Last planner er i dette projekt et stærkt planlægnings- og ledelsesværktøj som systematisk understøtter koordinationen. Hovedentreprenøren havde også tydelig nytte af et velsamarbejdet og erfarent team ved projektets begyndelse. Teamets erfaringer kom fra et lignende renoveringsprojekt og det kan anbefales at satse på at videreføre sådanne teams i entreprenørens opgaveløsning.

Ledelse af digitalisering, herunder VDC, kræver, som skrevet ovenfor, opmærksomhed og prioritering fra entreprenørens øverste forretningsledelse. Der er barrierer i det daglige projektarbejde som indebærer at digitalisering ikke bare vokser naturligt ud af byggeprojekterne. De kan være testbeds, men hvis implementeringen skal løfte sig, skal der mere til.

Organisation af renoveringsprojektet

Hjortegården projektet opnåede vigtige erfaringer med tidlig involvering og anvendelse af deltest (prøveblokke). Begge giver vigtig læring. Og/men begge elementer skal overvejes nøje så de får den rigtige form, udstrækning og funktion.

En IKT-aftale er et vigtigt redskab for at afklare bygherres og andres ambitionsniveau i IKT-anvendelsen. Der er vigtigt også at fokusere på integration af datastrukturer og formater.

Indhold

Resume af resultater	2
Resume anbefalinger	3
1.0 Introduktion.....	7
2.0 Problemstilling og formål	8
3.0 Forståelsesramme	9
3.1 Performance og produktivitet	9
3.2 Læring og produktivitet	11
3.4 Opsamling forståelsesramme	13
4.0 Metode	15
4.1 Metode oplæg i udgangspunktet	15
4.2 Den faktiske metode praksis	17
4.3 Styrker og Svagheder ved metodeoplæg og faktisk metode	25
5.0 Beskrivelse af projektet	28
5.1 Forberedelse, program og projektering	28
5.2 Byggeprocessens forløb 1.....	29
5.3 Byggeprocessens forløb 2.....	34
5.4 Byggeprocessen etape 2.....	34
5.5 Status ved afslutning af forløb 1, 2 og etape 2.....	35
6.0 Analyser og Resultater	36
6.1 Evaluering af forberedelse, program og projektering	36
6.2 Evaluering byggeprocessen forløb 1	42
6.3. Evaluering af VDC processens forløb.....	48
6.4 Evaluering byggeprocessens forløb 2	51
6.5 Resultater ved afslutningen.....	51
6.6 Analyse på entreprisernes fremdrift	65
6.7 Ejendomsværdi	96
7.0 Diskussion	99
8.0 Perspektiver	105
9.0 Anbefalinger	107
10 Konklusion	109
11 Referencer og kilder	113

12 Figurliste	116
13 Tidslinje for projektet	118
14 Appendix - Virtual Design og Construction (VDC) anvendt I renovering.....	121
15 Appendix - Planlagte målinger og delmålinger.....	124

1.0 Introduktion

Renoveringen af det almene byggeri er en kæmpe udfordring for det danske samfund. Opgavens omfang er blevet estimeret til 100 mia. Dkr. årligt (Havelund, 2013). Men udfordringen og markedet for renovering, er ikke kun stort i Danmark. Dansk byggebranches største udenlandske markeder, herunder Sverige og Norge har tilsvarende udfordringer og muligheder, renoveringen i almenbygget byggeri i Sverige er vurderet til mellem 300 -1000 mia. Skr. Total (SABO, 2019). Og renovering i EU generelt er estimeret til 305-580 mia. Dkr. Årligt (Copenhagen Economics, 2012). Hvis danske virksomheder kan finde effektive løsninger til disse udfordringer, vil de også kunne eksporteres. Den konkrete udfordring som dette projekt undersøger, kan sammenfattes til at renoveringen af Hjortegården omfatter:

- Boligareal totalt areal: 70.000m² fordelt på 902 lejligheder.
 - 538 lejligheder med samme antal badeværelser, i 16 fireetagers boligblokke
 - 364 rækkehuse med 427 badeværelser i 53 blokke med 37 badeværelsestyper
- Renoveringsprojektbudget på 575 mio. Dkr. finansieret af Landsbyggefonden, kreditforeningslån og beboere
- Bygget i 1976
- Total entreprisesum 558 mio.

Genstand for undersøgelsen

- Antal undersøgte badeværelser: 965 stk.
- Antal undersøgte lejligheder total: 902 stk.
 - Undtaget for undersøgelsens analyseafsnit er prøveblokkene på i alt 57 boliger og 58 badeværelser.
- Renoveringen omfatter tage (30.000 m²), endegavle, altaner, kælderparti, ventilation, badeværelser.

Der er mange mulige måder man kan opnå en højproduktiv renovering; (Havelund, 2013) (Jacobi, 2016) og Neve & Wandahl (2018) gennemgår mange af dem. Det handler om beboerinddragelse, nye samarbejdsformer, nye metoder og teknologier, lederskab, integreret planlægning og styring (for eksempel med lean) med mere.

Dette projekts udgangspunkt var oprindelig Virtual Design and Construction (VDC) som koncept for at forøge produktiviteten. VDC har nogle grundtanker som adresserer nogle af udfordringer byggebranchen har når den skal producere, herunder producere renovering. Projektets grundidé var i udgangspunktet at måle på to sammenlignelige renoveringsprojekter, hvor den ene anvendte "mainstream IT" og det andet anvendte VDC for på denne måde at påvise at VDC kunne forbedre performance, herunder produktivitet. I et samarbejde mellem Dansk Byggeri, E&P blev Hjortegården valgt ud som et muligt projekt at gennemføre målingen på. I stedet for at sammenligne to forskellige projekter, blev det istedet valgt at sammenligne to forløb som var sammenlignelige i størrelse, arbejdsomfang og tid, hvor de to forløb lå i tidsmæssig forlængelse af hinanden. Metoden blev så at måle performance af forløb 1 sammenlignet med forløb 2 indenfor etape 1, hvilket senere blev udvidet til også at omfatte etape 2. Vi præsenterer resultaterne af dette set up i denne rapport.

God Læselyst

Asmus Larsen og Christian Koch, Odense og Gøteborg November 2019

2.0 Problemstilling og formål

Samfundet står overfor enorme udfordringer i forbindelse med den energirenovring som den eksisterende bygningsmasse skal gennemløbe, hvis klimamålene for EU skal kunne realiseres i 2050 (EU, 2012). Hvis opgaven skal løftes, vil en produktivitsforbedring i byggeprojekterne være en forudsætning, hvis ikke byggeomkostningerne skal stige til et urealistisk niveau.

Dansk Byggeri, Byggesocietetet og NCC tog i foråret 2012 initiativ til et samarbejde om nærværende forsøgsprojekt blandt andet inspireret af regeringens produktivitetskommission og en erkendelse af at dansk byggebranche generelt set må siges at være en af de industrier, hvor der er et stort potentiale for introduktion af produktivitetsfremmende foranstaltninger.

Videnstunge opgaver og processer som renovering er i dag et særdeles komplekst videnområde. Det gør, at viden om f.eks. produkter og deres anvendelse ikke længere er forbeholdt rådgivere, men i stor udstrækning findes hos leverandørerne. Endvidere er systematisk kommunikation og koordination mellem aktørerne afgørende. Denne slags aktiviteter bør derfor ikke måles med klassiske produktivitsmål, men snarere med en udvidet måling der tager højde for både processen og resultatets værdi og kvalitet. Tids-, og ressourceforbruget i produktions og -projekteringsfaserne bør sammenholdes med det udviklede resultats kvalitet og værdi (Kunz & Fischer, 2012)

Projektformål:

Opgaven i forsøgsprojektet var systematisk at vurdere tids- og ressourceforbruget set i forhold til det udviklede resultats skabte værdi. Renoveringsprojektet ansues som en helhed af aktører der udfører en opgave i samarbejde. De skaber i fællesskab en performance.

Hjortegården er en større renoveringssag med meget gentagelse som giver aktørerne mulighed for at lære og optimere henigennem processen. Denne læring omfatter såvel entreprenørernes arbejdsprocesser som interaktionen mellem bygherre, beboere og entreprenør. Store renoveringssager er vigtige for de deltagende virksomheder, når det gælder projektering, planlægning, byggestyring mv. Endelig er den renoverede ejendom en vigtig skabt værdi. Formålet er at dække disse forskellige former for performance.

Der fokuseres primært på detailprojekterings- og udførselsfaserne sekundært i programmering og tidlig projektering. Dette sker ved anvendelse af en evalueringsorganisation, der gør det muligt løbende at monitorere projektet med hensyn til pris, bygbarhed og rationale i henholdsvis projekterings-, og udførelses- sammenhæng. I forsøgsprojektet deltager bygherre, rådgivere, den udførende entreprenør og leverandørerne på baggrund af et aftalegrundlag.

Som projektet udviklede sig kom der mere fokus på performance af et produktionsprojekt der skulle renovere. Projektet har løbende monitoreret en renovering med hensyn til pris, tidsforbrug og aktiviteter i primær udførselsfasen. Og projektet søgte at etablere en VDC-variant, men da dette ikke lykkedes, blev fokus på performance forbedring.

3.0 Forståelsesramme

Forståelsesrammen består af tre dele, svarende til to afsnit i det følgende og et afsnit i appendix. For det første forståelsen af produktivitet som leder os til at anvende begrebet performance for den samlede forståelse af værdiskabelse sammenholdt med investeringer. For det andet forståelse af betydningen af læring for produktivitetens udvikling, særligt når der er en kombination af nyt og gentagelse tilstede i projektet. For det tredje -i appendix- forståelsen af IKT-anvendelse og dens betydning for performance, mere konkret hvordan Virtual Design and Construction kan give positive effekter på både et projekts og de deltagende virksomheders performance.

3.1 Performance og produktivitet

Produktivitet forstås om forholdet mellem det output, der produceres og det input, der er anvendt (Bernold & Abourizk, 2010). Produktivitet er altså et mål for, hvor god en produktion er. Produktivitet sammenligner den værdi, der er produceret, med den omkostning der har været ved at producere den.

Denne overordnede definition forstås imidlertid ret forskelligt, for eksempel afhængig af om man forstår produktivitet som en brancheegenskab, som en virksomhedsegenskab, som projektegenskab eller som egenskab af en arbejdsproces. Målinger på disse forskellige niveauer kan siges at supplere hinanden. Nationaløkonomiske produktivetsmålinger af byggebranchen har længe vist en nedadgående udvikling, men resultaterne har også været omdiskuterede og det har ført til forbedringer af statistikken både i Danmark (DS 2016) og i udlandet (Sveikauskas et al 2016, 2018). I dette projekt fokuseres på performance og produktion på projektniveau, hvor dele af projektet sammenholdes med andre dele. Indenfor projektets ramme måles også på arbejdsproduktivitet indenfor forskellige dele af renoveringsprojektet. Det er noget der ikke umiddelbart kan sammenlignes med den nationaløkonomiske statistik, men giver derimod et klarere billede af produktiviteten som den realiseres af professionelle i renoveringsprojekter.

Når det gælder bygninger, er det meget almindeligt at gøre produktiviteten op i økonomi pr. produceret kvadratmeter. Det er praktisk og enkel måde at gøre et produktionsresultat op, men det er også en overforenkling. Det giver et misvisende billede både af omkostningerne og værdien der produceres. En bygnings værdi afhænger af andet end kvadratmeter og omkostningerne kan være vanskelige at afgrænse og gøre op, hvis man accepterer at der også ligger omkostninger udenfor byggeprojektets budget, som bør regnes med.

I komplekse byggeprojekter er der desuden en særlig udfordring i at værdiansætte outputtet. Det gælder herunder det producerede vidensindhold som de deltagende virksomheder og organisationer får glæde af og udviklingen i ejendomsværdien.

Det er almindeligt at anvende et flerdimensionalt performancekoncept som en udvidelse af produktivitet for at få en bedre repræsentation af de indgåede omkostninger og den producerede værdi (Bernold & Abourizk, 2010). Performance kan så medtage forhold som bidrager til værdi som eksempelvis de ansattes oplevelse af arbejdsmiljøet og andre mere kvalitative aspekter.

1. Vidensperformance virksomhederne
2. Bygherre-performance
3. Produktivitet
4. Ejendomsværdi

Virksomhedernes vidensperformance siger noget om hvilken værdi renoveringsprojektet skaber til virksomheden i forhold til en investering i tid (betalt og ubetalt via kontrakt med bygherren).

Bygherreperformance fokuserer på den værdi der skabes for bygherren ift. investering. Bygherren omfatter såvel boligselskabet, den lokale boligforening og beboerne.

Når det gælder produktivitsdimensionen, anvender vi andre mål end kvm/kr. i produktivitetskonceptet. Det koncept passer dårligt til renovering, hvor antal kvadratmeter der er renoveret sjældent repræsenterer den faktiske værdiforøgelse ved renoveringen, der ofte foregår på begrænsede dele af bygningen og som of i høj grad retter sig mod genoprettelse af en tidligere værdi. Produktiviteten af renovering gennemført i forhold til omkostninger måler på bygningsenheder ("units"), altså dele af bygningen, så det bliver intern sammenligneligt. Samtidigt indebærer denne konceptualisering af produktivitet at målingen bliver meget "intern", da den kun kan sammenlignes indenfor rammerne at det konkrete byggeri. Ejendomsværdien er et langsigtet aspekt af performance. Værdien af en renovering realiseres over mange år.

Dette firdimensionale performancekoncept minder om andre (Bernold & Abourizk, 2010) , men er en samling af specifikke dimensioner. Det repræsenterer en specifik tilpasning til renovering, hvor der er dele af bygningen, der bevares, hvor der optræder "overraskelser" og hvor beboerne kan være inde i produktionsområdet og hvor deres tilstedeværelse bliver en del af produktionsudfordringerne (Havelund, 2013).

3.1.1 Tilpasning til renovering

Hansen (2013) sandsynliggør at problemer med denne integration er almindeligt anerkendt i byggebranchen. Han finder fire entrepriseretslige mellemformer (Hansen 2013), altså samarbejdsformer som alle er udtryk for forsøg på at få integrationen mellem projektering og produktion til at fungere bedre. Ingen af dem er dog båret af en digital løsning. (som det vil fremgå senere anvendte det undersøgte projekt "tidlig inddragelse")

Flere andre tilpasninger er relevante ved renovering af almennyttigt boligbyggeri:

1. Beboerne kan være i deres lejligheder og på området. Dette indebærer en anderledes byggeproces end ved nybyggeri. Og håndtering af information som en tilpasset VDC-løsning burde kunne støtte
2. Der opstår ofte "overraskelser" når renoveringen påbegyndes, fordi forundersøgelser sjældent kommer til bunds i de eksisterende bygningers tilstand.
3. Dele af bygningen bevares. Dette indebærer at processer og arbejde sigter på både at renovere og bevare. Dette påvirker indholdet i processerne.

4. Bygherrer centralt erfarne, lokalt engangsbygherrer
5. Mellemstore og små entreprenører
6. Små arkitekter
7. Små og mellemstore rådgivende ingeniører
8. Mange faste leverandører
9. Der kan være trange pladsforhold (Havelund, 2013)

3.1.2 Sammenfatning

Det foreslås her at anvende et flerdimensionalt performancekoncept som en udvidelse af produktivitet for at få en bedre repræsentation af omkostninger og værdi. Mere specifikt foreslås et firedimensionalt performancebegreb bestående af vidensperformance for virksomhederne, bygherre-performance, produktivitet af dele af bygningen og ejendomsværdi. Virksomhedernes vidensperformance er den værdi renoveringsprojektet skaber for virksomheden i forhold til den investering der gøres i tid.

Bygherreperformance er den værdi der skabes for bygherren ift. investeringen. Produktiviteten af dele af renoveringen måles på units, altså dele af bygningen for at sikre intern sammenlignelighed. Det indebærer samtidig at der kun kan sammenlignes indenfor rammerne at det konkrete byggeri. Heri indgår også typiske renoveringsaspekter som uplanlagte overraskelser og beboernes tilstedeværelse tæt på /inde på byggepladsen. Ejendomsværdien er et langsigtet aspekt af performance. Værdien af en renovering realiseres over mange år.

Der anvendes altså andre og flere mål end blot kvm/kr. Kvm/kr passer dårligt til renovering, der ofte vedrører begrænsede dele af bygningen som ofte skal genoprettes til en tidligere værdi.

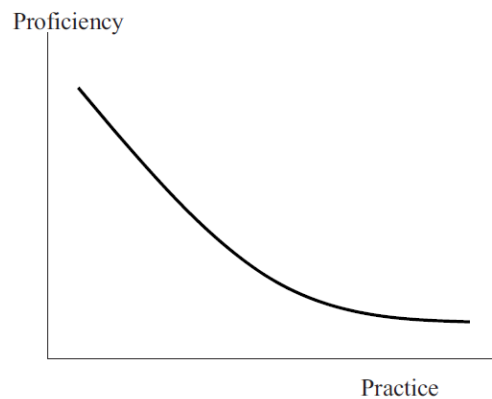
De forskellige dimensioner i performance begrebet beskrives nærmere i metodeafsnittet.

3.2 Læring og produktivitet

Der er flere grunde til viden og læring bliver centralt for et byggeprojekts produktivitet. For det første er projektets indhold nyt i et ukendt omfang, når projektet starter. For det andet er byggeprocesser i høj grad baserede på menneskeligt arbejde. For det tredje kan der være meget variation i arbejdets indhold, som igen skaber nye læringsprocesser. Endelig kan fejl, svigt og mangler i processen skabe læring.

Man må derfor forvente at produktionen i et byggeprojekt, hvis der er et element af repetition, hvis processen har stabile vilkår og er fornuftigt ledet (Thomas, 2009), så vil den blive stadig mere produktiv efterhånden som læringen udvikler sig og sikrer at håndværkere, pladsledelse og andre stadig bedre kan løse opgaven (Gottlieb & Haugbølle, 2010).

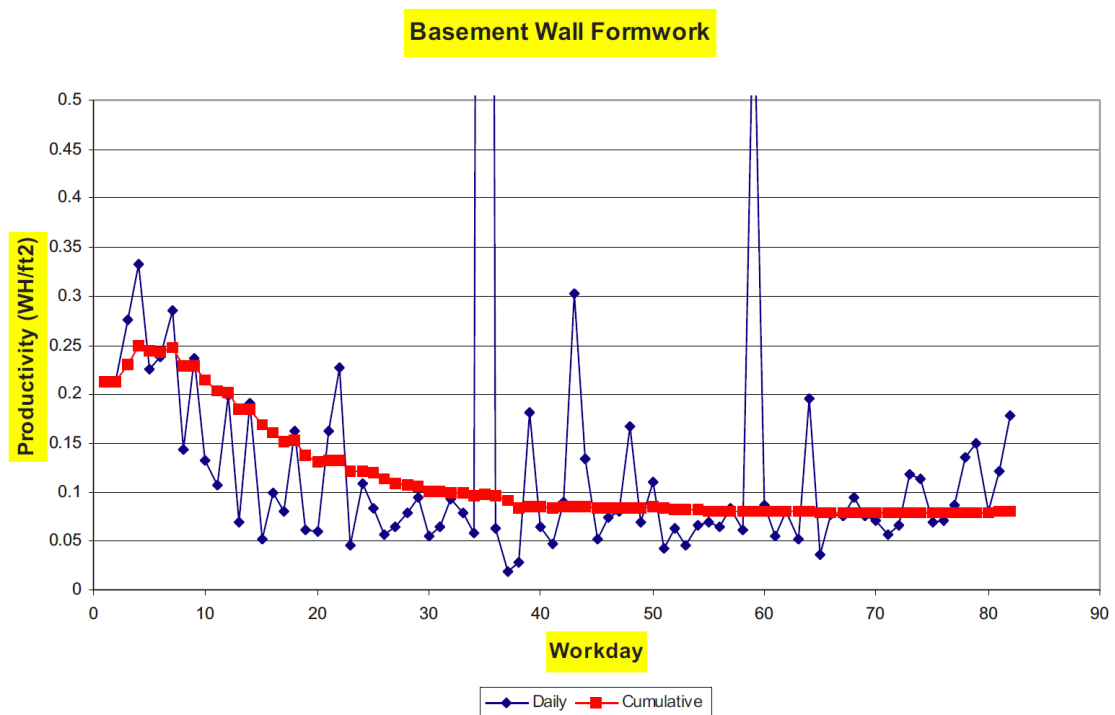
Denne teoretiske forventning er formuleret som en læringskurve, hvor stadig bedre kompetencer defineret som arbejdstimer per enhed ("proficiency" y akse) indebærer mindre arbejdstid per enhed i byggeriet, over tid og mere praktisering af opgaverne ("practice" x akse). Sagt med andre ord: når man praktiserer over tid (stigende x akse) så falder den arbejdstid man skal yde fordi man lærer og bliver mere kompetent. Når bedre kompetencer på denne måde måles som arbejdstid per enhed forventes kurven altså at falde på en karakteristisk måde (Thomas, 2009).



Figur 2 Hypotetisk læringskurve (Thomas, 2009). Proficiency/dygtighed måles i arbejdstid per enhed. Jo mere man praktiserer jo kortere tid tager det at løse opgaverne, fordi man bliver dygtigere

Læringen kan være støttet af erfaringer, ledelse, godt projekteringsmateriale, IT, samarbejde m.m.

(Thomas, 2009) har samlet en række konkrete målinger af læringen i byggeprojekter. Det fremgår heraf at indledende udsving og lav produktivitet er almindeligt (Srouf, et al., 2016), (Thomas, 2009). (Thomas, 2009) er ikke sikker på at det er en enkelt læringsforklaring. En dårlig start kan også skyldes dårlig ledelse påpeger han. I et eksempel med forskallingsarbejde er det jordbundsforholdene, store sten, der bremser arbejdet og sænker produktiviteten. En anden pointe er forskellen imellem daglig variation i produktiviteten og en matematisk beregnet kumulativ produktivitet (for eksempel beregnet med lineær regression) som også fremgår af nedenstående figur fra (Thomas, 2009)



Figur 2 Thomas (2009's læringskurve måling.

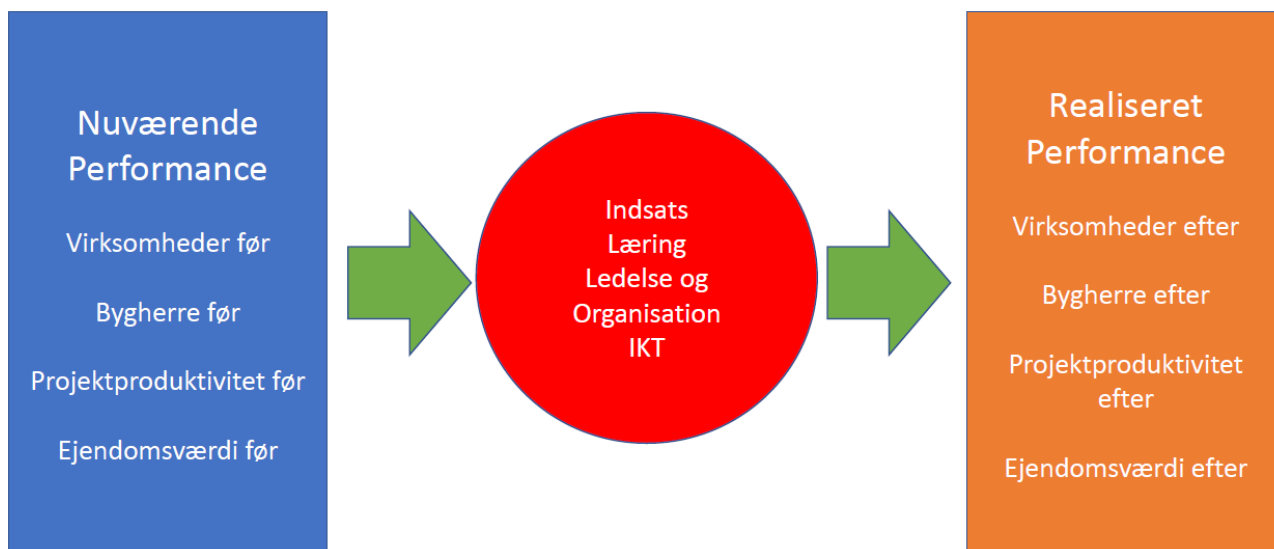
3.4 Opsamling forståelsesramme

Forståelsesrammen for dette projekt består af tre forbundne dele. Produktivitet er en vigtig måde af måle præstation på, men renovering har brug for sit eget produktivetsmål. Arbejdstid per kvadratmeter bolig eller bygning er ikke så relevant, når renoveringen næsten altid fokuserer på afgrænsede dele af bygningerne, boligerne.

Samtidig skaber renovering også mange andre værdier som er relevante at inddrage. Det leder os til at anvende begrebet performance for den samlede forståelse af værdiskabelse sammenholdt med investeringer, og se på fire dimensioner; værdi for virksomhederne, bygherren, produktivitet og ejendomsværdi.

Forståelsen af hvordan Virtual Design and Construction kan påvirke performance, både af et projekt og af de deltagende virksomheder og for kunden/bygherren gør det tydeligt at (Kunz & Fischer, 2012) version er et integreret koncept for IKT, processer, organisation og ledelse som kan give positive effekter på både et projekts og de deltagende virksomheder performance. Men VDC har også karakteristika som tydeligt knytter det til nybygning i totalentrepriser og ikke til renovering i Danmark, der typisk foregår med projektering og byggeri adskilt, med anvendelse af storentrepriser eller lignende og med lille anvendelse af totalentrepriser eller partering. Det kræver derfor en tilpasning.

- Renovering har brug for en tilpasset digitalisering
- Mellemstore entreprenører har brug for VDC i eget tempo, puslespil
- Læring, koordinering, ledelse og VDC, stærk blanding



Figur 2 - Forståelsesramme for projektet

4.0 Metode

4.1 Metode oplæg i udgangspunktet

Til at understøtte og undersøge det flerdimensionale performancekoncept som projektet udviklede og som er beskrevet i kapitel 3 udvikledes en metode-manual for projekt Hjortegården (se også 15 appendix). Hovedelementerne gennemgås nedenfor

4.1.1 Definition

Produktivitet forstås som forholdet mellem det output, der produceres og det input, der er anvendt i projektet. Men dette skal ikke overforenkles til antal kvadratmeter produceret per krone. Det giver et misvisende billede både af omkostningerne og værdien der produceres.

I komplekse byggeprojekter er der en særlig udfordring i at værdiansætte outputtet. Det gælder dets viden indhold og værdien af ejendommen og bolig som den vurderes af de forskellige aktører. Derfor anvendes en kombination af kvantitative og kvalitative metoder.

4.1.2 Fra produktivitet til performance

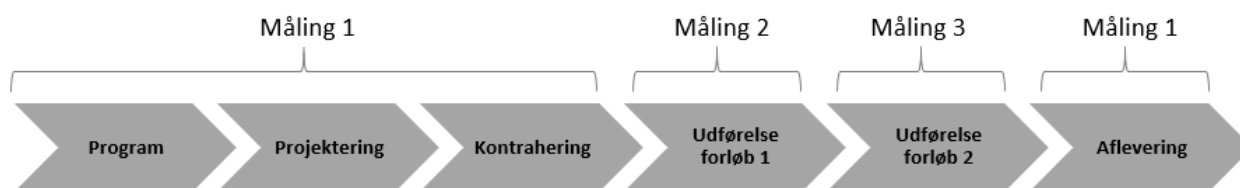
Projektets forståelsesramme har fire dimensioner for performance: Vidensudvikling for virksomhederne, værdi og investeringer for bygherrens samlede aktører (beboere, boligforening, boligselskab), Produktivitet i renoveringsprocesserne og udviklingen i ejendommens værdi. Hermed bevæger forståelsen sig væk fra snævre forståelser af produktivitet (kroner per kvadratmeter) til et bedre dækkende bredere performance begreb. Omvendt skal det pointeres at både den videnskabelige og praktiske debat om produktivitet, effektivitet og performance har vist at der er ret mange forskellige og velargumenterede opfattelser af hvad et bredere begreb om performance så bør indeholde.

Vidensperformance I virksomhederne	Bygherre- performance	Produktivitet	Ejendomsværdi
A. Værdi skabt for virksomhederne ift investering B. Personlig og organisatorisk forankret viden i anvendelsen af konkret IT. C. Viden om byggeprojektet, hvordan ledes byggepladsen aktuelt. D. Formidling af viden og vidensdeling om projektet. E. Viden omkring projektmaterialet (input)	F. Værdi skabt for bygherre ift investering G. Tilfredshed med processen. H. Hvorledes har boligforeningen valgt tilvalgs-løsninger? I. Måling af tilfredshed - før og efter. J. Renoveringens indflydelse på beboerne, bla. livsglæde K. Informations og kommunikations-plattform	L. Renovering gennemført i forhold til omkostninger M. Timeforbrug for projektets aktører. Fordelt på: N. Design O. projektforberedelse P. ledelse Q. konstruktionsarbejde R. opfølgning fx budget, ks, tid S. Måling på units – hvor hurtigt kan en enhed bygges og færdiggøres? Fx: Tag, Badeværelser, Gavle Leverancer, manuelt arbejde forbundet med leverancer. T. Økonomi fordelt på faser og entrepriser U. Pris på IT-løsninger fx software, websites, , infrastruktur	V. Renoveringens eksplicitte tilførte værdi for området W. Udearealerne forskønnelse på området X. 60'eres betonbyggeris forandring til moderne boliger (evt. minimering af ghetto-dannelse?). Y. Værdi før – og efter renoveringen

Figur 3 det flerdimensionale performancekoncept som undersøgelsen baserer sig på

4.1.3 De planlagte målinger

Figur 4 nedenfor viser hovedflowet i det planlagte måleprogram. Måling 1 fokuserer på input til projektet mens måling 4 fokuserer på output. Herimellem har vi to målinger på processer, hvor intentionen var at sammenligne produktivitet i de to målinger for at kunne vise produktivetsforbedringer (herunder via læring).



Figur 4 - Faser og målinger i projektet

Hver måling var/er opdelt i en række delmålinger. Måling 1 består af 10 delmålinger, måling 2 består af 16 delmålinger. Måling 3 består ligeledes af 16 delmålinger og måling 4 består af 3 delmålinger. Delmålinger er beskrevet i appendix 15.

4.1.4 Undersøgelsens værdier og dataindsamlinger

Virksomhedsvidensværdi	Kundeværdi	Produktivitet	Ejendomsværdi
• Reference projekter • Ny viden • Erfaring til nye projekter	• Beboer interviews • 3B – information	• LPS-analyser og interviews med byggeledelse • Økonomi analyser • Fejl og mangler	• Landsbyggefonden-interview • Colliers ejendomsvurdering • Landsbyggefondens skema • 3B – interview • BBR • Beboer interviews

Figur 1 - Her oplystes de data og værdiparametre som undersøgelsen er baseret på

4.2 Den faktiske metode praksis

Nedenfor etableres først et overblik over hvordan viden, information og data er blev indsamlet på tværs af de planlagte metodeområder. Derefter gennemgås hvordan de enkelte analyser er dækket med metode.

Sammenlignet med afsnit 4.1 giver dette afsnit altså en forståelse for hvordan den faktiske metode praksis ser ud.

4.2.1 Metode overblik

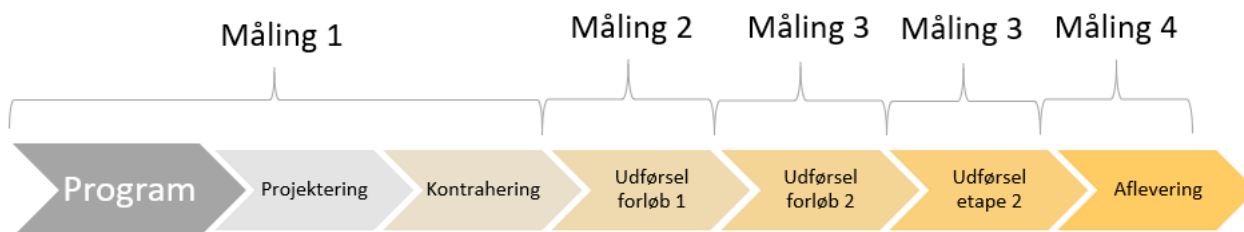
Hosstående boks giver et overblik over kvalitative og kvantitative metoder der er anvendt:

Kvalitative målinger: • Deltagelse i 20 møder • 17 observationer • 30 Interviews – entreprenører, byggeledelse, rådgivere/ konsulenter. bygherre og beboere • 50+ uformelle samtaler på byggepladsen • Beboernes Facebook gruppe • Mødereferater 2018 fra VDC-møder • Ejendomsvurderingsrapport fra Colliers International ejendomsmæglere
Kvantitative målinger: • Big-data analyse af ugentlige 'Last Planner System' (LPS) – arbejdsplaner fra 2016-2019, i alt ca. 330 LPS-Excel ark med ca. 30.000 data rækker • Big-data analyse af mangler fra 2016-2018, omfattende ca. 18.000 digitale mangel registreringer. • Ca. 10.000 kvalitetssikringsregistreringer • Bemandingsplaner for hovedentreprenøren, dokumenteret i mødereferater 2015-2018 • 35 produktionsmødereferater 2015-2018 fra hovedentreprenøren • Hovedentreprenørens akkord regnskaber i mandetimer fordelt på de 4 entrepriser

Figure 2 - Opgørelse af kvalitative og kvantitative målinger

4.2.2 Data og analyse områder

I dette afsnit gennemgås dataindsamlingen og analyseområder og hvordan de er dækket ind via den faktiske metode. Nummereringen svarer til den i 14 appendix



Figur 5 - Faktiske faser og målinger i projektet

Forberedelse, programmering og projektering måling 1

Denne måling omfatter også kontraheringen.

Input: Opgaven og budgettet: Dette var planlagt til at dække tidsperioden januar –februar 2016, men dækkede reelt hele 2015 og starten af 2016.

Måling 1.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig

- 2 Entreprenørkontrakter (2015)
- 2 tilbudslister (2015)
- 16 arbejdsbeskrivelsesdokumenter projektforslag 2014. Storentreprise 1,2 og 3
- Her anvendtes et Excel regneark med oversigt over tilbuddets hovedopgaver
- Interview med Arkitekt, Ingeniør (oktober 2016) hovedentreprenør (oktober 2015)
- Interview med repræsentant for afdelingsbestyrelsens byggeudvalg (31.05.18 og 6.06.2018)
- Møder med og interviews med bygherrerrepræsentanter (2016 og 2019)

Måling 1.5: Budgettet, tekstanalyse

- Her anvendtes et Excel regneark med oversigt over tilbuddets hovedopgaver
- Interview med projektøkonom i pladsledelsen, pladschef (2015, 2016)
- Materiale fra fremtidssikring af Hjortegården hjemmeside

Måling 1.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser).

- Materiale fra fremtidssikring af Hjortegården hjemmeside
- Interview og dialog med pladschef E&P
- Interview med beboerkoordinator 3B

Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektorganisation, ledelse, byggepladsindretning. Dette var planlagt til at dække januar –februar 2016, men dækkede hele 2015 og 2016

Måling 1.7: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam til projektering og (senere) på byggepladsen.

- Interview med Arkitekt, Ingeniør og entreprenør (3 interview)
- Dokument analyse om virksomhedernes udvikling, omsætning, antal ansatte, specialer (hjemmesider, brancherapporter m.m.)
- 9 projekteringsgruppemødereferater
- 25 produktionsgruppemøder hovedentreprenør 2015 (inkl. bemandingsplan)

Måling 1.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje

- Interview med arkitekt, rådgivende ingeniør og E&P om IKT-anvendelse i programmering, projektering og kontrahering (ie. virksomheders og projektets systemer).
- Dokument analyse om virksomhedernes udvikling (hjemmesider, brancherapporter m.m.)
- VDC planlægningsforløbets møder (sommer 2016-august 2017).

Måling 1.9: Projektorganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål.

- Interview med arkitekt, rådgivende ingeniør og E&P. Interview med byggepladsledelse (4). Dialoger med pladschef og byggeledelse
- Dokumenter fra Fremtidssikring af hjortegården
- Nogle enkelte af VDC planlægningsforløbets møder fokuserede på samarbejde med en materialeleverandør (sommer 2016-august 2017)

Måling 1.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet).

- Der gennemførtes flere besøg hos E&P i 2017 og 2018. Arkitektfirmaet besøgte i 2016.
- Målingen indgik desuden i interview med E&P repræsentanter, arkitekt og rådgivende ingeniør
- Der anvendtes dokumentation fra firmaerne hjemmesider.

Procesforløb planlægning.

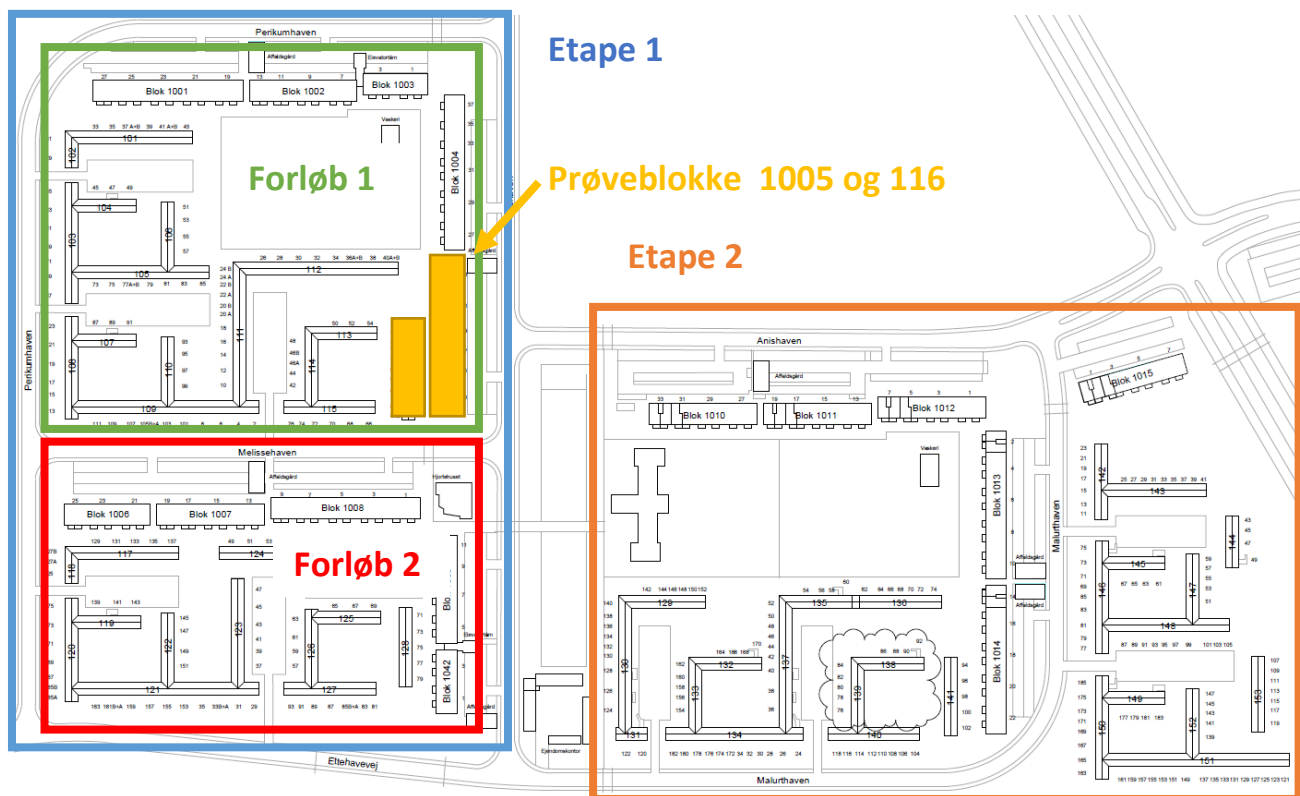
Projektets egen etape 1 opdeltes i to forløb: Forløb 1: januar 2016 til 2 september 2017 (udgang uge 35)

- 4 etageblokke: Blok 1001, 1002, 1003, 1004
- 15 rækkehusblokke: Blok 101, 102, 103 112, 113, 114, 115
- Blok 1005 og 116 fungerede som prøveblokke og blev påbegyndt renoveret i efteråret 2015 og afsluttet i vinteren 2016

Projektets forløb 2 : september 2017 til maj/juni 2018

- 5 etageblokke: Blok 1006, 1007, 1008, 1009, 1042 (etageblokke)
- 11 rækkehusblokke: Blok 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127 (rækkehusblokke)

Geografisk ser det ud som angivet på figuren, forløb 1 er hjortegården nord for vejen melissehaven. Forløb 2 er hjortegården syd for melissehaven. Begge forløb er indenfor etape 1 af renoveringsprojektet. Etape 2 som ikke er omfattet, er måling ligger til højre, øst for vejen Dildhaven.



Figur 6 - Oversigtsplan af Hjortegårdens forløb 1 og 2 og etape 1 og 2, samt prøveblokkene.

Den planlagte tidsramme var marts- december 2016. Faktisk tidsramme blev november 2015 -december 2016. Herefter undersøges etape 2, som er de resterende enheder, som er vist på Figur 6 - Oversigtsplan af Hjortegårdens forløb 1 og 2 og etape 1 og 2, samt prøveblokkene.

- Rækkehuse: 128.....153
- Etageblokke: 1010...1015

Måling 1.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

- Projektets udvikling i denne forberedende fase blev fulgt via møder, besøg på pladsen (oktober 2016) og indsamling af dokumenter. Herunder foreligger der en hovedtidsplan og 4 lokationsbaserede planlægnings-planer (2016)

- Cirka 20 af de 36 produktionsgruppemødereferater (2016-sept 2017) anvendtes til at følge E&Ps forberedelser.

Måling af anvendelse af BIM/VDC: Det var planen at måle på anvendelse af VDC-elementer som visualisering, integration og delvis automation. Disse punkter indgik i den mere generelle status over virksomhedernes IKT-anvendelse (Måling 1.8). Dermed blev der lagt mindre vægt på måling 1.12: Anvendelse af visualisering, måling 1.13: Anvendelse af integration og måling 1.14: Anvendelse af delvis automation (som f.eks. konsistenskontrol og genbrug af data af flere aktører).

Måling 1.15: Organisatorisk produktivitet, kultur, kompetenceudvikling indgik i måling 1.7.

Måling 1.16: VDC/ BIM-modellens anvendelse til drift og vedligehold blev ikke gennemført.

2. Udførsel måling 2 forløb 1

Forløb 1 bestod i renoveringen af de ovennævnte blokke af rækkehuse og etagebygninger og løb fra januar 2016 til september 2017 *Input: Opgaven og budgettet: (januar 2016 –september 2017)*

Input til forløb 1 blev dækket af måling 1. Hvilket også dækker disse målinger:

Måling 2.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig

Måling 2.5: Budgettet, tekstanalyse

Måling 2.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser). Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektorganisation, ledelse, byggepladsindretning. (januar 2016 –september 2017)

Måling 2.7: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam til projektering og (senere) på byggepladsen. Her fokuseredes på byggeledelsens bemanning som kortlagdes ved hjælp af 36 produktionsgruppemødereferater (2016-sept 2017)

Måling 2.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje (projektforløb 1: Virksomheders systemer.)

Måling 2.9: Projektorganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål. Projektforløb 1: Virksomheders systemer. Virksomhedens systemer sammenlignes med VDC.

Måling 2.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet).

Måling 2.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Der gennemførtes 15 observationer på pladsen i forløb 1 fra januar 2017 til august 2017

LPS planerne anvendtes både til proces følgestudiet og til at måle produktivitet. LPS planerne påbegyndtes i slutningen af 2016 og fortsætter efter målingernes slutning i maj/juni 2018. Planerne udarbejdedes på fire ugentlige møder, hvor byggeledelsen, repræsentanter fra E&Ps egne

sjak og underentreprenørerne var repræsenteret. Der holdes ugemøder for henholdsvis rækkehuse og etageblokke, indendørs og udendørs arbejder. Der planlægges typisk tre uger frem. Det er disse aktiviteter/opgaver der indgår i produktivitetmålingen. Der samles også op på hvor meget der er gennemført i den foregående uge, målt som procent planlagt udført (PPU). Disse tal anvendes i procesanalysen. En stikprøve på 15 LPS-planer viser store udsving i "procent- planlagt udført". Mange ligger i intervallet 70-85% gennemført, enkelte under og over. I forhold til produktivitetmålingen forventes det at forsinkede opgave løses senere.

Ugeplaner LPS		Antal med i undersøgelsen		
Forløb 1		Start	2016	2017
Etageblokke				
	Udvendig: tage, gavle, altaner og parette	20-okt-16	10	35
	Indvendig: badeværelser og opgange	08-nov-16	6	29
Rækkehuse				
	Udvendig: tage og ventilation	06-dec-16	3	32
	Indvendig: badeværelser, VVS og ventilation	01-jan-17	-	37

Figur 3- Antal Last Planner møder dækket forløb 1 (LPS-ugeplaner)

Hertil kom 4 lokationsbaseret planlægningsplaner (2016) og 36 produktionsgruppemødereferater (2016-sept 2017) og et omfattende kvalitetssikringsmateriale (KS) fra 2016-2018 som er listet i Figure 2 - Opgørelse af kvalitative og kvantitative målinger. For måling 2.11 anvendtes materiale frem til september 2017.

Måling 2.12: Anvendelse af visualisering, integration og automation: Indgik under IKT anvendelse

Måling 2.13: Materialeindkøb: Målt via VDC forløbets møder med materialeleverandør

Måling 2.14: Anvendelse af delvis automation (som f.eks. konsistenskontrol og genbrug af data af flere aktører). Indgik under IKT anvendelse

Måling 2.15: Organisatorisk produktivitet, kultur, kompetenceudvikling. Observeret, men ikke analyseret udover dimensionen virksomhedernes vidensperformance

Måling 2.16: VDC/BIM-modellens anvendelse til drift og vedligehold. Målingen består i at konstatere at dette forhold ikke kom op under forløb 1 og forløb 2. Det er sandsynlig det kommer op i etape 2 i renoveringsprojektet.

3. Udførsel måling 3 forløb 2

Måling 3 var planlagt så den var forberedt for eventuelle markante ændringer i projektet opgave og budget (i.e. forandret input) og forventedes igangsat januar –februar 2017. Den blev i praksis igangsat september 2017.

Der var ingen væsentlige ændringer i Input på dette tidspunkt. Derfor udgik måling 3.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig, måling 3.5: Budgettet, tekstanalyse og måling 3.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser).

Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektorganisation, ledelse, byggepladsindretning. (januar –februar 2017)

Måling 3.7: Personaleressourcer, kompetencer, timer for byggeledelsesteam: Personale ressourcer måltes som E&Ps bemanning på pladsen og bemanning af byggeledelsen

Måling 3.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje: I forløb 2 var det tanken at en VDC-variant og virksomhedernes systemer skulle være i anvendelse. Det blev ikke tilfældet, men isteret kortlagdes IKT anvendelse via interview, møder og dialog.

Måling 3.9: Projektorganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål: Fokus har været på E&Ps produktionsorganisation, kortlagt via interview og dialog med pladsledelsen.

Måling 3.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet): Fokus har været på E&P og underentreprenørerne kortlagt via dialog og interview

Procesforløb

Planlagt til jan-dec 2017, men i praksis september 2017-maj 2018

Måling 3.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Ugeplaner LPS forløb 2					
		2017	2018	slut	2018
Etagelblokke		sept-dec	jan-juni		juli-dec
	Udvendig	15	8	26-maj-18	-
	Indvendig	15	20	09-jun-18	22
Rækkehuse					
	Udvendig	17	4	31-jan-18	33
	Indvendig	8	10	23-mar-18	24

Figur 4 - Antal Last Planner møder dækket forløb 2 (LPS-ugeplaner)

I måling 3.11 blev materialet suppleret med Mangelregistreringer og kvalitetssikringsmateriale for perioden september 2017- december 2018, iht. Figure 2 - Opgørelse af kvalitative og kvantitative målinger

4 Udførsel måling 4 etape 2

Måling 4 er er udelukkende baseret på dataindsamling fra entreprenørens procesdokumentation. Det er de samme datasets, som er blevet indsamlet under forløb 1+2.

Måling 4.1: Budgettet, tekstanalyse

Måling 4.2: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam på byggepladsen.

Måling 4.3: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje

Måling 4.4: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet).

Måling 4.5: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Måling 4.6: Spørgeskemaundersøgelse af beboernes tilfredshed med projektet – en helhedsbetragtning.

5 Måling – 5 Output

Direkte Output: Et renoveret boligbyggeri:

Måling 5.1: Overensstemmelse med design specifikation (compliance): Her anvendtes mangelregistrering, LPS-planer og tilbudslister fra udgangspunktet.

Måling 5.2: Kundevurdering af kvalitet og værdi af det udførte: Her anvendtes interview med bygherreorganisationen, boligselskab, afdelingsbestyrelse. Der blev anvendt både interview og spørgeskemaer ift. beboere. Spørgeskemaet blev annonceret på beboernes Facebook side og 39 beboere svarede. Der gennemførtes en analyse af ejendomsværdien. Hjortegården er et boligbyggeri der er del af et almennyttigt boligselskab. Denne ejerform i en tredje sektor i den danske økonomi har sine egne finansielle virkemåde. For eksempel finansieres meget renovering via en fælles opsparingsordning for boligselskaberne, landsbyggefondens. Landsbyggefondens forståelse af investering og værdi dækkedes ved et interview med fondens sekretariatschef. Samtidig er de almene boligselskaber afhængige af virksomheder i byggebranchen når det gælder udførelsen af store renoveringer som Hjortegårdens analysen baserer sig på de metoder ejendomsmæglere anvender ved værdifastsættelse af udlejningsejendomme omfattet af boligreguleringsloven. Dette er privatejede ejendomme som opererer på et marked for udleje af lejligheder. Og analysen er udført af en valuar fra et ejendomsmæglerfirma, der fik udleveret en række dokumenter og som inspicerede byggeriet. På denne måde opnås en uafhængig vurdering af værdiforøgelsen. Samtidig indebærer det en række afgrænsninger og fokuseringer.

Måling 5.3: Proceserfaringer for interessenterne; bygherren, beboere, bygherrerådgiver, arkitekt og andre rådgivere, entreprenører: Her anvendtes interview med pladschefen november 2018, beboere efterår 2018 og boligselskabet februar og marts 2019.

Måling 5. 4: Kompetenceudvikling: Det planlagte måleprogram blev udvidet til at analysere arkitekt, rådgivende ingeniørs og hovedentreprenørens kompetenceudvikling målt på udvikling i antal ansatte, omsætning, overskud, referenceprojekter og specialer. Materiale indsamlet via interview og dokumenter (hjemmesider m.m.)

4.2.3 Hovedanalyser

På basis af det indsamlede målemateriale gennemførtes i hovedtræk fire analyser, en for hvert performanceområde

Videnperformance for virksomheden bygger på interview og dokumentationsanalyse. Hjemmesider og regnskaber samt nyhedsannonceringer i fagpressen anvendes til at analysere de deltagendes virksomheders udvikling af viden

Byggherreperformance bygger på analyse af interview, spørgeskemaundersøgelse og dokumentation. Det dækker byggherren i tre niveauer; boligselskab, boligforening og beboere. Interview gennemførtes med boligselskabets repræsentanter på pladsen og i hovedkvarterer. Der blev gennemført interview med boligforeningens byggeudvalg og med repræsentanter for beboerne. Spørgeskemaundersøgelsen dækkede 30 beboere. I analysen af materialet var det gennemgående at det var vanskeligt at tolke på beboergruppen som helhed da meget data tydede på en spredning i meget forskellige opfattelser.

Produktivitetsanalysen bygger på arbejdspladsobservationer, mødedeltagelse, Last planner planer (LPS), Akkordregnskaber, produktionsmødereferater, fejl- og mangelregistrering og interview. Analyse opdeltes per enhed i byggeriet; tage på etageblokke, tage og ventilation på rækkehuse, badeværelser, parterre og altanpartier. Analysen af LPS-planerne omfattede cirka 330 excel ark med cirka 30.000 linjer. Der blev gennemført en omfattende gennemgang af aktiviteterne der fremgik af LPS-planerne for at sortere dem korrekt i forhold til de undersøgte enheder. Mange aktiviteter blev taget ud i løbet af denne forberedelse. Disse aktiviteter blev sammenholdt med akkordplanerne på E&Ps del af byggeriet. Det var ikke muligt at gøre noget tilsvarende på alle dele af de undersøgte enheder, da underentreprenørernes tidsforbrug ikke kunne dokumenteres på en brugbar måde.

Ejendomsværdi bygger på en valuarværdiansættelse, interview med repræsentanter for boligselskabet og landsbyggefonden samt dokumentation

4.2.4 Resultat

Resultatet af målingerne er et relativt flerdimensionalt performancemål, der sammenligner de to projektforsøgs realiserede performance i fire hoveddimensioner. Resultaterne er valideret med projektets aktører Dette gennemgås i kapitel 6 analyser og resultater.

4.3 Styrker og Svagheder ved metodeoplæg og faktisk metode

Metodens fire dimensioner; virksomhedernes vidensudvikling, byggherreværdi, produktivitet og ejendomsværdi afdækker bredt et renoveringsprojekts værdiproduktion og hvordan de tilsvarende investeringer i kroner og tid fordeles. Den relativt store ressourceindsats der har kunnet lægges i kortlægningen, indebærer et nuanceret billede af performance af et renoveringsprojekt. Det er for eksempel muligt at vise byggherreorganisationens kompleksitet, varierende værdioplevelse og den varierede produktivitet på forskellige dele af renoveringen.

Denne styrke er opnået på trods af at den overordnede metodetilgang blev udsat fordi vi mødte store udfordringer og måtte derfor ændres flere gange: Det oprindelige koncept gik ud fra at det var muligt at finde sammenlignelige almene boligbyggerier der blev renoveret på samme måde, med forskellig konceptuel IT-anvendelse: et renoveringsprojekt med tidssvarende IT og et andet med VDC-anvendelse. Forestillingen var så at anvendelsen af VDC med sin visualisering, integration og automatisering ville lede til en højere produktivitet/performance

Efter flere års søgning efter sammenlignelige renoveringsprojekter, især nogen som kunne vise VDC i totalentrepriser indenfor renovering, forlod projektet i overensstemmelse med rekvirenterne dette overordnede koncept og valgte i stedet at omtænke sammenligningen til at være imellem en tidlig og senere fase af det samme projekt. Dette indebar samtidigt at der kunne identificeres et projekt og etableres et samarbejde med en hovedentreprenør. Antagelsen var nu at hovedentreprenørens anvendelse af VDC ville indebære at der kunne måles på forskelle i IT-anvendelsen. Initialt (2015) anvendte E&P ikke VDC, men udtrykte ønske om at gøre det. Der igangsattes en VDC-udviklingsproces fra sommeren 2016, der var mest intensivt forår 2017 og som afsluttedes august 2017. Denne proces er nærmere beskrevet i afsnit 5.2.2 – men ledte ikke til nævneværdige implementeringer af VDC-elementer.

Forskningsprojektet gennemførte derfor en markant metodeændring mere i overensstemmelse med rekvirenterne. Der blev nu ændret fokus til at måle udvikling i performance/udvidet produktivitet henover forløbet. Der blev foretaget nogle *afgrænsninger* i forhold til dækningen i det konkrete projekt, Hjortegården.

Hjortegårdens renoveringsprojekt havde været i gang i flere år og det mest af projekteringen var afsluttet da samarbejdet blev etableret. Den sidste del af projekteringen blev dog dækket. Projektet fulgtes fra efteråret 2015 og intensivt i 2016- sommer 2018 og mere sporadisk via dokumentation (LPS-planer) og interview (nov 2018) frem til afslutningen af etape 2 i foråret 2019.

Storentreprise 3 udenoms arealer er ikke studeret, men der er taget hensyn til færdiggørelse af udenoms arealerne mht. kundens oplevelse af værdien af renoveringen, via planlægningen af interview med beboere der blev afholdt efter gartnerne havde været i gang.

Når det gælder virksomhedernes vidensperformance er fokus E&P, Vandkunsten og Wissenberg. Underentreprenørerne er ikke inkluderet i målingen. Vidensperformance er desuden evalueret på basis af relativt generelle egenskaber i virksomhederne; omsætning, antal ansatte og specialer

Når det kommer til de mere *detaljerede målinger*, var det ambitionen at lade de kvantitative målinger bygge på eksisterende indsamlede data fra aktørerne. Dette blev så kompletteret med kvalitative målinger; interview, pladsbesøg, observationer og dokumentanalyse. Denne arbejdsform indebærer en fremtidig mulighed for at entreprenører selv kan gennemføre performancemålinger baseret på egne indsamlede data.

Da de kvantitative målinger bygger på eksisterende dataindsamling, blev den afhængig af frekvens og kvalitet af denne indsamling. Underentreprenørernes tidsregistrering for håndværkere viste sig ujævn og kun begrænset anvendelsesbar. Detaljerede analyser af de enkelte entrepriser var ikke muligt i alle tilfælde. Analysearbejde viste at det var meget svært at koble data om fremdrift og ressourceanvendelse sammen på de enheder (for eksempel blokke, huse eller lejligheder) som der er blevet renoveret. Hovedentreprenørens dataindsamling er pt ikke forberedt for denne type måling. Der blev derfor anvendt data fra last planner baserede ugeplaner, akkordplaner, produktionsmøder mv. Last planner materialet indeholder mange opgaver for hver uge og det er vanskeligt at skille dem ad, ligesom der angives start og sluttidspunkt, noget der ikke fuldt ud afspejler, hvilke aktiviteter der foregår og med hvilken intensitet i den pågældende periode. Materialet var på den anden side det mest præcise projektet kunne arbejde med.

De kvalitative målinger er begrænset af at byggeprocessen forløb over flere år, indeholdt mange aktører og at de derfor ikke fuldt ud dækker processen i alle faser. Denne svaghed forsøgt af bedret med retrospektive interviewspørgsmål, altså opfølgning hvad der var sket i projektet "siden sidst".

Vi kan konstatere, at projektet bedst kan opgøres på entreprise niveau. Den samlede renoveringsopgave dækker kun dele af bygningen og disse dele kan bedst beskrives via entrepriserne,

Målingen af ejendomsværdien baserer på en ejendomsmæglers vurdering ud fra markedsmekanismer på det private marked. Sammenholdt med bygherreværdierne giver det et billede af en bredere vurdering hvordan en renovering kan værdisættes. Men samtidig er den almene byggesektor og det private marked forskellige og derfor kun begrænset sammenlignelige. På det mere praktiske plan er det en begrænsning at målinger er udført i juli 2018 med fokus på forløb 1 og 2 (etape 1). Værdiansættelsen er ekstrapoleret til hele byggeriet ved hjælp af kvadratmeter boligareal for etape 1 og 2. En vigtig del af værdiansættelse er en forventning om forøgelse af lejeindtægter, som et almennyttigt boligselskab ikke har mulighed for at realisere, da huslejen skal holdes lavt. Det har ikke været muligt at indhente en ejendomsværdi-vurdering fra ejeren/bygherren, som påpeger at almennyttigt boligbyggeri opererer under andre vilkår end kommercielt byggeri.

Afslutningsvis skal det nævnes at forskningsmedarbejderen har været ansat i et privat firma, som er aktivt i byggebranchen, samtidig med at projektet gennemførtes. Det havde den store fordel at forskningsprojektet havde mulighed for betydelig tilstedeværelse på pladsen. Det er ikke vores vurdering at ansættelsen har haft nogen kontraproduktiv indflydelse på forskningsprojektet

Mere overordnet kan det konstateres at målingen ikke er repræsentativ for renovering af almennyttigt boligbyggeri. Renoveringsprojektet kan vurderes at være typisk for de udfordringer som renovering af betonbyggeri fra halvfjerdserne vil komme ud for. Men projektet er ikke udvalgt som typisk eller repræsentativt. Tværtimod er en del af læren af projektet at renovering af betonbyggeri fra halvfjerdserne har mange flere variationer end forventet og at det forhold at beboerne i et vist omfang blev boende, gør projektet specielt, hvis ikke unikt. Performanceforbedringer skal derfor tage udgangspunkt i en sameksistens af repetition og variation.

5.0 Beskrivelse af projektet

Indeværende afsnit gennemgår projektforsløbet, hvor der laves en forskningsmæssig opdeling af projektet, og hvor entreprenørens etape 1 opdeles i forløb 1 og 2 - etape 2 forløber uændret. Der arbejdes på at udforme en VDC-variant til renoveringsprojekter i tæt samarbejde med E&P, MT-Højgaard og Dansk Byggeri.

5.1 Forberedelse, program og projektering

2012	Byggesagen opstår fordi Landsbyggefonden var ude og inspicere byggeriet. Der havde været problemer med vækst af skimmelsvamp i badeværelserne, formentlig på grund af en konstruktionsfejl. Efterfølgende gik der nogle år, før Landsbyggefonden behandler sagen for at finde ud af om hvor mange penge projektet kan få tilført. En stor del af sagen får status af genoprettelse, med deraf følgende støttemuligheder.
2013	Vandkunsten og Wissenberg får opgaven at gennemføre programfasen af "fremtidssikring af Hjortegården" af boligselskabet 3B. I marts deltager Byggeforsker Niels Haldor Bertelsen som rådgiver om tidligt samarbejde og markedsføring af tidlig inddragelse.
2014	Dialogmøder bygherre, entreprenører (MTH og E&P) og rådgivere. Projektet udbydes af 3B som et tidligt samarbejde, hvor projektets primære parter i fællesskab skal optimere projekt- og byggeproces. Det tænkes blandt andet gjort ved at teste arbejdet på en prøveblok samt solid IKT-paradigme.
2015 Januar	3B tildeler E&P og rådgiverne Wissenberg og tegnestuen Vandkunsten med leverandører opgaven. "Tidligt samarbejde" skal blandt andet ske ved at renovere to prøveblokke, en etageblok og en rækkehusblok, før renoveringen for alvor går i gang i 2016 (pressemeddelelse). E&P påbegynder månedligt internt produktionsmøde. I 2015 afholdes 25 produktionsmøder. IT-værktøjer, der skal anvendes er tidligt inde i overvejelserne. Ajour er med i disse overvejelser og også anvendelse af Cyclogram via Vico Software
2015 Februar	E&P overvejer også logistikløsninger. Der arrangeres et besøg hos Danske fragtmænds lagerhotel (produktionsmøde referat)
2015 April	E&P begynder forhandlinger med UE og begynder at anvende og opsætte Ajour System, samt overvejer logistikløsning.
2015 Maj	Opdeling af etaper sker ved hjælp af forholdstal (prøveblok 10%, 1. etape 50 %, 2. etape 40%) (projekteringsmødererater 1).
2015 Juni	Der afholdes 15 koordineringsmøder mellem Entreprenører og rådgivere fra juni 2015-januar 2016 for at klargøre til renovering af prøveblokke. Forløbet planlægges som en systematisk gennemgang af alle dele /delsystemer (projekteringsmøde 1-15, projektgennemgangsmøde)
2015 August	Byggepladsen etableres. Hjortegårdens beboere vedtager 12 yderligere optioner i byggeriet finansieret af udstøttede lån.

- 2015**
September Første prøverækkehus påbegyndes og der laves projektgennemgang af byggesag Wissenberg og E&P
- 2015**
Oktober Projektering af prøveblokke færdiggøres. Forberedelse af prøveblok 1005 startes. Første projektgennemgangsmøde af entrepriserne; VVS og parterre (projekteringsmøde referat)
E&P står i venteposition vis a vis rådgiverne (produktionsmøde 17). Et beboermøde om optagelse af realkreditlån, følges efterfølgende op med at projektchefen og beboerkoordinatoren fra 3B bliver afskedet.
- 2015**
November Anden projektgennemgangsmøde med VVS og Parterre med E&P, deres underentreprenør og Wissenberg. Nedrivning i badeværelser påbegyndes i prøveblok 1005. Last Planner System (LPS) ugeplaner påbegyndes, første prøveblok. Byggeproduktionen starter i januar 2016, se afsnit 5.2.

5.2 Byggeprocessens forløb 1

Forløb 1, som er defineret af forskningsgruppen, starter i januar 2016 og slutter i september 2017. Det deler dermed byggeprojektets etape 1 op i to. Projektet kan gå rigtigt i gang ved årsskiftet 2015/2016, men det sker efter måneders venten på afklaring af kontraktlige forhold mellem bygherre og hovedentreprenør. Det drejer sig primært om en endelig beslutning af hvilke opgaver der skal være inkluderet i de to hovedentrepriser E&P står før.

- 2016**
Januar Prøveblokken nr. 1005, som er en højblok, og rækkehusblok nr. 116 gennemføres.
- 2016**
Juni E&Ps projektleder rejser og bliver erstattet af en ny mand fra byggeledelsen. Rapport om evalueringen af prøveblokkene foreligger fra Vandkunsten og Wissenberg.
- 2016**
Oktober Ekstraordinært afdelingsmøde i boligforeningen i Herlev Medborgerhus. Budget og plan revideres på baggrund af evaluering af prøveblokkene. 3B skifter projektleder og beboerkoordinator umiddelbart efter afdelingsmødet.



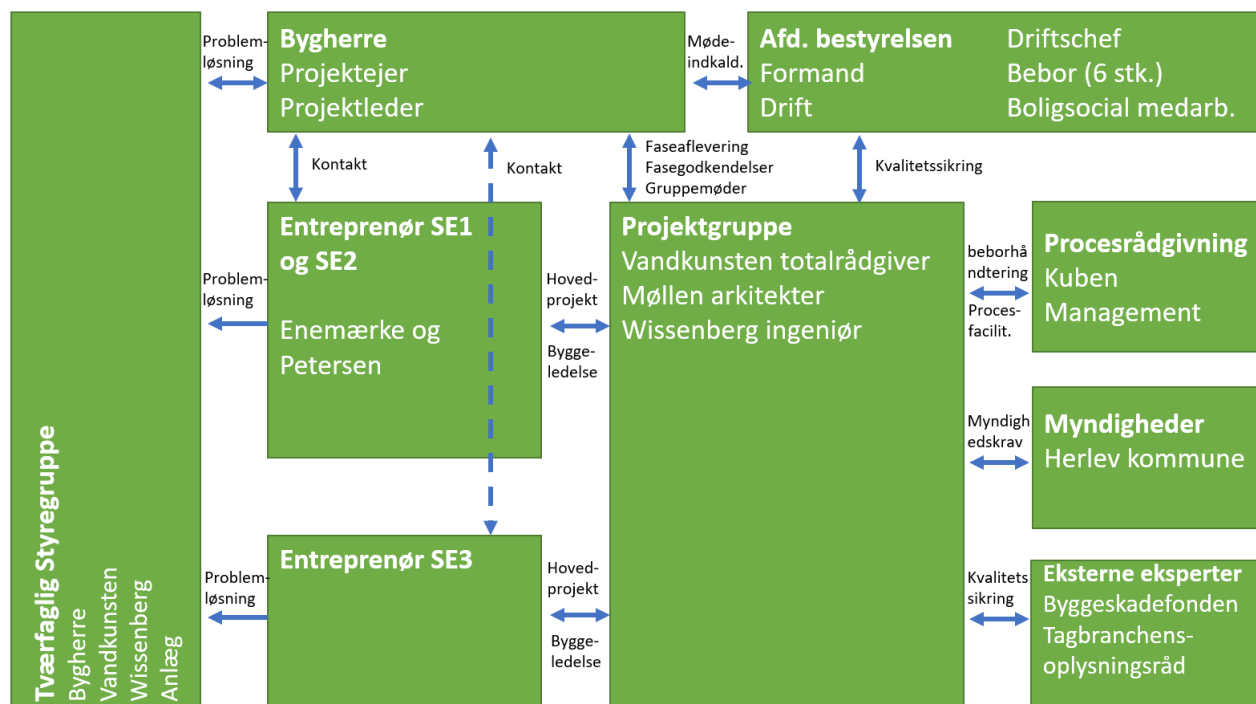
Figur 5 - Ekstraordinært afdelingsmøde 13 oktober 2016, hvor renoveringsprojektets budget og plan blev revideret

2016 Oktober	E&P ugeplaner og tilhørende møder påbegyndes
2016 November	Blok nr. 1001 startes op og byggeplads forberedelse.
2017 Januar	Hovedentreprenøren er udfordret af et murersjak fra egenproduktionen, der forlader firmaet pga. uoverensstemmelser med akkordsatsen og dermed efterlader en større opgave ubemandet, som var igangsat i blok nr. 1001 vedr. badeværelser.
2017 Marts	Blok nr. 1002 badeværelser er i gang men der opleves løbende forstyrrelser, knyttet til varslinger af beboere.
2017 April	Byggesagen vurderes nu at køre så godt, at byggeledelsen gennemfører en genforhandling af akkorderne som afspejler, at begge parter mener arbejdet nu udføres mere effektivt.
2017 Juni	Den digitale skurbog, et generelt E&P IT-projekt, implementeres hos E&P på Hjortegården.
2017 September	Forløb 1 afsluttes. De forskellige delopgaver, rækkehus indvendig og udvendig og etageblokke indvendig og udvendig har forskellig fremdrift.

5.2.1 Projektets organisering ved byggestart

Nedenstående vises projektets organisationer i april 2015. Efterfølgende kom der underentreprenører med i organisation, koordineret med/af E&P i ugentlige møder. Denne organisation gennemførte prøveblokkene fra november 2015 til februar 2016. Derefter gennemførtes en fælles evaluering og Vandkunsten og Wissenberg dokumenterede evalueringen i en rapport. I slutningen af 2016 ændrede organisationen karakter til at blive mere produktionsorienteret. Nedenstående figur viser programmerings- og projekteringsorganisation:

Fremtidssikring af Hjortegården organisationsdiagram 2015



Figur 6 – Projektets organisationsdiagram

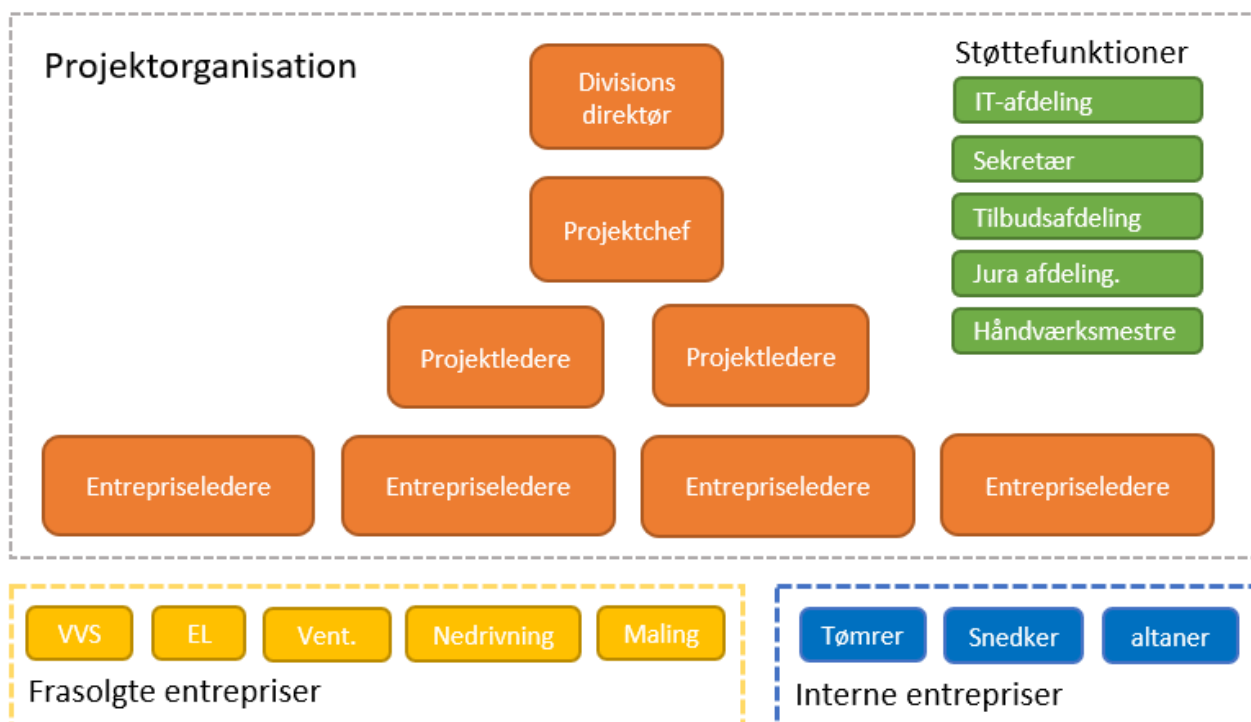
Bemanning i rådgivervirksomhederne som har været tilknyttet sagen.

Vandkunsten

- Arkitekt MMA og partner
- Arkitekt MMA
- Arkitekt MMA
- Arkitekt MMA
- Arkitekt MMA

Wissenberg

- Sagsansvarlig (partner)
- Projektleder, ingeniør
- Vvs-ingeniør
- Vvs-tekniker
- Konstruktionsingeniør
- Bygningskonstruktør
- El-ingeniør
- Byggeleder
- Byggelederassistent
- Tekniske assistenter



Figur 7 - Entreprenørens projektorganisation

5.2.2 VDC-processen forløb 1

Performance målingens grundidé var at måle på og sammenligne to forløb i Hjortegårdsprojektet som havde forskellig IT-anvendelse, helst med og uden VDC.

I sommeren 2016 afholdtes et statusmøde om E& P's IT- og VDC-ambitioner. En række forslag til IT-implementeringer blev fremlagt. Tilstede er en repræsentant for E&Ps ledelse og for Hjortegårdens projektledelse. Der peges på følgende muligheder (referat fra VDC-møde 2016):

- App som melder tilbage på opgave status
- Ugeplansmøder
- Arbejdspladsplanlægning
- Simulering og dokumentation af valg (for eksempel økonomi, energi) integreret i modellen
- Beboerdemokrati
- Håndværker-ansvar
- Leveranceflow
- Timeregistreringer og kalkulation (for eksempel Sigma) som en del af projektøkonomien
- Facilitering evt. registrering og dokumentation af bebortilvalg. Her ville det være nyt for E&P at leverandøren løser denne opgave – udover at pakke materialerne i tilvalgs pakker pr. lejlighed.
- Revit-modellen (situationstegninger) (ikke alt skal ind i Revit-modellen. Den skal ikke overkompliceres, når der er lavthængende frugter)
- Uddannelse af E&P's folk i forbindelse med IT-investeringer fremlægges.

I løbet af efteråret 2016 blev det klart at hverken E&P eller Hjortegården havde udviklet sig IT-mæssigt som forventet, eller havde planer om dette for foråret 2017.

En VDC-planlægningsproces blev derfor igangsat december 2016 med henblik på at kunne gennemføre implementering af IT-elementer frem til september 2017, hvor forløb 1 skulle afsluttes. VDC-møderne fortsætter frem til marts 2018, som konsekvens af den meget begrænsede IT-implementering i den foregående periode fra december 2016 til september 2017.

I december 2016 holdes et opstartsmøde om VDC-initiativet på Hjortegården. De deltagende var E&P ledelse, projektledelse fra Hjortegården, en IT-medarbejder, repræsentanter for Trælasthandelen Knud Larsen, MTH, Dansk Byggeri og forskergruppen (i alt 11 personer). Her drøftedes især en eventuel pakkeleveranceløsning tilbudt af Knud Larsen, og en 3D billedregistrerings mulighed med digitale kameraer som det besluttet at anskaffe til Hjortegården. Projektledelse på Hjortegården var dog tvivlende om værdien af kameraet

I januar 2017, bliver det klart at murerentreprisen overtages af et eksternt firma, hvilket indebærer at Knud Larsens leveranceløsning ikke længere kan tilpasses til entrepriserne på pladsen, fordi de nye murer selv har ansvaret for at leverer deres materialer. Her besluttet det også at investere i Blue Beam, til at gøre tegningshåndteringen på pladsen lettere.

I februar 2017 konstateres det at 3D kameraet testes med henblik op billedregistrering, men helt fungerer eller lever op til forhåbningerne. Der forventes en introduktion af Blue beam til byggeledelse og der håbedes på en implementering hos E&P's håndværkere senere.

På mødet i marts 2017 fokuseres på en databaseløsning, som skulle kunne støtte håndteringen af beboerinformationer. Tilstede var E&P ledelse og Projektledelse v. Hjortegården, Dansk Byggeri og forskergruppen.

Der afholdtes et møde med BASIT, som er en uafhængig virksomhed som ofte hjælper Dansk Byggeris medlemmer med IT-analyser og teknologier, for at afklare om de kunne bidrage med viden til brugbare og værdiskabende løsninger til projektet.

På mødet i april 2017 udvikledes en prioriteret liste over ønskede systemer på Hjortegården. Blue beam løsningen var med her, men ventede fortsat på sig.

I juni 2017 var denne prioriteringsliste styrende for mødet, hvor det besluttedes at lave en BIM-opmåling, fra Revit, af nogle udvalgte gasbetonvægge i badeværelserne. Også projektet "den digitale skurbog" kom ind på listen og blev implementeret overalt i E&P også på Hjortegården henover sommeren, det er Expandit som har leveret løsningen.

I august 2017 er BIM opmålingen gennemført. Den gav ikke noget klart resultat, i forhold til forventningen om et tjek på den opmåling der tidligere var gjort manuelt. Dette skyldes primært at alle mængder var opmålt manuelt inden mængdeudtrækkende blev leveret, hvorfor det eneste ekstra der kunne opnås, var en validering af de faktiske mængder med BIM-opmålingen. Blue Beam er stadig ikke blevet implementeret på dette tidspunkt, men lever endnu som et prioriteret ønske.

I marts 2018 afholdes et sidste møde, hvor det drøftes hvorfor resultaterne af VDC-processen er så relativt begrænsede. Til trods for de mange emner og løsninger der er bliver diskuteret.

5.3 Byggeprocessens forløb 2

Forløb 2, som blev defineret af forskningsprojektet, starter i september 2017 og slutter i maj 2018. Forløb 1 og 2 tilsammen svarer til byggeprojektets fase 1. Overgangen fra forløb 1 til 2 sker på forskellige tidspunkter i de forskellige dele af renoveringen. Projektet er i denne periode præget af en repetitiv produktion som kører næsten rutinemæssigt fremad.

2017 September	Forløb 1 afsluttes. De forskellige delopgaver, rækkehus indvendig og udvendig og etageblokke indvendig og udvendig har forskellig fremdrift. Bemandingen fra E&P øges. Tidligere var der omkring 36-50 på pladsen. Nu sættes mellem 85-99 ind. Dette høje niveau fortsætter resten af etape 1 (frem til maj 2018).
2017 Oktober	Etageblokke 1006- 1007 badeværelser, rækkehuse 115-117 badeværelser, tage og ventilation rækkehuse 123-126.
2017 November	Etageblok 1008 badeværelser Tage og ventilation rækkehuse 125, 126, 127 og 128
2017 December	Der arbejdes på Etageblok 1008 badeværelser Graden af færdiggørelse svinger i oktober, november og december. Højere på tage og gavle både på rækkehuse og etageblokke.
2018 Januar	Produktionen får mere og mere præg af rutine. Det er tydeligst med tagene på etageblokkene. Der arbejdes på blok 1006 tage og gavle på rækkehuse 121-127
2018 Februar	Tage på rækkehuse etape 1 er færdige Fra uge 4 til uge 15 (april) laves der (kun) fire ugeplaner for tag og gavle på etageblokkene. Altså en produktion, der næsten kører selv. Badeværelser i etageblokke 1008 og 1009 renoveres.
2018 Marts	Badeværelser i etageblokke 1008 og 1009 renoveres. Høj grad af færdiggørelse ift. ugeplaner.
2018 April	Badeværelser i etageblokke 1042 og 1009 renoveres. Høj grad af færdiggørelse ift. ugeplaner. Badeværelse i etape 1 (og forløb 2) rækkehuse er færdige.
2018 Maj	Tagene på alle etageblokke på etape 1 er færdige.
2018 Juni	Badeværelser på etape 1 (og forløb 2) etageblokke er færdige Byggeledelsen indbygger en "puste ud" pause mellem etape 1 og etape 2

5.4 Byggeprocessen etape 2

2017 Maj	Startes der på etageblokkenes tage på blok 1010 på etape 2 – gavlene følger stadig tagentreprise.
2017 Juni	Startes altanentreprise på blok 1010

2017 November	Her startes der på tagene på rækkehusenes blok 129/130/131
2018 Februar	Afsluttes tage på etageblokke på blok 1015
2018 Marts	Her er taget færdigt på rækkehuse
2018 April	Her startes badeværelserne i blok 1010
2018 August	Her sættes tempoet op på badeværelsesentreprisen, der åbnes nu dobbelt så mange enheder end tidligere
2018 September	Færdiggøres tage på rækkehuse blok 140/141
2018 December	Afsluttes badeværelserne på etageblokkene på blok 1015

5.4.1 Opsamling

Et renoveringsprojekt har mange dimensioner for eksempel "dybden" af renoveringen, de skiftende forhold og lejlighedstyper, beboere og mange små aktiviteter fra mange forskellige faggrupper. Ses der at 94 % af renoveringsopgave udføres som fag- og hovedentrepriser i Danmark.

Renovering af almene boliger kræver stor styring af projektteamet da opgaverne ofte er af mindre længde og men med et stort antal aktører. For eksempel er "faste taktslag" vigtigt for at forstyrre beboerne mindst muligt og for at kunne planlægge kæden af mindre opgaver i lejlighederne. Det er en anden form for administrative kompetencer end nybyg, da varslinger, ekstern kommunikation og særligt bebor håndtering fylder utrolig meget for projektledelsen.

Forregistreringerne i lejlighederne skal gå stærkt, være effektive og præcise for at forstyrre boerne minimalt. Det er som før beskrevet, mere et puslespil med konstant skiftende forhold og aktører som skal koordineres, planlægges og udføres korrekt. Herved menes der at skiftende projekter kræver konstant omstilling til de konkrete forhold, hvilket stiller meget store krav til entreprenørens digitale og andre kompetencer og til de digitale løsningers mulighed for dynamisk konfiguration og tilpasning. Respekten for renoveringsprojekters kompleksitet bør altså være stor!

5.5 Status ved afslutning af forløb 1, 2 og etape 2

Forløb 1 og 2 udgør tilsammen byggeprojektets etape 1. dette forløb viste os at nogle at entrepriserne gik bedre end forventet mens andre var mere omfattende end entreprenøren forventet. Færdig tagentreprisen på etageblokkene afsluttes i en hastighed lang hurtigere end forventede, mens badeværelserne i rækkehusene var mere komplekse og derfor tog længere tid om at finde det rigtige flow og taktslag. Forløb 1 var i høj grad præget af det skiftende ure sjak i starten af forløb 1. Dette gav udover de forventede forsinkelser en række andre udfordringer. Udfordringer der opstod som konsekvens af at E&P måtte trække

eksterne underentreprenører ind til opgaven. Denne problemstilling beskrives nærmere i de efterfølgende afsnit.

Da entreprenøren når til forløb 2 har projektteamet fundet et fornuftigt flow. Både på de forskellige entrepriser og mellem dem. Etape 1 blev afsluttet før den aftalte deadline. Arealet omkring etape 1 bærer fortsat præg af at der er en byggeplads, anlægsgartnerne er (som er et andet udbud) er for eksempel aktive med at genoprette og anlægge udendørsarealerne.

Etape 2 igangsættes i umiddelbar forlængelse af etape 1. ca. midt på etape 2 sættes tempoet op fordi der gives lov til at "åbne" dobbelt så mange badeværelser ad gangen. Her øges performancen markant. I etape to er der stor forskel på fremdriften for hhv. badeværelser og tage, der afsluttes over ca. 1 år

I projektets omgivelser har E&P vundet flere nye renoveringsopgaver og E&Ps moderkoncern MTH har oplevet en omstrukturering af sin VDC-indsats og ledelse. Alt andet lige er det sandsynligt at MTH vil blive forsinket med sine IKT-investeringer for koncernen på grund af dette. Det er dog for tidligt at sige om dette for nogen konsekvenser for E&P.

6.0 Analyser og Resultater

Dette afsnit indledes med en procesevaluering der ser på forløbet af forberedelser, produktionen (forløb 1 og 2) og VDC-forløbet. Derefter vurderes performance, i de fire typer af performancemålinger:

1. Vidensperformance, i virksomhederne
2. Bygherre-performance
3. Produktivitet
4. Ejendomsværdi

Der vurderes ud fra de forskellige aktørers forståelse af den værdi projektet har skabt.

6.1 Evaluering af forberedelse, program og projektering

Analyserne i dette afsnit vurderer på forberedelsen af renoveringen, herunder aktørernes forventninger til produktet og forløbet af forberedelsesprocesserne. (som de blev beskrevet i 5.1.)

Forberedelserne ender med en fastlæggelse af forventninger fra kunden/bygherren og leverandørvirksomhederne om den nødvendige investering og den skabte værdi i de fremtidige renoveringsprojekter. Dette kan derefter i afsnit 6.5 sammenlignes med resultaterne af arbejdet.

Bygherren har en organisation fordelt på tre niveauer;

- Beboere
- Afdelingsbestyrelse
- boligselskab

Som behandles hver for sig nedenfor. Afsnittet indeholder derefter følgende punkter:

- A. 3B bygherrens planlægning og forventninger
- B. Afdelingsbestyrelsens Byggeudvalg
- C. Beboerne
- D. Digitaliseringens stade

- E. Kontraktgrundlag (rådgiver og entrepriseopdeling)
- F. Projektering (IKT)

Afsnittet afsluttes med en vurdering af de forventninger der var til skabt værdi i projektet.

A) 3B bygherrens planlægning og forventninger

Bygherrens centrale del, boligselskabets repræsentanter gennemfører forberedelsen som en sædvanlig renoveringssag og baserer sig i høj grad på rådgivernes råd om projektet. Nogle af 3Bs forventninger til valg/design af renoveringsindsatsen fremgår af 3Bs strategi, som den blev fremlagt og diskuteret på dialog, møder med rådgivere og mulige entreprenører i 2014 (3B, 2018). Det fokuseres meget på Mock-ups som en måde at opbygge viden om og forståelse for renoveringsopgaven på. Det menes at være relevant at starte med prøveblokke for at danne grobund for en solid proces. IKT og BIM fremføres og diskuteres som en måde at oparbejde viden om de faktiske forhold og konstruktioner på. Samtidig kan der skabes en ny værdi af de digitale data til renoveringsopgaven og ikke mindst til fremtidens drift og vedligeholdelse af bygningen. Herudover er understående emner centrale i diskussionen om planlægningen af renoveringsprojektet:

- Mængderabatter
- Gentagelseeffekt
- Nedbringelse af fejl
- Rationaliseringsgevinst
- Reduceret tidsforbrug (aht. beboerne)
- Industrialisering
- Præfabrikation, højere kvalitet
- Oplæringseffekt
- Evaluering af processtyring

Der skabes via tidligt samarbejde mellem bygherre (3B), arkitekt, rådgivende ingeniør og entreprenøren en ramme for nogle fælles tiltag i design og renoveringsprocessen. Boligselskabet inddrager afdelingens byggeudvalg og beboerne i processen.

De tre dele af bygherreorganisationen beboere, afdelingsbestyrelse og boligselskab, har imidlertid ikke automatisk den samme opfattelse af behovet for renovering.

Boligselskabet, med deres valgte rådgivere (arkitekt og ingeniør) i spidsen, forsøger at modne beboerne til at vælge omfattende ændringer af bygningernes og områdets udvendige udtryk. For eksempel ved at foreslå, der skal laves grønne tage (med græs og planter) på højblokkene. Beboerne mener det er en unødvendig dyr måde at istandsætte på. Beboerne nedstemmer derfor flere af rådgivernes grønne forslag til istandsættelsesprojektet.

Renoveringsprojektet har en tredeling af behovsafdækningen for istandsættelsen;

1. Genopretningsbehovet som Landsbyggefonden har mulighed for at dække med attraktive lån.
2. Nogle fælles udvidede optioner som afdelingen kan finansiere med et realkreditlån.
3. Individuelle bebortilvalg, som for eksempel størrelse på altanen og valg af armaturer mm.

Beboernes forskellige behov kommer til syne i afgørelser om disse tre typer muligheder. Der er almen opbakning til genopretning. Stor opbakning til de 12 optioner samt fravalg af yderligere optioner. Der er ligeledes ganske stor opbakning til de mulige tilvalg, som understøttes af 3B og rådgiverne via et tilvalgs-katalog og et fysisk tilvalgsgalleri i området. hvor man fysisk kan se tilvalgsmulighederne.

Forventninger opsamles og specificer i tidlige tilbuds-lister og -budgetter (3B, 2018) da der kontraheres med entreprenøren. Disse tilbuds-lister er op-listede nedenfor. 3B har udbuddets tilbuds-lister i to, hhv. indvendige arbejder og udvendige arbejder, men en række af fagentrepriser i hver tilbuds-liste. E&P afgav tilbud på projektforslag, hvor der skete justering af tilbuds-poster i forbindelse med hovedprojekteringen og udførelsen prøveblokke.

Tilbuds-listerne er prissat af E&P som vandt entreprisen for 3B. Men tilbuds-listerne afspejler langt fra de faktuelle forhold, og der er også blevet ændret i tilbuds-listernes poster flere gange efterfølgende. Den største ændring af entrepriserne og dermed økonomien skete efter prøveblokkene, hvor projektet gennemgik en større sparerunde, hvor for eksempel alt ventilation i etageblokkene spares væk.

Pos.	Bygningsdele	Option Tilvalg Fritvalg	Prøveblok: etage-/ rækkehus				1. etape				2. etape				Samlet bebyggelse inkl. prøveblokke			
	0. Samleside		ant.	enh.	enh.pr is	kr.	ant.	enh.	enh.p ris	kr.	ant.	enh.	enh.p ris	kr.	ant.	enh.	kr.	
1.	Byggeplads					6.015.501				11.881.001				11.054.001			28.950.503	
2.	Nedrivning					216.393				2.540.980				2.196.534			4.953.907	
3.	Beton, renovering					556.109				4.060.218				3.131.775			7.748.102	
4.	Murværk					-				8.929				35.714			44.643	
5.	Skeletkonstruktioner					494.681				2.885.636				2.143.616			5.523.933	
6.	Glas					57.886				1.153.538				337.666			1.549.090	
7.	Beton, generelt og pladsstøbt					22.620				389.643				874.763			1.287.026	
8.	Tagdækning					154.863				3.738.814				3.395.685			7.289.362	
9.	Stål					715.534				6.831.394				6.471.713			14.018.641	
10.	Træ, generelt					519.241				5.682.769				4.782.791			10.984.801	
11.	Lofter					150.351				2.204.286				1.919.699			3.996.111	
12.	Fuger					30.535				207.178				151.321			389.034	
13.	Maling					4.339				77.143				86.786			168.268	
14.	El					111.824				1.026.784				984.920			2.123.528	
15.	Døre og vinduer, levering					-				-				-			-	
16.	Døre og vinduer, montering					-				-				-			-	
17.	Entreprenørens deltagelse i færdigprpjektering af hovedprojekt i hht. samarbejdsaftale og udbudsbrev					800.000				111.691				113.396			1.025.087	
18.	Timosats for en seniorentreprenør																	
	I alt at overføre til tilbudsblanket					9.849.877				42.800.004				37.680.380			90.052.036	

Figur 8 - Tidlige tilbuds-lister på projektets udvendige arbejder – baseret på E&P's tilbud som vinder entreprisen.

Pos.	Option/ tilvalg	Option	Prøveblok: etage-/ rækkehus / Ny Servicebyg. /Ejendomskontor				1. etape				2. etape				Variable ydelser, der medtages i sammenstilling				Samlet bebyggelse inkl. prøveblokke			
			ant.	enh.	enh- pris	kr.	ant.	enh.	enh- pris	kr.	ant.	enh.	enh- pris	kr.	ant.	enh.	enh- pris	kr.	ant.	enh.	enh- pris	kr.
0.	Samleside																					
1.	Byggeplads					7.762.000				11.123.500				7.906.500				-				26.792.000
2.	Nedrivning					324.608				2.380.341				1.826.992				9.004				4.540.945
3.	Jordarbejder for ledninger					214.893				-				-				-				214.893
4.	Afløb i jord					161.315				-				-				-				161.315
5.	Beton, generelt og pladstøbt					119.791				1.829.954				1.149.815				-				3.099.560
6.	Stål, generelt					477.323				2.115.535				1.579.047				-				4.171.905
7.	Støtte undergulve					270.167				1.820.601				1.567.572				-				3.658.340
8.	Murværk					476.777				2.622.708				1.985.570				-				5.085.055
9.	Skeletkonstruktioner					134.842				669.441				906.469				-				1.710.752
10.	Beklædninger påmurede					1.017.726				8.041.020				6.940.033				-				15.998.779
11.	Glas generelt					173.752				1.250.028				930.935				-				2.354.715
12.	Døre, vinduer og porte, lev.					781.930				4.623.031				3.479.272				-				8.884.233
13.	Døre, vinduer og porte, mont.					410.550				2.356.725				1.784.606				-				4.551.881
14.	Gulve					99.131				264.001				210.392				936.257				1.509.781
15.	Løfter, monteret					162.932				691.870				587.360				-				1.442.162
16.	Fuger					21.046				198.931				147.671				-				367.648
17.	Maling					228.208				1.290.406				1.036.007				316.535				2.871.156
18.	VVS					2.603.520				23.161.005				18.942.998				-				44.707.523
19.	Ventilation					1.079.737				6.740.791				5.355.787				-				23.103.719
20.	Teknisk isolering					178.464				2.813.804				2.231.797				-				5.224.065
21.	Elarbejder					898.968				10.744.225				5.530.989				-				13.431.182
22.	Bygningsautomatik					247.369				739.810				529.666				-				1.516.845
23.	Fast inventar					208.117				1.299.643				847.143				-				2.354.903
24.	Træ generelt					260.612				-				-				-				260.612
25.	Tagdækning					44.190				-				-				-				44.190
26.	Entreprenørens deltagelse i færdigprojektering af hovedprojekt i hht. samarbejdsaftale og udbudsbrev					1.000.000				256.258				200.000								1.456.258
27.	Udvalgte for en samordningsperiode																					
	I alt at overføre til tilbudsblanket					19.357.968				87.033.628				65.676.621				1.261.796				179.514.417

Figur 9- Tidlige tilbudsliste på projektets indvendige arbejder - baseret på E&P's tilbud som vinder entreprisen.

B) Afdelingsbestyrelsens byggeudvalg

Boligselskabets afdelingsbestyrelse for Hjortegården nedsætter tidligt et byggeudvalg. Dette udvalg inddrages systematisk i boligselskabets forberedelser sammen med rådgiverne som beskrevet ovenfor. Boligselskabets repræsentanter gennemgår forslag fra rådgiverne, budget m.m. og eventuelle alternativer i detaljer. Der er en tendens til at byggeudvalgets medlemmer går i detaljer. I en senere fase, efter forberedelsen, er der tendenser til mistillid mellem udvalget, rådgiverne og boligselskabet.

C) Beboerne

I 2013-2014 er der blandt beboerne tilfredshed med beboerdemokratiet. Denne tilfredshed afspejler de gode intentioner der eksisterer i starten, men de gode intentioner skifter desværre senere til oplevelser af modstridende interesser mellem fra entreprenørerne, beboerne, bygherre og rådgiverne.

Selvom genopretningsbehovet for Hjortegården er betydeligt, oplever nogle beboere at deres egne lejligheder er i fin eller rigtige god stand. Nogle af beboerne har for eksempel selv udskiftet deres badeværelser eller forbedret andre rum i lejlighederne for egne penge. At disse rum uanset stand skal renoveres, skaber utilfredshed blandt de på denne måde berørte beboere. I to tilfælde måtte badeværelserne laves om fordi der manglede dokumentation for de af lejeren gennemførte forbehold.

På grund af skimmelvækst i nogle badeværelser, fik enkelte lejligheder nye badeværelser i 1999, disse bliver ikke skiftet, hvilket også skaber undren. Nogle beboere i denne gruppe føler sig forskelsbehandlet fra flertallet, og kunne godt have tænkt sig en istandsættelse af deres badeværelse.

Beboerne gennemfører nogle strategiske valg sammen med afdelingsbestyrelse, byggeudvalg og boligselskab. Det handler om prioritering af forbedringer indenfor rammen af realkreditforeningslånet.

Derudover er det tydeligt at nogle beboere fokuserer på "de små ting". Nogle beboere har interesse i ting som skabsplads, pæne rørkasser, håndvaskens størrelse, emhættens sugeevne mf. Disse emner er helt centrale når der forhandles om renoveringens indsats og omfang. Ventilationssystemerne har hele tiden haft en central post i disse forhandlinger, fordi det har været en bekostelig forbedring og samtidig svær at finansiere, men vigtig for mange beboere da ventilationssystemet skulle afhjælpe de skimmelvækst problemer som har været i boligerne.

D) Digitaliseringens stade

Som tidligere beskrevet havde 3B nogen tidlige men høje IKT-ambitioner i renoveringsopgaven:

"... Boligforeningen har et ønske om at anvende digitale løsninger som optimeringselement til drift og vedligeholdelse.... en ny bekendtgørelse fra 2013 og et nyt program 10040, som boligforeningen og dermed parterne i byggesagen er blevet pålagt. 3B skal kunne trække informationer ud af modellen. Men de er også åbne overfor forslag til, hvordan man gør det. ... fra bygherrens side vil have fokus på de elementer i IKT-systemet, som der vil kunne anvendes fremadrettet under driften. Arkitektens optionsgevinst er 3D modellering via en BIM-model. Her kan man bl.a. få mængdeudtræk og udføre kollisionsprøver og Sigma bliver anvendt som en kalkulationsmodel.

... Erfaringer med digital mangelgennemgang og aflevering. Vico Tec blev nævnt som et godt værktøj til byggestyring, tidsplan og risikovurdering. Kunne en digital proces mock-up direkte koblet til en BIM-model være anvendelig? Er det et urimeligt krav? Revit-modeller er velkendt blandt entreprenørerne, men deres fokus er et andet sted. Fokus er ude på pladsen, på den fysiske model. Digital mock-ups er gode til arealfordeling og mængder/materialebestilling. Men 90% af BIM er værdiløs+... Hvis der stilles for store digitale krav, bliver de mindre entreprenører væk. Programmet Vico Control fremhæves for at kunne sikre flow i tidsplanen, rytme i udførelsen. Håndværkerne tilegner sig det hurtigt, byggeleiderne halter efter. Vi er klar, vi skal være klar!" (3B (2), 2014).

Som der kan læses, er der forskellige augmentere for og imod forskellige digitale værktøjer. Ønsket er tilstede, men det menes ikke at entreprenøren har den samme glæde at det digitale projekt. Der diskuteres på et dialogmøde i marts 2014 om, hvorvidt der er værdi i at digitaliserer og optimerer byggeriets processer gennem digitale- og fysiske mock-ups. Der rejses en diskussion af nedenstående spørgsmål, som senere skal vise sig at blive centrale for indeværende rapports besvarelse (3B, 2014):

- Er entreprenørerne modne til at arbejde med digital modellering af processer og produkter?
- Er der interesse og/eller behov for at bygherren stiller ressourcer til rådighed for udførelse/anvendelse af digitale mock-ups?
- Hvilke bygningsdele og arbejdsgange kan optimeres gennem mock-ups?
- 'Fordele, ulemper og evt. alternativer til mock-ups som middel til optimering

Bl.a. på baggrund af dette møde udfærdiges- og indgår der - i 2014 en IKT-aftale mellem 3B, Vandkunsten og Wissenberg. Det er Vandkunsten der har lavet aftaleteksten, der er et 'state of the art' dokument for den tid.

Indgåelsen af en IKT-aftale indebærer ikke at projekteringen bliver digitalt integreret. Der arbejdes ikke i fælles BIM-modeller. Vandkunsten anvender Revit 3D til projekteringen, hvilket afspejler sig i en lang række små modeller af de forskellige typer af badeværelser. Arkitektfirmaet udvikler ikke fulde BIM-modeller af byggeriet under projekteringen.

Wissenberg foretrak at anvende 2D AutoCAD til sin projektering af konstruktion og EL. Inden for installation anvendtes Revit. Koordineringen mellem bygherre, arkitekt og rådgiver foregår på mere traditionel vis via møder.

E) Kontraktgrundlag (rådgiver og entrepriseopdeling)

Kombinationen af en totalrådgiverkontrakt og tre hovedentrepriser en almindelig kontraktform i det almene boligbyggeri (se også forståelsesrammen i kapitel 3). Den modificeres her af samarbejdsformen "tidlig inddragelse", der blandt andet indebærer forslaget om at gennemføre en prøveblok.

En overvejelse bag entrepriseopdelingen kan have været at sikre, at der var midler til slut i projektet til udendørs "genopretning" via den selvstændige gartnerentreprise (Politiken Byrum, 2018).

"Tidlig inddragelse" elementet kan ses som bygherrens vilje til at eksperimentere med bedre inddragelse af entreprenørerne, samtidig med at indgåelse af totalrådgiverkontrakt viser det modsatte; at satse på det sikre. Budgetkonstruktionen med tre finansieringselementer viser sig senere at vanskeliggøre styringen, men samtidig er de tre delfinansieringer en måde at åbne op for beboernes særlige behov og fungerer som et forsøg på at opnå deres støtte til projektet. Noget der fungerer inden prøveblokkene sættes i gang.

6.1.1 Input: Forventninger om skabt værdi

Forventningerne om den værdi projektet kan og skal skabe, er dels fastholdt i fælles dokumenter og er dels fordelt hos de forskellige deltagere bygherre og leverandørerne:

Programoplægget beskriver opgaven og entreprenørernes tilbudsbudget hvad der kan forventes, bliver leveret (2015). Beboerne indgår derudover i dialog om tilvalg, både som fælles indsats finansieret med et kreditforeningslån og som individuelle tilvalg.

Arkitekten registrerer af badeværelser viste en stor variation i løsninger., men det dækker over en langt større variation fordi beboerne havde benyttet sig af deres råderet til at lave egne installationer og forbedringer. Dette indebærer at forventninger blandt beboerne var spredte uden at være artikulert. Nogen forventede at renoveringen ville blive en forringelse, men de fleste formentlig har set projekt som en mulig (men måske uklart forstået) forbedring.

Hjortegården blev projekteret på bygningsreglementets krav på daværende tidspunkt (2015-2016) og er ikke et energioptimeret projekt der går udover de eksisterende krav (Teknologisk Instituts målingsresultater viser at blok 1001, ikke opnåede energiforbedringer som forventet i bygningsreglementet, Nielsen 2018)

Projekteringsarbejdet på hovedprojektniveau giver også fingerpeg om den forventede værdi af leverancen. Ventilationssystemet til etageblokkene var inde i projekteringen (men blev siden taget ud)

Vurderingen af ejendomsværdien efter renoveringen var gennemført (se afsnit 6.9) påpegede at en meget stor del af projektet retter sig mod genopretning af et nedslidt byggeri.

6.1.2 Opsamling og konklusion

Alle parter der var tidligt inde i projektet, forsøgte at bidrage til et godt samarbejde. Forberedelse E&P Programmering gennemførtes i et samarbejde mellem bygherren, arkitekter og rådgivere med inddragelse af afdelingsbestyrelse/byggeudvalg og beboere. 3B bygherrens planlægning og forventninger blev udviklet af arkitektens helhedsplan og de senere programmeringselementer. Afdelingsbestyrelsens byggeudvalg blev grundigt vejledt af boligselskabet og beboerne var i denne tidlige fase tilfredse med graden af inddragelse.

Digitaliseringen hos arkitekt og rådgivende ingeniør var på højde med almennyttigt boligbyggeri i 2014-2015-2016, men samtidig præget af manglende digital integration, ingen krav om standardisering af data eller overførsel til drift.

Kontraktgrundlag for rådgivere og entreprenører var en balance mellem vilje til at eksperimentere med "tidlig" inddragelse og valg af det sikre i form af totalrådgivning adskilt fra hovedentreprisen.

6.2 Evaluering byggeprocessen forløb 1

Forløbet fra gennemførelsen af prøveblok 1005 og 116 i januar, februar 2016 frem til produktionen kommer i gang oktober november december 2016 er et meget langt afbræk i processen. Bygherren har brug for at få besluttet de modifikationer som prøveblokken ledte til. Der er også en del barrierer forbundet med igangsættelsen henover årsskiftet 2016-2017. Omvendt kommer en stabil produktion op og stå. Og i april 2017 genforhandler E&P akkorderne med egne medarbejdere. Forståelsen af stabil fremdrift er også tydelig på ugeplansmøderne fra april maj og fremefter.

Bygherreverdi: prøveblokke

Prøveblokkene var tænkt som et fælles læringsprojekt for alle byggeriets parter og skulle lede til bedre forståelse hos alle de deltagende i renoveringsopgaven. Prøveblokkene udføres separat på et meget tidligt tidspunkt for at få kortlagt omfanget i renoveringsopgaven og den fremtidige planlægning.

Selvom det prøveblokkene ikke var helt var den succes som man håbede på, gav prøveblokkene en ny viden om de faktiske og økonomiske forhold i projektet. Projektorganisationen valgte med den nye viden fra prøveblokkene at lave projektændringer. De mest markante var dels at det nye ventilationsanlæg i højblokkene blev trukket ud af projektet (og de gamle bevaret) og dels stilladserne til tagprojektet blev ændret til arbejdsplatforme.

Ud fra et beboersynspunkt har der været en længere række problemer. I arkitektens og rådgivende ingeniørs evaluering fra juni 2016 (fremtidssikringhjortegården.dk (1), 2018) og (fremtidssikringhjortegården.dk (2), 2018) omtales 37 forhold for etageblokken og 40 for rækkehusprøveblokken. Det kan sammenholdes med de relativt få beboere der er berørt af prøveblokaktiviteten

På hjemmesiden for fremtidssikring af Hjortegården, bliver kritikken tilspidset af nogle af de beboere der boede i blok 1005 prøveblokken (fremtidssikringhjortegården.dk (3), 2018) "Hvordan har det været at have byggesagen inde i jeres hjem?"

Jørgen: Det har været et mareridt. Forfærdeligt, faktisk.

Alice: De sagde, vi kunne bo her mens byggeriet stod på, men det kan man altså ikke. Så skulle vi i hvert fald have haft mere plads.

Jørgen: Det værste var ventetiden, at det tog 3½ måned. Det var den tid, det tog, der var så forfærdeligt. Vi var heldige at kunne bo hos vores datter og svigersøn i deres rækkehus, men det er jo en belastning, både for dem og for os – også selvom vi alle fire er rare og medgørlige!

Alice: Information er det, vi har manglet undervejs. Men det er jo også noget af det, de skal lære af til de næste blokke. Thomas har været så sød og rar og flink, men det er heller ikke alt, han har vidst, og der var aldrig nogen, der kunne sige helt præcist, hvornår noget skulle ske.

Jørgen: Men alle dem, vi har talt med ovre i skurbyen, har været søde og rare, og også håndværkerne har været venlige og absolut til at snakke med.”

Det kan antages at mange beboerne har følt sig som undrende tilskuere til de kritikker der kom frem. Dette kan også forklare det massive fremmøde til beboermødet i oktober 2016.

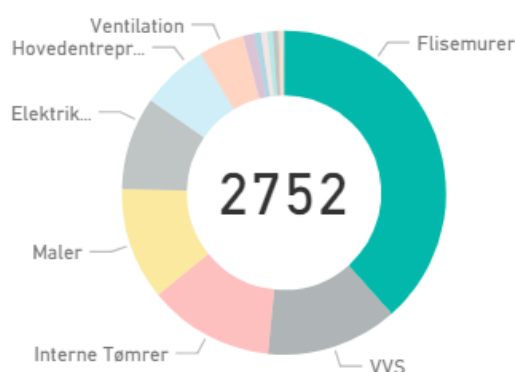
Efter afslutningen af prøveblokkene opstod en række konflikter mellem byggeriets aktører og særligt er beboernes repræsentanter ikke tilfredse med projekters drejning. 3B prøver bl.a. derfor at komme beboerne i møde, ved at skifte deres interne projektorganisation ud i efteråret 2016. Den nye projektorganisation lægger et stort arbejde i at lytte til beboerne og tage sig specifikt af den enkelte beboers sag, i.e. renoveringen i den enkeltlejlighed eller rækkehus. Et nyt element i denne ændring er et initiativ som døbes 'Rejseholdet'. Rejseholdet består af to beboerkoordinatorer som tager sig af spørgsmål og generel kommunikation med beboerne.

Personale ressourcer / eksterne parters ressourcer

E &Ps byggeledelse bestod i udgangspunktet (2015) af et helt hold på 5 mand, der tidligere havde samarbejdet på en tilsvarende renovering (Vapnagård). Der blev ofte refereret til denne fælles erfaring.

Der skiftes projektleder to gange hos E&P i december 2015 og maj 2016. Set indefra, for eksempel fra Hjortegården projektet, virker disse skift uproblematisk. Det er to meget erfarne projektledere der rejser, men E&P genbemander hver gang på overbevisende måde. Yderligere en medarbejder fra det oprindelige Vapnagård hold rejser også ved juletid 2015.

Underentreprenørerne arbejder som hovedtræk stabilt igennem projektet. Undtagelsen er murerfirmaet som er årsag til en del registrerede kvalitetsproblemer (se Figur 10) og som også anvender arbejdskraft på en ustabil måde, herunder udenlandsk arbejdskraft.



Figur 10 - Antal af videresendte mangler til flisemuren. Grafen viser at flisemuren har langt ansvaret for langt størstedelen af de videresendte mangler på hele projektet.

Materiale/arbejdsflow mellem entrepriser

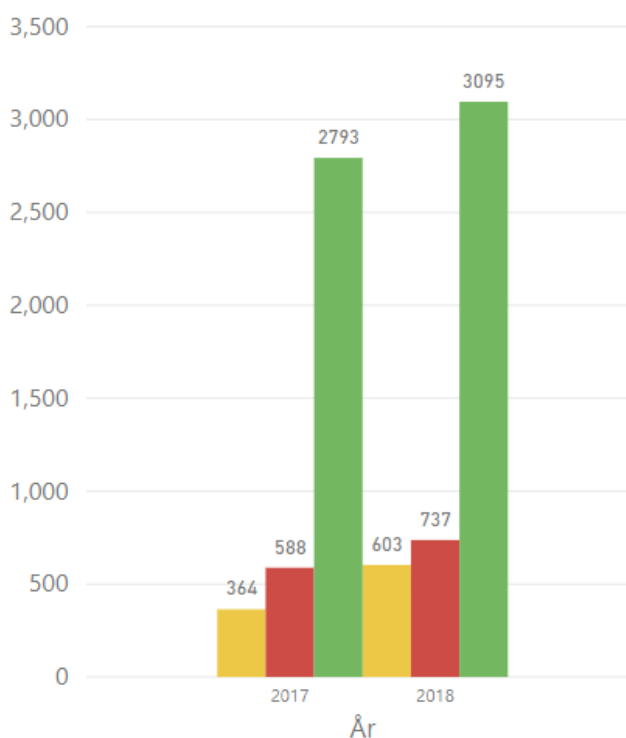
Der er betydelige koordinationsudfordringer i renoveringsopgaven. E&Ps byggeledelse arbejder med fire ugentlige planlægnings- og koordineringsmøder (LPS); etageblokke indvendigt arbejde, etageblokke

udvendigt arbejde, rækkehuse indvendigt arbejde, rækkehuse udvendigt arbejde. Hvert LPS-møde er placeret på en særlig ugedag og fungerer som mødet, hvor man følger op på sidste uges aktiviteter, laver forecasts af næste uges aktiviteter - planlægger og koordinerer små og store ting som er knyttet til arbejdsprocesserne. Der følges op på alle aktiviteter om de er udført, dette skaber en faktor i procent som kaldes procent planlagt udført (PPU). Denne faktor skal bruges til at fastholde aktørens til at få udført de planlagte opgaver, til tiden.

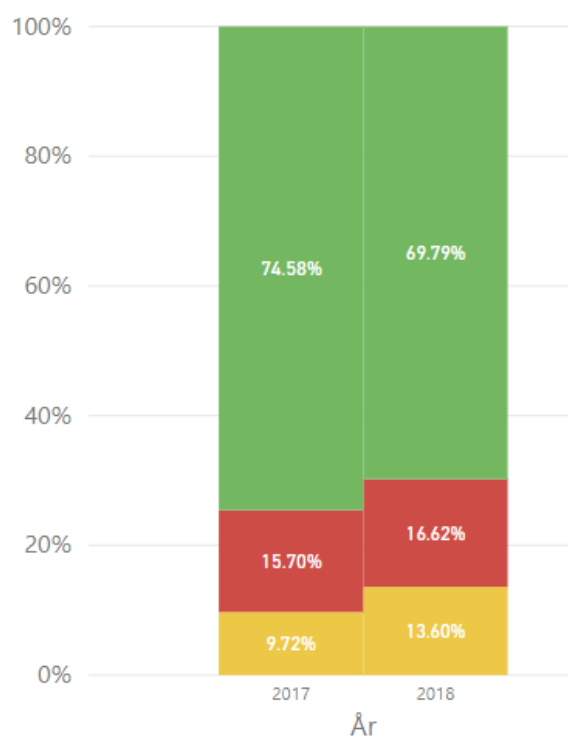
Frem til april maj 2017, altså et godt stykke inde i forløb 1, er disse møder vigtige og ugeplanerne er ofte to sider lange dokumenter med detaljerede liste af aktiviteter for sidste uges aktiviteter og to uger frem. Fra cirka maj 2017 oplever byggepladsledelse og de deltagende repræsentanter fra underentreprenøren at koordineringsarbejdet er blevet mere rutine præget. Møderne fortsætter dog i hele forløbet, også i etape 2.

Der er nogle karakteristiske forstyrrelser, der går igen. Uanset at varslingerne af beboerne kører efter en fast og regulær rutine, så er det en gennemgående forstyrrelse dels at opgaverne ikke udføres præcist som varslet og at nogle få beboere ikke er klar til eller forberedte på "besøget".

Opsamlingerne fra LPS-møderne viser markante udsving i "procent- planlagt udført". De ligger i intervallet 70-85% gennemført, enkelte under og over. Grafen viser en sammentrækning af PPU-aktiviteterne på badeværelserne i blokkene målt på aktiviteten, som er enten arbejdsopgaver eller udbedring af mangler.



Figur 11 - Procentvis fordeling af aktiviteter i LPS-planen for badeværelser i etageblokkene pr. år. hhv. udført (grøn), ikke udført (rød) og ikke registreret (gul).



Figur 12 - Antallet af aktiviteter i LPS-planen for badeværelser i etageblokkene pr. år. hhv. udført (grøn), ikke udført (rød) og ikke registreret (gul)

Vi ser altså en gennemsnitlig % udført på omkring de 70-75%. Niveauet var formentlig en anelse lavere i første halvår af 2017. Dog er der det forbehold at en stor procentsats af det gennemsnitlige antal af aktiviteter ikke er registreret, hvorfor det er relativt svært få det nøjagtige tal for udførte antal arbejdsopgaver. Derfor har vi ikke kunnet anvende PPU'en i vores samlede aktivitetsanalyse, som præsenteres senere i rapporten.

På illustrationerne herunder ses et stort og udsving i PPU-faktoren. Hvor særligt de ikke de grå felter er interessante elementer, da de forsvarer vores beslutning om ikke at inddrage en dybdegående analyse af PPU. De grå felter viser antallet af aktiviteter som ikke er markeret med udført eller ikke-udført.

Øverste illustration vis LPS-planens data pr. etageblokkens badeværelser og den efterfølgende viser badeværelserne i rækkehusblokkene.

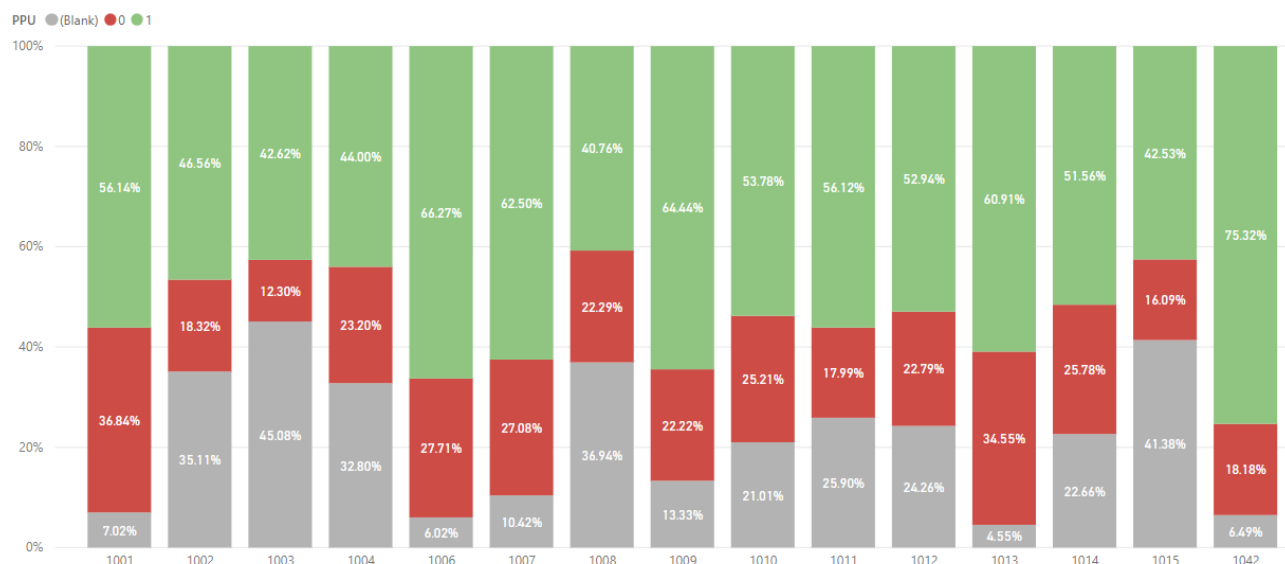


Figure 13 - PPU på badeværelser i etageblokkene



Figur 14 - PPU på badeværelser i rækkehuse

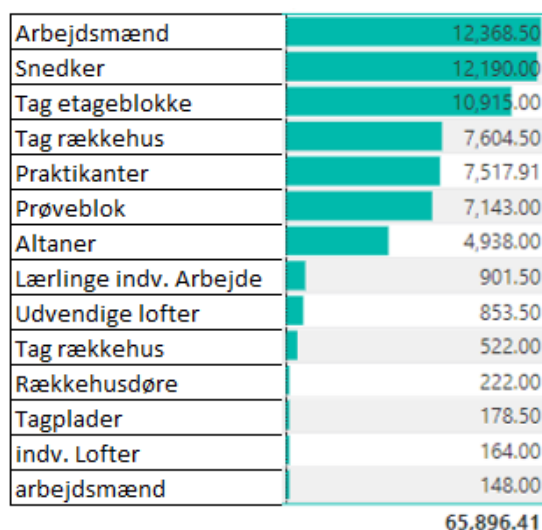
Udover Last Planner System og den lokationsbaserede tidsplanlægning, anvendes ikke direkte lean principper møderne, som for eksempel syv sunde strømme; Aktiviteter, materialer, information, mandskab, materiel, plads, ydre forhold. Dog er det tydeligt at mærke at LPS-mødernes funktion med at koordinere og planlægge arbejdet fungerer godt.

Byggesagens enkelte delaktiviteter planlægges minutiøst på disse LPS-møder, og hovedtidsplanen og tidsplansopfølgningen foregår via lokationsbaseret planlægning aktivitetsgruppe, pr. blok, opgang, etage og lejlighedsnummer.

Byggeriets organisation og planlægning

Der er mange UE'er aktive på projektet og mange måder at planlægge og styre arbejde på. Dette kommer særlig tydeligt frem i forskelle i opsamling på forbrugt arbejdstid. Håndværkerne der arbejder indenfor hovedentreprenørens egenproduktion, kender deres akkorder og har styr på timeregistreringerne. Dette går igen for de mest nøjagtige UE som styrer timeforbruget på ugebasis. Mens de mindst nøjagtige kører uden opsamling.

Flere af sagens entrepriser er overdraget til virksomheder som 'kun' styrer arbejdet med en entrepriseder, der ansvar for egne folk på byggeriet. Denne konstellation komplicerer til tider processerne og ikke mindst vores (forskernes) forhåbninger om at indsamle struktureret timeregistreringer fra entreprenørerne, til anvendelse i analyserne.



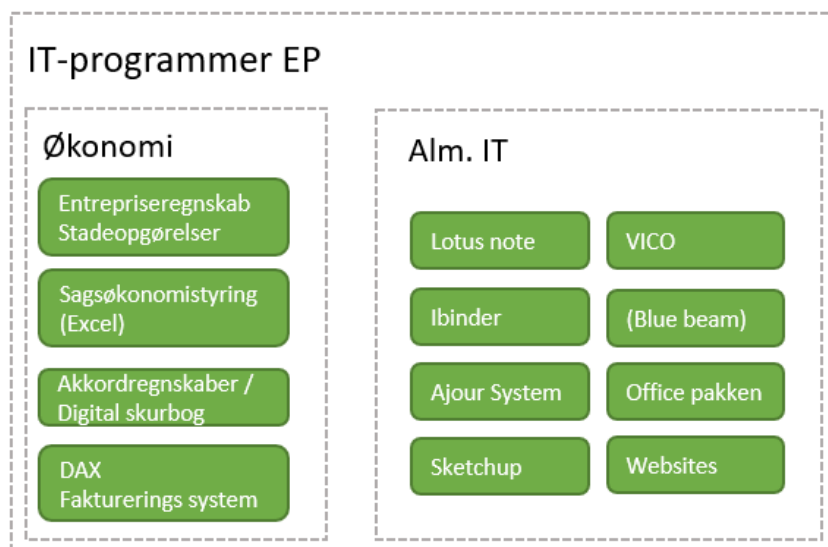
Figur 15 - Timer forbrugt på de forskellige akkorder til og med Q1 i 2019

En anden udfordring i organiseringen er, at flere af virksomhederne arbejder på flere af delentrepriserne på samme tid. Dette vurderer vi som effektivt, da man kan opdele arbejdet alt efter, hvor der er plads, behov eller mulighed for at udføre sit arbejde. F.eks. kan maleren have tørreprocesser i badeværelser i rækkehuse og male i etageblokkenes opgange eller på altanerne.

Entreprisens organisation i relation til implementering af teknologi.

E&P er hovedentreprenør og anvender de digitale værktøjer og processer de allerede har implementeret, på en velindarbejdet måde. Projektets organisering, med henblik på de mange eksterne leverandører, alle med forskellige interne processer, værktøjer og fagområder skaber en meget differentieret praksis, erfaring og vidensniveau ift. en fælles it-anvendelse på pladsen. Videre er der stor forskel på de forskellige entreprisers behov for data (for eksempel tegninger og beskrivelser mm.), ressourcestyring og aktivitetsniveau, gentagelseeffekt osv. Der ses kun ganske få it-krav til E&P's underentreprenører om at anvende fælles platforme til udveksling af information. Dog ses der enkelte eksempler på ensartethed for eksempel Ibinder hvor projektmaterialer forefindes, samt Ajour System, hvor alle ad hoc-opgaver, mangler og kvalitetssikring samles.

Understående figur er en simpel illustration af de mest relevante IT-værktøjer som er har været i anvendelse på projektet. Kun ganske få at IT-værktøjerne anvendes af hele byggeriets værdikæde.



Figur 16 - Figuren viser en skitse af de mest relevante it-værktøjer som er blevet anvendt af E&P på sagen, i.e. E&Ps informationsinfrastruktur

Vi har talt med alle de vigtigste underentreprenører på projektet. De anvender alle forskellige processer og værktøjer til at styre deres informationer. De mest IT-stærke har stabile digitale flows til bl.a. timeregistrering og kommunikation, værktøjs-tracking mm. Hvor de mindst it-anvendende stort set ikke bruger IT, med et eksempel på en mester som ikke ville sende mails, da han aldrig brugte det medie. Der er altså enormt stor spredning når det gælder it anvendelse samt i behovet hos de enkelte entreprenører. Der ses ikke klare forventninger eller kontraktlige forhold fra E&P's side, som foranlediger en højere grad af digitale kompetencer blandt entreprenørens samarbejdspartner. Disse forhold forbedrer ikke projekters opgradering af digitale kompetencer.

Delkonklusion

Forløbet indledes med prøveblokkene der både giver vigtig læring om hvilke dele der skal prioriteres at renovere og hvordan de enkelte delprocesser skal gennemføres. Renoveringen af prøveblokkene bliver mere langtrukket end forudset og leder til blandede vurderinger blandt beboerne. Prøveblokkene er også langt dyrere end forventet.

I forløbet under prøveblokkene og især efter (i forløb1) etableres 'last planner' som et stærkt koordineringsværktøj for processen. Der afholdes fire ugentlige møder og/men niveauet for udført arbejde er på 70-75%.

Hvor E&P under forberedelsen kunne trække på et velindarbejdet team i byggeledelsen, så er starten af forløb 1 præget af udskiftning af pladschefen og noget personale. Hertil kommer så et E&Ps murersjak forlader E&P umiddelbart inden jul 2016. Det hyrede murerfirma har kvalitetsproblemer især med fliser.

Den eksisterende IT-infrastruktur hos E&P er gennemsnitlig for tidspunktet (2016). Underentreprenørerne har derimod et ganske blandet IT-niveau. Der stilles kun begrænsede krav om en fælles IT-infrastruktur.

6.3. Evaluering af VDC processens forløb

Som beskrevet i afsnit 5.2.2 VDC-processen forløb 1 gennemførte repræsentanter for byggeledelsen, E&P, MTH og forskergruppen et forløb fra sommer 2016 frem til august 2017 (umiddelbart inden forløb 2 startede). Denne gruppe kaldes 'arbejdsgruppen' nedenfor. Arbejdsgruppen mødtes med ca. 5 ugers mellemrum fra medio 2016 og frem til primo 2018.

Samarbejdet var præget af, at der blev fremført en række ideer og ønsker fra både byggeledelsen, MTH og forskergruppen. Byggeledelsen vurderede løsningsforslag for løsningsforslag, hvad der kunne have værdi for projektet og det konkrete byggeri. Samtidig sørgede E&Ps repræsentanter for at forslagene blev set i sammenhæng med, hvad E&P i øvrigt lavede på IT siden. Herunder bl.a. forberedelsen af et nyt ERP-system, lokationsbaseret tidsplanlægning og Den Digitale Skurbog er alle eksempler på selvstændige IT-projekter hos entreprenøren.

Det var en præmis ved indførsel af IT var tæt knyttet til læring og at VDC som mål kunne indeholde mange varianter. VDC på Hjortegården var altså mere et puslespil end et stort brag.

Forløbet blev ikke præget af stor vilje til investering og/eller ændringer. E&P følte sig ikke entydigt ansvarlig for at gennemføre IT-implementering i Hjortegården. Det var lejlighedsvis MTH, forskergruppen og Dansk Byggeri der skubbede på for at få taget forskellige initiativer i betragtning. De diskuteret teknologier er her oplistet:

- Beboerinformation som database med tilvalgsskemaer, varslinger; info om huslejustering arbejdstider, film og animationer (automatisering, integration)
- BIM-modeller, visualisering, mængdeudtræk.
- Timeregistrering/Expandit (automatisering, integration)
- Blue Beam (tegningshåndtering)
- GPS Tracking af håndværktøjer
- Appbaseret indkøb af materialer
- Automatiseret/intelligente registreringer, herunder droner

Af disse elementer var det kun Den Digitale Skurbog, der blev implementeret i sommeren 2017. Dette IT-system har været brugt i 7 år af entreprenørens serviceafdeling, og implementeringen var planlagt før indeværende VDC-projekt blev igangsat. De øvrige elementer blev ikke realiseret. Flere af elementerne blev afprøvet i det små, men uden at lede til decideret implementering.

Med tanke på hovedelementer i en mulig VDC-løsning på pladsen var brugen af mængdeudtræk begrænset af, at Revit og AutoCAD modellerne var fragmenterede, ikke eksisterende og af svingende kvalitet. Dette vanskeliggjorde udtrækket og eksperimentet havde meget begrænset karakter, da det blev gennemført.

Et system til håndtering af beboerinformation blev ikke realiseret, men har også mere karakter af en fremtidig udviklingside og – mulighed. Denne ide understreger samtidig at der er specielle processer i et renoveringsprojekt. Det er særlig tydeligt når det gælder beboernes rolle i renoveringsprocessen. Her må VDC varianter/IT-støtten være markant anderledes end i nybyggeri.

Forløbet ledte til meget begrænsede ændringer i processer. Den digitale skurbog kom i anvendelse som timeregistrering for E&P ansatte håndværkere og bygningsarbejdere 5.2.2 VDC-processen forløb 1) og 6.3. Evaluering af VDC processens forløb).

Hele udvælgelsesprocessen var præget af en umiddelbar byggepladsfornuft. Det vil sige at entreprenøren var særdeles selektiv med hvad de ønskede at afprøve. Alt teknologi skulle kunne implementeres nærmest øjeblikkeligt, da man var meget bevidst om egen viden om nye digitale teknologier. Diskussionen endte ofte med: "hvem skal være ansvarshavende", og fordi organisationen selvfølgelig havde ressourcebegrænsninger, blev der ikke taget nogle chancer.

Den største faktor for manglende implementering var manglen på viden og indsigt om nye digitale processer, produkter og metoder. Selvom der var opbakning til at afprøve nye digitale værktøjer fra ledelsen, blev der ikke afsat nye økonomiske ressourcer eller ekstra folk på sagen.

Entreprenøren tænker projektet som en isoleret sag. Der blev sjældent draget erfaringer fra andre projekter, ansatte eller virksomheder, ligesom der ej heller blev tænkt over at man kunne have gavn af de nye teknologier i andre sammenhæng. Dog kunne entreprenørens VDC-specialist, som ikke var tilknyttet projekter, men sad centralt i virksomheden, komme med mange gode inputs om tilsvarende projekter i koncernens regi, som havde erfaring med konkrete værktøjer eller processer. Udfordringen var at, projektledelsen egenhændigt besluttede, hvad de ville afprøve. Fornuften og sikkerheden sejrede over eventyrlysten efter princippet; "man ved hvad man har, men man ved ikke, hvad man får".

I betragtning af alle de møder der blev afholdt og alle de diskussioner som der har været, ses der tydeligt store muligheder for at optimere eller etablere digitale processer og værktøjer på renoveringsopgaver.

Omdrejningspunktet er et andet end i nybyggeri. Det handler mere om informationer, kommunikation og planlægning end 3D modelring og virtuelle analyser mv. Dette renoveringsprojekt havde store udfordringer pga. beboerne bliver i lejlighederne under renoveringsarbejdet. Noget som sjældent er et problem i nybyggeri. Dette skaber behov for et meget nøjagtigt planlægningsarbejde, da beboerne er varslet på forhånd. Derfor har LPS-møderne været et solidt værktøj til at styrke samarbejdet på entrepriserne – men denne type at koordination er også tidskrævende. Nedenfor er der opsat et simpelt regnestykke på den mængde at tid der ca. bruges på LPS-møder:

4 entrepriser med i gennemsnit 8 faggrupper + 2 entreprise-/byggeledere som mødes 2 timer hver uge.

$$(4 \text{ entrepriser} \times 10 \text{ mand} \times 2 \text{ timer} \times 52 \text{ uger} = 4.160 \text{ timer.})$$

Dette er et meget groft og overordnet estimat, men visualiserer at der bruges mange ressourcer på at koordinere på entrepriserne.

Vores deltagelse i LPS-møderne, skabte forståelsen af at man rigtig nok får koordineret og fulgt op på aftaler. Ulempen er at der ofte sidder en række deltagere (typiske formænd), hvor deres repræsentation eller deltagelse ikke er relevant, fordi deres entreprise er mindre eller at de har styr på deres opgaver - ganske få emner vedrører alle de deltagende. Dette skabte i flere tilfælde ukoncentrerede mødedeltagere. Her kunne IT formodentlig hjælpe på den løbende information til faggrupperne på entreprisen. For eksempel ved hjælp af oplysning på de platforme som allerede anvendes på projektet.

Udover LPS-møderne afholdes der daglige morgenmøder for håndværkerne, interne møder hos underentreprenøren, byggeledelsen har interne møder og møder med rådgiverne, bygherre og beboere – og så skal der refereres til de forskellige ledelsesslag i koncernen.

Der syntes altså at være et potentiale i at lave mere transparente, tilgængelige og vel dokumenterede beslutninger og opgavefordelinger – her kunne IT-løsninger potentielt være et af svarene.

6.3.1 Konklusion

Sammenfattende ledte VDC-forløbet til meget begrænsede ændringer i processer, i såvel Hjortegården projektet som i E&P. Den digitale skurbog kom i anvendelse som timeregistrering for E&P ansatte håndværkere og bygningsarbejdere, men resten af mulige VDC-elementer komme ikke i spil. Vi har altså konstateret at et renoveringsprojekt er enormt teknisk og tidsmæssigt krævende på de administrative opgaver, som for eksempel:

- Udsendelse af varslinger til beboerne
- Styring af beboer tilvalg og bestilling af vare
- Fysiske møde med bl.a. håndværkere
- Opfølgning på tidsplaner

Der sås ikke det store behov for BIM-modeller, dette skyldes nok primært at de ikke var lavet af rådgiverne, hvorfor entreprenøren selv skulle konstruere dem, betale for dem og tage ansvar for modellerne.

Mængderne opmåles selvfølgelig, men kunne potentielt automatiseres. Pga. af projektets organisering har mængderne fra BIM ikke været krævet. Når hovedentreprenøren sælger fagentrepriser til eksterne virksomheder, fjernes arbejdet og risikoen for regnefejl fra projektorganisationen og overleveres til de vindende underentreprenører. Der er altså ikke et incitament for hovedentreprenøren i at leverer data til underentreprenørerne. Det vil skabe en ekstra omkostning, pålægge E&P en ekstra risiko og et ekstra ansvar.

Digitalisering af et byggeprojekt kræver overblik og indsigt, i hvor og hvad formålet er med implementeringen af nye værktøjer er. Man skal være bevidst og vidende om det optimeringspotentiale der ligger i en digital 'værktøjskasse'. Vi ser en projektorganisation som tænker ud af boksen på for eksempel arbejdsplatformene til tagarbejdet, hvilket sparede dem for en lang række udgifter til fast facadestillads, men hvor tilsvarende initiativ mangler når det kommer til digitale løsninger. Det er til trods for at der erkendes at der bruges meget tid på for eksempel varslinger, tilvalgslisters mm. hvilket netop kunne være en essentiel IT-leverance.

Den manglende indsigt i digitaliseringens løsninger og potentiale, skaber usikkerhed frem for nysgerrighed. Usikkerhed som bevirker at man ikke er indstillet på at stille (IKT) krav til ens samarbejdspartner og leverandører.

Samtidigt må det erkendes at kompleksiteten i de digitale (VDC) værktøjer er for høj, og at der mangler digital viden i projektledelsen. Dette er en kombination som øger modviljen til ny digitalisering på et projekt som er både afhængig af faste processer, tidsplaner og har en stram økonomisk plan.

Selv om E&P er vokset siden 2010 er IT infrastrukturen stadig begrænset. E&P har som mellemstore entreprenører brug for VDC i eget tempo, hvor implementering mere er et puslespil, hvor man gradvist lægger brikker til infrastrukturen og dermed opnår forbedringer i opgaveløsningen.

Samtidig kan det konstateres at der ikke har været bygherrekrav til afleveringen (for eksempel i IKT-aftalen). Derfor ser byggeledelsen sig ikke nødsaget til at arbejde eller aflevere digitalt.

Det efterfølgende analysearbejde har vist at der er store mængder digitale data i projektet som med en enkel digital strategi kunne have skabt større indsigt i projektets fremtid og performance. Der oparbejdes data på alt fra akkorder til kvalitetssikring på en renoveringssag som denne. Der er altså potentielt et meget stort datagrundlag for at optimere administrationsprocesserne i byggestyringen samt at skabe værdifuld erfaring opsamling.

Der er altså flere forskellige parametre som skal tilpasses for at øge it-parathed.

1. Mere intuitiv IT, så flere kan anvende værktøjerne, uden længerevarende læringsforløb eller erfaring.
2. Bedre oplæring i (fremtidens) digitale byggeprocesser
3. Bedre opbakning fra baglandet (bygherre, rådgiver og koncernen) til at afprøve ny it.
4. IT-parate aftaleforhold i projektorganisationen.
5. Stærkere samspil imellem virksomhedens IT-afdeling og projekterne

6.4 Evaluering byggeprocessens forløb 2

Som beskrevet i afsnit 5 er forløb 2, (se Figur 6 - Oversigtsplan af Hjortegårdens forløb 1 og 2 og etape 1 og 2, samt prøveblokkene. defineret af forskningsprojektet, starter i på de fleste entrepriser i september 2017 og slutter i maj 2018. Forløbet omfatter etageblokkene 1006,1007, 1008, 1009, 1042 og rækkehusblokkene 117, 118,127.

Produktionen bliver gradvist mere stabil over forsommeren 2017 og projektet er i september 2017 præget af en repetitiv produktion som kører næsten rutinemæssigt fremad. Og dette billede fortsætter i hele forløb 2.

E&P øger sin bemanningen på pladsen markant. Dette indebærer alt andet lige en øget udfordring for koordinering og ledelse af især tømrersjakket. Det kræver også ny læring af de folk som er kommet til. Byggeledelsen "forskånes" for yderligere udskiftning på de ledende poster. Især arbejdet med tagene på etageblokkene viser tydelig fremdrift og mindre behov for koordination. Fra uge 4 til uge 15 (april) i 2018, altså slutningen af forløb 2 laves der (kun) fire ugeplaner for tag og gavle på etageblokkene. Og procent/udført ligger stabilt på ca. 89% i LPS-planerne. Altså en selvkørende produktion. Billedet er endnu mere udpræget for tagene på rækkehusene, som afsluttes allerede i januar 2018.

Relativt til den øgede bemanning så er kvalitetsperformance markant forbedret i forløb 2 sammenlignet med forløb 1. Når det gælder badeværelserne i etageblokkene er billedet et lidt andet. Både tids- og kvalitetsmæssig fortsætter denne opgave med at være udfordret. Graden af færdiggørelse af ugeplanerne svinger i oktober, november og december 2017. Ligger dog i et spektrum mellem 74-82% procent/udført foråret 2018 når denne færdiggørelse proces op på væsentligt højere niveau og svinger her mellem 83 og 96%. Opgaven afsluttes dog ikke før juni 2018.

Data fra diverse enheder kan potentielt skabe helt nye indsigter i projekterne.

6.5 Resultater ved afslutningen

I afsnit 6.5 beskrives de fire forskellige former for performance som projektet har produceret. Det vil sige vidensperformance i virksomhederne, bygherre-performance, produktivitet og ejendomsværdi. Der vurderes ud fra et resultatperspektiv efter renoveringsprocessen er gennemført og ud fra de forskellige aktørers forståelse af den værdi projektet har skabt og de omkostninger i bred forstand investeringen har involveret.

6.5.1 Vidensperformance for de deltagende virksomheder

Virksomhedernes produktion af viden, deres vidensperformance vurderes her ved bredt at inddrage udvikling i omsætning, antal ansatte, referenceprojekter og special som mål for viden og kompetence. Det

er de rådgivende ingeniører, Wissenberg, arkitekten Vandkunsten og hovedentreprenøren E&P der vurderes her.

Wissenberg

Wissenberg er en veteran indenfor almennyttigt boligbyggeri. Byggestyring og bygherrerådgivning indenfor området er en kernekompetence. Gyldenrisparken på Amager er et eksempel på et projekt fælles med Vandkunsten. Boliger er derfor et kerneområde, men Wissenberg opererer også på Erhverv, Idræt og kultur, institutioner, plejecentre samt skoler og undervisning.

År	2013	2014	2015	2016	2017
Medarbejdere	49	42	42	55	70
Omsætning (t.kr.)	50.10	45.57	51.97	74.78	81.77
Resultat			1.853	5.267	3.693
Egenkapital(t.kr.)		3.398	4.451	8.42	13.2

Tabel 1 - Nøgletal for Wissenberg (kilder hjemmeside, STD 2014, 2015, proff.dk 2018, Wissenberg hjemmeside 2018, 2019, STD 2014, 2015)

I Hjortegården blev der projekteret frem til 2017 på tre områder: VVS med Revit, EL med Revit og konstruktion med 2D Autodesk

Wissenberg oplevede en markant fremgang i omsætning og ansatte fra 2014- 2018 (projektering overstået i 2017) (kilde årsregnskab). I 2014 fik Wissenberg opgaven i Hjortegården sammen med Vandkunsten. De to vandt næsten samtidig det større renoveringsprojekt Albertslund Syd.

Nye renoveringsprojekter vundet efter Hjortegården er Blåkildegård (2018). Wissenberg har også vundet opgaver indenfor nybyggeri af almene boliger. IT-anvendelsen vurderes at følge gennemsnittet i rådgiverbranchen. I forbindelse med væksten fra 2016-2018 har Wissenberg styrket deres IT-organisation ved at udpege tre IKT-ansvarlige i tre forskellige afdelinger Konstruktion, Byggestyring og VVS & Klima.

Vandkunsten

Vandkunstens har både oplevet vækst og tilbagegang i perioden 2014-2018. I tabellen ses omsætning og ansatte fra 2014- 2018, projekteringen af Hjortegården påbegyndtes i 2015 og var færdig i 2017. Der blev anvendt Revit Architecture.

År	2013	2014	2015	2016	2017
Medarbejdere	35	35	75	45	75
Omsætning (t.kr.)		36.100	58.600	58.600	
Resultat (t.kr.)	40.649	1.000	4.017	3.599	3.712
Egenkapital(t.kr.)			5.334	7.932	9.844

Tabel 2- Nøgletal for Vandkunsten (kilder hjemmeside, STD 2014, 2015, proff.dk)

Vandkunsten havde gennemført et større renoveringsprojekt indenfor almennyttigt boligbyggeri i perioden 2004- 2014 (Gyldenrisparken), altså umiddelbart inden man i 2014 fik opgaven i Hjortegården. På næsten samme tid vandt Vandkunsten sammen med Wissenberg renoveringsprojektet Albertslund Syd.

Vandkunsten har desuden i en lang periode tegnet nybygninger indenfor almennyttigt boligbyggeri og har

markeret sig med både industrielt byggeri (Boklok tidlig 2000, Gyldenstensparken 2016) og bæredygtigt byggeri indenfor området, herunder cirkulær bæredygtighed.

Der er ikke umiddelbart kommet flere nye renoveringsprojekter til indenfor almennyttigt boligbyggeri.

IT-anvendelsen var i 2014 langt fremme, idet man anvendte Revit, på samme niveau som andre af de mere avancerede tegnestuer på det tidspunkt. Flere konkurrenter indenfor almennyttigt byggeri var fortsat mere på en AutoCAD platform (Jensen 2011).

Vandkunsten var prækvalificeret og budgiver til FSB's samlede udbud i strategisk partnerskab, men ikke vinder. Det kan vurderes at Hjortegården projektet har bidraget til Vandkunstens vækst og styrket deres position på det almene byggeri marked. Projektet har også styrket Vandkunstens kompetencer indenfor BIM, selvom potentialet for denne kompetenceudvikling var større end hvad der faktisk blev udviklet, jævnfør de tidligere arbejder med BIM og IKT-aftale i 2014.

E&P

E&P er en del af MTH-koncernen, men offentliggør egne regnskabstal på sin hjemmeside. Bedømt ud fra disse tal er E&P den 16 største entreprenører i Danmark (Finans.dk, 2018). Omsætning og ansatte fra 2013-2017 fremgår af tabellen. Renoveringen af Hjortegården foregår i 2018 og fortsætter i 2019. E&P oplevede en stor fremgang fra 2013 til 2014 både i omsætning og medarbejdere. Hjortegården bidrog til fastholdelsen af dette niveau i 2015. Omsætningen steg igen markant fra 2017 til 2019.

År	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Medarbejdere	425	523	526	566	576	700
Omsætning (t.kr.)	1 379 236	1 636 806	1 596 918	1 627 556	1 691 976	2.262.393
Resultat (t.kr.)	40.649	37.391	74.834	65.279	58.473	-7.569
Egenkapital(t.kr.)				217.138	215.611	198.042

Tabel 3 - Nøgletal E&P (kilde årsregnskab/website/proff.dk)

Specialer og kompetencer (som angivet på hjemmesiden):

- Renovering
- Nybyggeri
- Ombygning
- Skadeservice
- Bygningsvedligehold
- Restaurering

E&P har både før Hjortegården vundet og gennemført en serie renoveringsprojekter som; Brøndby Nord, Brøndby Strand, Husumvold mfl. Og efter Hjortegården vundet nye renoveringsprojekter som eksempel Gellerupparken. Lundevænget og Trust.

I division Vest var de store renoveringer af Urbanplanen (2009-2012) og Vapnagård (2012-2015) en vigtig kilde til opbygning af kompetencen. Vapnagård lå umiddelbart inden Hjortegården og hele byggeledelsen blev overført derfra. Men også når det gælder tilbudsgivning og andre opgaver placeret i hovedkvarteret var der en kontinuitet i opbygning af kompetencer. Man kan notere sig at den tidlige tilbudsgivning i Hjortegården indebar at E&P tog en betydelig risiko, noget som kunne lade sig gøre pga. af den opbyggede kompetence.

Efter Hjortegården var vundet og igangsat vandt E&P sammen med de øvrige parter i Team Trust i 2017 partnerskabsaftalen med Københavns Kommune om gennemførelse af byggesager over de kommende 4 år. Teamet består af E&P A/S, KANT Arkitekter, Nøhr & Sigsgaard, DOMINIA, Norconsult og GHB Arkitekter. Sagen har en værdi af 2,3 mia. fordelt over hele rammeaftalens løbetid. Vandkunsten og Wissenberg er altså ikke med her. På tilsvarende måde vandt E&P i marts 2019 en strategisk aftale med KAB i milliardklassen. Her var Vandkunsten og Wissenberg heller ikke med.

Uanset at Hjortegården først formelt afsluttes i foråret 2019 har sagen altså bidraget til at styrke E&Ps kompetencer og brand på markedet for renovering af almennyttigt boligbyggeri. Dette marked ligger på et stabilt højt niveau og sikrer E&P en langsigtet tilstedeværelse som partner for de almene boligselskaber med bl.a. renoveringsopgaver. Herunder er en opstilling af afsluttede renoveringssager per år ifølge byggeskedefonden:

År	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Antal	186	248	251	286	286	123

Tabel 4 - Afsluttede renoveringssager pr. år. (byggeskedefonden.dk 2019)

E&P har været i stand til at vinde store opgaver og i stigende omfang.

E&P er en del af MTH-koncernen, men offentliggør egne regnskabstal på sin hjemmeside. Bedømt ud fra disse tal er E&P den 16 største entreprenører i Danmark (Finans.dk, 2018)

Delkonklusion

Da Hjortegårdprojektet startede for de tre hovedfirmaer (2014), var de alle mellemstore spillere i markedet for nybyggeri og renovering af almene boliger. Hjortegården har givet et betydeligt tilskud til virksomhedernes kompetencer målt på omsætning, antal ansatte, og udviklede kompetencer og specialer. Især E&P har kunnet bygge på en portefølje af projekter, hvor Hjortegården indgik, og udvikle sine kompetencer indenfor renovering af almennyttigt boligbyggeri.

6.5.2 Bygherreperformance

Byggesagen opstod i 2012 fordi Landsbyggefonden var ude og inspicere byggeriet. Der har været store problemer med skimmelvækst i badeværelserne på grund af en konstruktionsfejl. Efterfølgende gik der nogle år, hvor Landsbyggefonden behandler sagen for at finde ud af, hvor mange penge projektet kunne få tilført. Der har altså helt i udgangspunktet været en opbakning til bygherren om at gennemføre et projekt. Målsætninger og værdiparametre i den almene boligsektor er desuden specielle sammenlignet med det private marked. Lejernes/beboernes indflydelse er institutionaliseret i boligselskabsformen, der indebærer et non profit set up med statsstøtte og formaliseret beboerindflydelse.

De tre niveauer i bygherrens organisation 3B, boligforeningen 3B, Hjortegårdens afdelingsbestyrelse og byggeudvalg samt beboerne:

- Beboerne
- Afdelingsbestyrelse og byggeudvalg
- Boligselskab

3B håndterer byggesagen er i udgangspunktet som et sædvanligt renoveringsprojekt; For at støtte dette og for at støtte beboerne i processen bliver der placeret en lokal repræsentant på pladsen fra underrådgiveren til Vandkunsten - Kuben Management - til at indgå i renoveringsprocessen med fokus på relationen til

beboerne. De lokale repræsentanter for 3B er ofte centrale for at tydeliggøre indholdet i mulige beslutninger for bestyrelsen og beboere. Samtidig er det dog også klart at den central bygherreorganisation baserer sig på tæt samarbejde med rådgiverne. I dette samarbejde er der gode intentioner og også vilje til at prøve løsninger både arkitektonisk funktionelt og i renoveringsprocessen.

Der er to processer der falder sammen i 2016: Prøveblokkene i Hjortegården forløber ikke som forventet og der sker udskiftning i 3Bs centrale bygherreorganisation. Intentionen med prøveblokkene var blandt andet at opnå en stærk fælles læring og en styrkelse af samarbejdet – men det blev derimod en komplicerende proces både for renoveringsprojektets indhold og for relationen til beboerne (fremtidssikringhjortegården.dk (1), 2018).

Udskiftningen af både den lokale repræsentant og den ansvarlige i 3B for sagen indebar et kursskifte, hvor bygherreorganisationen orienterede sig mere mod beboerne og også forsøgte at indtage en ledende rolle ift. rådgivere og entreprenører. Men den efterfølgende proces indeholdt store udfordringer for den centrale bygherreorganisation. Det oplevedes som om rådgiverne havde undervurderet variationen i byggeriet og at entreprenørerne ikke magtede at gennemføre en præcis varslingsproces og samtidig fik betydelige kvalitetsproblemer i flisemurnes arbejde. Hertil kom så afdelingsbestyrelsens byggeudvalg blev mere aktivt kritisk ift. renoveringen end tidligere (3B, 2018).

Håndteringen af vanskelige beboere opfattes af den centrale bygherreorganisation som en nødvendig kompetence. Man skal håndtere, hvad der vurderes at være et stort tavst flertal, måske cirka 20% aktive beboere og 5 % vanskelige beboere. Dette mønster er også tydeligt i Hjortegården vurderes det. Men vanskelighederne bliver ganske omfattende for den centrale organisation og overbelaster den.

Den centrale bygherre vurderer at projektet har givet Hjortegården et løft. Men kvalitetsproblemerne knyttet til badeværelsernes fliser og dropningen af ventilationsanlæg for etageblokkene fremstår som afgørende elementer, der reducerer den oplevede værdi.

Beboernes oplevelse

I dette afsnit behandles beboernes forståelse for renoveringens forbedringer, den kvalitet arbejdet bliver afleveret i og byggeprocessens daglige påvirkning af beboerne. Vi undersøger beboernes oplevelse af byggeprocessen og de nyrenoverede bygningers kvalitet. Beboerne oplever byggesagen som en del af deres hverdag. De besluttede tidligt i processen at de ønskede at bo i lejlighederne mens de blev renoveret og de havde deres daglige gang på byggepladsen med alt hvad det indebærer. Dette er helt centralt at undersøge, for at få præciseret renoveringens værdiforøgelse for beboerne. Afsnittet tager udgangspunkt i de interviews vi har lavet med beboerne, byggeudvalget og boligselskabet samt en spørgeskemaundersøgelse.

Det almene boligselskab har et beboerdemokrati, hvor man har dannet et byggeudvalg i tilknytning til afdelingsbestyrelsen. De har i samarbejde med 3B og deres tilknyttede rådgivere besluttet hvilke områder der trængte mest til istandsættelse, udover de arbejder Landsbyggefonden støtter.

Det er 3B der har det formelle ansvar med at kommunikerer med beboerne, og det er også 3B beboerkoordinatorer der har den daglige omgang med beboerhenvendelser. Alligevel ses både rådgivere og håndværkere som kommunikerende med beboerne, da de har den daglige men mere uformelle samtale med personer i de lejligheder de renoverer.

Beboerne har igennem byggeudvalget haft indflydelse på hvilke forbedringer deres boliger trængte mest til. Der blev afholdt 4 beboermøder, hvor de blev sat i grupper for at udarbejde deres ønsker til udearealer og

alle andre områder i projektet. Når deres mening er gjort til kende for 3B, overtager 3B opgaven med at planlægge og renovere byggeriet - sammen med deres rådgivere.

Beboerne har kunnet vælge mellem forskellige løsninger i projektet. Løsningerne er struktureret på såkaldte 'tilvalgsskemaer' og er blevet udfyldt og afleveret på papir til 3B's beboerkoordinator, som har videregivet dem til byggeafdelingen hos boligselskabet som har håndteret lejekontrakter og udfyldt bestilling til rådgiverne, som har tjekket bestillingen og oversendt den til E&P.

Nogen tilvalg har kostet ekstra penge, som bliver lagt til huslejen over de næste 30 år.

Der er flere forskellige grupper af beboere. En stor gruppe bor i lejligheder i etageblokke. En anden bor i rækkehus og en tredje bor i ungdomsboliger. Det er både beboerne og renoveringsprojektets aktørers opfattelse at rækkehusene har været svære (for entreprenørerne) at lave, fordi de er mere komplekse og fordi at renoveringen er dybere. Der er små stridigheder blandt beboerne i hhv. rækkehus og etageblokkene. Det bunder formentlig i at rækkehusene får mere arbejde udført end etageblokkene (ventilationsanlægget, Landsbyggefonden støtter mere), så beboerne i etageblokkene føler de får mindre for deres penge, da huslejestigningen er ens for alle.

Det er en dyb renovering som stort set foregår i alle boligens rum. Til trods herfor er det beboerne selv (via et beboermøde), der har fravalgt genhusning under byggeforløbet. Der er dog flere, i alt cirka 90, af beboerne der for eksempel af helbredsmæssige årsager har været genhuset under renoveringen af deres badeværelser. Byggeudvalget har fået indrettet nogle sovestuer som kan benyttes, hvis beboere for eksempel har natarbejde og har brug for ro i dagtimerne.

Prøveblokkene

Renoveringssagen blev planlagt med opsamling af en praktisk erfaringsgrundlag, inden man fastlåste hele projektets rammer. Derfor blev der i 2016 udført to prøveblokke en etageblok og en rækkehusblok. Processen kritiseres ret voldsomt af beboerne (fremtidssikringhjortegården.dk (2), 2018). Metoden medførte ret voldsomme budgetoverskridelser og havde meget store konsekvenser for de mennesker der boede i husene da forløbet varede meget lang tid. Der manglede information om hvornår arbejdet blev afsluttet, hvilket hverken 3B eller entreprenøren af gode grunde ikke kunne give, fordi det var en prøverenovering.

Efter prøveblokken blev projektet rekonfigureret og man valgte at udtage flere af renoveringens entrepriser. Det mest markante var varmegenvindingsanlægget i etageblokkene.

Varmegenvindingsanlægget var prissat til 47 mio. kr. penge som var et solidarisk lån fra et realkreditinstitut. Efterfølgende er dette beløb ikke blevet refunderet. Derfor opstår der en modstandsgruppe som er anført af ganske få beboere. De påstår at pengene bliver brugt til andre opgaver i budgettet, uden de er blevet informeret om det. Disse ganske få beboere skaber stort røre på projektet og sætter sig på meget af beboerkoordinatorens tid under sagens forløb.

Vi har interviewet denne person, hvor netop den førnævnte sag fylder meget, så meget, at der blev klaget til kommunen og der er blevet søgt aktindsigt til Landsbyggefonden. Processen har skabt en kløft mellem de to grupper, hvor Facebook er blevet deres slagmark. Der opstår i kølevandet på denne utilfredshed en mistillid til byggesagen for den nævnte beboergruppe. Der forsøges at opildne og dermed mobiliserer flere beboere til at være skeptiske over for byggesagen.

Denne undersøgelse har ikke til formål at konkludere noget vedr. ovenstående. Men vi kan blot konstatere at denne type sager, indikerer der er grund til utilfredshed blandt enkelte beboergrupper på byggesagen. Det

ville være ønskeligt at vi havde talt med endnu flere beboere for at få en dybere indsigt i flertallets oplevelse og holdning til sagen.

Renoveringens set fra beboerens perspektiv

Generelt set er beboerne opdelt i to grupper. Dem der er for renoveringsprojektet, og de beboere som er modstandere af renoveringsprojektet.

Der er forskellige grader af de to kategorier. Vi har valgt at tale med de to fløjes repræsentanter via et semistruktureret interview, et spørgeskema og vi har også haft uformelle samtaler med andre beboere. Vi fulgt renoveringssagens Facebook gruppe, for at holde os orienteret og velinformeret. Facebook gruppen bliver i høj grad brugt til vidensdeling om sagen, fører saglige diskussioner og få svar på spørgsmål om bygesagen, men ofte bliver der distribueret negativ information om fejl, mangler og dårlige oplevelser. Det er nogle meget konkrete ting som ofte skaber frustrationer. For eksempel manglende parkeringspladser fordi arealet bruges til containere og byggematerialer. Håndteringen af affald og byggematerialer skaber frustration for beboerne som mener det roder.

Den gruppe der er kritisk, kommer til orde i en spørgeskemaundersøgelse, som forskningsprojekt gennemførte, der dækker 39 beboere som frivilligt svarede på et spørgeskema lagt op på Hjortegårdens Facebookside. Et typisk svar ser således ud:

Spørgsmål: I hvor høj grad er du tilfreds med de renoverede dele i projektet? Her spørger vi ind til de enkelte renoverede dele i byggeriet. Ift. det arkitektoniske udtryk eller de nye altaner svare ca. halvdelen at de er positive eller meget positive over resultatet. Værre ser det ud når der spørges ind til de indvendige forbedringer som for eksempel emhætte. Her svarer op imod 80 % at de ikke er tilfredse. Når der spørges ind til den generelle kvalitet, er det ca. 2/3 dele der er utilfredse om beboernes oplevelse af byggeriet (Koch & Larsen, 2019).

Dette signal om utilfredshed stemmer overens med den centrale bygherres vurdering i den forstand at kun cirka 5% af beboerne har været meget utilfredse, mens andre har man stort set kun været i direkte kontakt med via beboermøder. Man kan antage, at det er de få meget kritiske der svarer på spørgeskema, mens mange af de cirka 300 som er blevet registreret i bygherrens interne system fordi der har været små eller store issues med deres lejligheder synes at have været mere tilfredse (interview 3B, 2019).

Badeværelserne nævnes hyppigt som problemfyldte. Byggeudvalget og den centrale bygherre har i perioder været utilfredse med flisearbejdets kvalitet. Der er både mindre fejl, men også større fejl hvor gulvene har bagfald. Beboerne har forskellige forventninger til arbejdet da nogle beboere for eksempel har haft deres egen bolig før, hvor de selv har kunne bestemme materialevalg. Dette er en medvirkende faktor til utilfredshed blandt nogle beboere. Men når badeværelserne er færdige og afleveret, er det indtrykket at beboerne er generelt tilfredse med produktet de har modtaget. De syntes det er dejlige og pæne badeværelser (BeboerInterview, 2018 (2)). Det er altså mest selve byggeprocessen beboerne finder problematisk og er kritiske overfor.

Et andet problem er emhætterne i rækkehusene som i nogen tilfælde ikke virker optimalt. Før de kom på varmegenvindingsanlægget, virkede de godt, men nu oplever nogle beboere at der er mados i hele huset når der steges.

Fejl og mangler har fyldt meget og udbedringsprocessen har ikke været så god. Mange fejl bliver skubbet til 1 års gennemgang og det er meget svært for beboerne at forstå. Det er generelt svært at forstå hvorfor

tingene tager så lang tid og hvorfor der er så mange forskellige håndværkere der skal ind. 3B har da også prioriteret at informere om dette på projektets hjemmeside.

Der var under projektopstarten en del forsinkelser på dele af arbejdet. Nogle forsinkelser har en naturlig årsag og andre virker, set fra beboernes synspunkt, som ting der kunne have været undgået via bedre planlægning eller forberedelse. Men der er konstant synlige forbedringer på processen jo længere byggeriet skrider frem. En interviewet beboer er meget overrasket over den meget skarpe tidsplanstyring (Beborinterview, 2018 (1)).

Det nævnes ofte af beboerne, at den manglende beboerinformation har skabt løse rygter, som har skabt mistillid til 3B og byggeledelsen, selvom det er 3B der selv har forpligtelsen for kommunikation med beboerne. Dette ses som et stort problem. Der er uklarheder om alt fra huslejestigningerne til mulige budgetoverskridelser og materialevalg. Det er tydeligt at manglende kommunikation er et udbredt problem.

Ved hver start af en ny blok i renoveringsprojektet blev der afholdt informationsmøde. 3B, E&P's projektledere, rådgiverne og byggeudvalget fra boligforeningen var repræsenteret. På møderne brugtes cirka en time på at gennemgå, hvad beboerne kunne forvente og hvordan de skulle forholde sig til de mange udfordringer. Herefter anvendtes minimum en time, hvor beboerne kunne stille spørgsmål. 3B vurderede at beboerne var meget tilfredse med møderne. Møderne blev afholdt som aftenmøder for at sikre at arbejdende beboere kunne deltage. Invitation blev håndomdelt til alle beboere af hensyn til dem som ikke er digitale. Der var dog mange af beboere som udeblev fra disse møder. I starten var fremmødet på få procent, men fra medio 2017 oplevede 3B at det begyndte at rygtes, at infomøderne var gode og der kom flere - særligt beboerne i rækkehusene var godt repræsenteret (3B interview) 2019.

Men, der efterlyses informationsmateriale som korte film der viser forløbet i visuelle sekvenser. Der er mange beboere som ikke læser breve, derfor undrer det de interviewede beboere at boligselskabet ikke har været bedre til at kommunikere på alternative måde med beboerne. Der foreslås bl.a. film med instruktioner om hvordan beboeren skal forholde sig når håndværkerne kommer ind.

Der har ligeledes været en del forvirring om de tilvalg beboerne har kunne foretage bl.a. forskellige materialetyper. Boligforeningen har åbnet en udstilling med aftenåbent, hvor man fysisk har kunne se og mærke produkterne og tage stilling til de individuelle materialevalg. Desværre har beboerne ikke fået brugt muligheden tilstrækkeligt fortæller de interviewede beboere selv. Tilvalgene skulle tages lang tid før renoveringen skulle i gang. Derfor har det virket en anelse abstrakt at tage stilling til tilvalgene fortæller de interviewede beboere. Flere beboere nævner at tilvalgene var for få, eller de ville have haft noget andre muligheder, som en af beboerne forklarer problemet; *"når de får tilbudt chokolade, vil de have haft grønsager. Men fornemmelsen af at få lov at vælge, giver en form for ejerfornemmelser, som kan medvirke til at man passer bedre på tingene"* (Beborinterview, 2018 (1)).

Der er generelt positive holdninger til muligheden om at kunne foretage tilvalg, beboerne syntes der er dejlig man kan få sit personlige præg i de renoverede rum.

Hver gang entreprenøren skal ind i boligen, skal beboerne varsles. Der er 3 måneders varslinger, 14 dages varslinger og 3 dages varslinger. Der har været flere eksempler på varslingerne er kommet for sent. Det er et problem da beboerne har ret til at blive varslet og det også har betydning for beboeren som skal rydde lejligheden. Der er også en grad af mentalt forberedelsesproces for beboeren forbundet med disse varslinger. Alle varslinger er printet på papir og det foreslås af flere beboere, at varslingerne med fordel kunne digitaliseres. I så fald ville man skulle fortsætte med at informere på flere måder, da digitalisering

ville udelukke nogen beboere. Omvendt ville man måske hurtigere og effektivere når de som kan modtage digital information.

Byggepladsens påvirkning

Flere af beboerne mener det har været meget hårdt at leve midt i renoveringsprojektet (Koch & Larsen, 2019). Særlige de mere negative beboer og særligt de der har boet i prøveblokkene syntes det har været "umenneskeligt" (BeboerInterview, 2018 (2)). Beboer som har fået renoveret badeværelserne har haft tilknyttede badevogne og tørklosetter mens istandsættelsen var i gang. Det betyder de skal ned i gården og tage bad og have sit tørkloset stående på et på værelse i ens hus. Børnefamilierne med blebørn har også været udfordret, da de ikke har haft bade faciliteter i lejlighederne. Det nævnes også at området har været meget rodet og bl.a. er fundet knivblade rundt om stilladserne, som børn eller dyr kunne skære sig på.

Dog er det ikke kun negative historier de interviewede beboere fortæller. Der tales i positive vendinger om en form for fællesskabsfølelse når beboerne mødtes i badevognene. Beboerne fik talt med folk de ikke plejede at tale med og de havde et fælles projekt at samles om. Beboerne kunne altså samles om de fællesudfordringer der har været i forbindelse med byggesagen, og det kan også have haft positive sociale konsekvenser (Beboerinterview, 2018 (1)).

En beboer, der har boet i området i ca. 28 år, fortæller flere slemme historier om kriminaliteten som før renoveringens startede, var en del af hverdagen i området. Bøller der kørte stærkt på knallert, indbrud og decideret skyderier har fundet sted. Der har holdt stationære politibiler i området, for et skabe tryghed. Dette problem er blevet forbedret under byggesagens forløb. Pt. er der ingen problemer med indbrud eller uro i området, det er som om der er for meget aktivitet og lys i områderne til de kriminelle syntes det er behageligt at være her fortæller en af de interviewede beboere. Områderne i bebyggelsen har været plaget af forskellige former for kriminalitet. Det er ikke alle der oplever den samme utryghed i området, med der er enighed om, at tingenes tilstand er blevet forbedret i forbindelse med byggesagen (BeboerInterview, 2018 (2)).

Huslejestigninger

Generelt er beboerne meget i tvivl om, hvor meget deres husleje forhøjes (Koch & Larsen, 2019). En af beboere fortæller at de betaler ca. 6.500 kr. md. for en 3-værelses lejlighed på ca. 78 m². I forbindelse med renoveringen stiger huslejen, men det er uklart hvor meget de stiger. Beboeren tænker meget på, hvor meget huslejen kommer op på efter istandsættelsen (BeboerInterview, 2018 (2)).

Når man taler med byggeudvalget, fortæller de at landsbyggefonden garanterer for der ikke kommer huslejestigninger udover de 10 kr. pr. m² pr. md som er blevet meldt ud. Men beboernes bevidsthed om netop dette emne, virker til at være meget blandet.

Det er svært at konkludere om beboerne er utilstrækkeligt informeret om helt centrale ting som huslejestigninger, eller om der personer som spreder forkerte historier for eksempel via sociale medier som får lov at florere blandt beboerne.

Østeuropæiske arbejdere

Beboerne ytrede kritik af de østeuropæiske håndværkere som igennem hovedentreprenøren har været tilknyttet som underentreprenører. De har udført flisearbejde af dårlig kvalitet. Efter flere klager bliver østeuropæerne sat af pladsen i løbet af 2017 og der bliver ansat andre håndværkere (tyske), som var meget bedre, ifølge de interviewede beboere. Beboerne fortæller at der har været stor mistillid til de

østeuropæiske håndværkere fordi de leveret en dårlig kvalitet. Kritikken lyder også på at de ikke kunne forstå dansk (BeboerInterview, 2018 (2)). Der blev også rejst spørgsmålstegn ved om østeuropæerne arbejdede legalt. Både 3B og E&P iværksatte advokatundersøgelser der konkluderede at østeuropæerne arbejdede som selvstændige arbejdsgivere og at prisen på det fakturerede arbejde ikke kunne karakteriseres som uforholdsmæssigt lav.

De interviewede personer mener, at det har haft indflydelse på den mistillid, har været mod byggesagen. Efter de tyske håndværkere blev ansat har de interviewede personer kun rosende ord at fortælle om finishen og håndværkernes ageren på byggesagen. De fortæller indlevende om det gode stykke arbejde der bliver udført og at fejlene er faldet markant på flisearbejdet.

Ud over enkelte dårlige eksempler er der generelt har beboerne haft en rigtig behagelig omgangstone med håndværkerne som roses for deres venlighed (Beboerinterview 2018).

Den arkitektoniske værdi

Området har i forbindelse med renoveringen gennemgået en forholdsvis stor arkitektonisk ændring. Det er primært altanerne, gavle og de nye opgangsfacader på etageblokkene som synligt har ændret blokkenes arkitektoniske udtryk. Blandt beboerne er der stor forskel på holdningen til blokkenes nye arkitektoniske udseende. Nogen mener at de nye glasfacader i opgangsarealerne er grimme og ikke passer til et byggeri fra 1975 og at altanerne ligner stækasser (hvilket er negativt), hvor mod andre syntes det har løftet området enormt, og at man har fremtidssikret området præcis som planen var.

Nogen beboere mener at kunne se folk er mere glade når de benytter fællesarealerne. Forvandlingen bliver også forklaret som; *"at den fysiske renovering også renoverer det psykiske blandt beboerne"*.

Rådgiverne kritiseres for ikke at rådgive beboerne, men køre deres eget løb. Helt fra start har de forsøgt at få meget specielle ændringer igennem. Bl.a. græs på taget som ville koste rigtig mange penge. Til sidst blev beboerne nødt til at "slå i bordet" for at bremse de "smarte løsninger" (beboerinterview). Der er generelt en skepsis fra beboerne og byggeudvalget mod rådgiverne. Beboerne og byggeudvalget syntes ikke at rådgiverteamet er på deres side. Der er stor respekt for entreprenøren, hvor de føler de bliver hørt, men rådgiverne skal hele tiden fortælles at der er 3 parter 3B, entreprenøren og rådgiver på byggesagen.

3B har ikke været rustet til at håndtere en så stor byggesag fortæller en af beboerne. Derfor er der blevet tilkoblet et nyt initiativ som på bl.a. Hjortegården, hvor man opsamler erfaring til fremtidige byggesager, og vil lave en form for vejledning til kommende byggesager. Et af de emner boligselskabet kommer til at have stort fokus på i fremtiden er bedre kommunikationen med beboerne.

Energi og bæredygtighed

Som det blev noteret i afsnit 6.1.1. var energi og miljøkrav ikke prioriteret af bygherre. Hjortegården blev projekteret på bygningsreglementets krav på daværende tidspunkt (2015-2016) og projektet er ikke projekteret til at gå udover de eksisterende krav. Teknologisk Instituts gennemførte målinger på blok 1001, efter renoveringen, der problematiserer om de ønskede energiforbedringer ift bygningsreglementet er opnået (Nielsen 2018).

Et bredere bæredygtighedsperspektiv var ikke oprindeligt mobiliseret selvom renoveringen kunne forbindes med social bæredygtighed og håndtering af områdets ghettotendenser. Koblingen bliver etableret af nogle beboere og af 3B, men er ikke systematisk fulgt op.

Delkonklusion bygherre og beboer performance

Der har blandt de personer der har været interviewet været meget spredte holdninger til renoveringens output, proces og håndtering fra byggesagens parter. Ser vi på beboernes Facebook gruppe, gør det samme sig gældende. Vi ser dog et ret markant 'tavst flertal' som ikke ytrer sig. Området huser mange familier i over 900 lejligheder og Facebook gruppen har (kun) 436 medlemmer. Gruppen er styret af en af kritikerne, hvorfor det vurderes at være talerør for en mindre kritisk gruppe.

Der har været klaget både til 3B, Herlev kommune og E&P om en række forskellige forhold, hvoraf nogle klager formentlig kommer fra meget kritiske beboere, mens andre kommer fra mere jævnt aktive beboere. Det er vanskeligt at konkludere, hvor meget tilfredshed eller utilfredshed der har været, men klagerne, aktiviteten på Facebook m.m. viser at der har været utilfredshed med byggesagen, blot vides der ikke om hvor bredt forankret denne holdning er.

Rådgiverne anklages for at vejlede beboerne og boligselskabet på en problematisk måde, hvilket bl.a. kom til syne da projektet på tagkonstruktionen ikke blev græs, men eternitplader for at spare penge. Beboerne føler at rådgivere ikke er tilstrækkeligt engageret i deres behov, økonomiske situation og ønsker.

Beboerne får derfor mistillid til systemet omkring byggesagen, til trods for de selv har været en stor del i beslutningsprocessen igennem beboerdemokratiet. Beboerne har selv besluttet at de ønsker at blive boende i lejlighederne under arbejdet, og netop denne faktor (at bo midt i renoveringsarbejdet), vurderes at have haft store konsekvenser for den mistillid og negative påvirkning beboerne har oplevet i de ca. 2 måneder, arbejdet med badeværelserne har foregået i lejlighederne.

Når beboerne spørges ind til de nye løsninger fokuseres der på de mange små fejl under afleveringen, men spørges der mere generelt ind til for eksempel det arkitektoniske udtryk og om lejlighederne er blevet mere attraktive efter arbejdets færdiggørelse, svarer selv de mest kritiske personer positivt på spørgsmålet (Beboerinterview 2018 (1),(2),(3))

6.5.3 Projektets samlede økonomi (Budget analyse)

Der er løbende blevet forsøgt at opsamle økonomiopgørelser fra entreprenøren. Det har i midlertidigt været svært at få lov til at få adgang til disse data, da de selvsagt er følsomme oplysninger for byggesagens aktører.

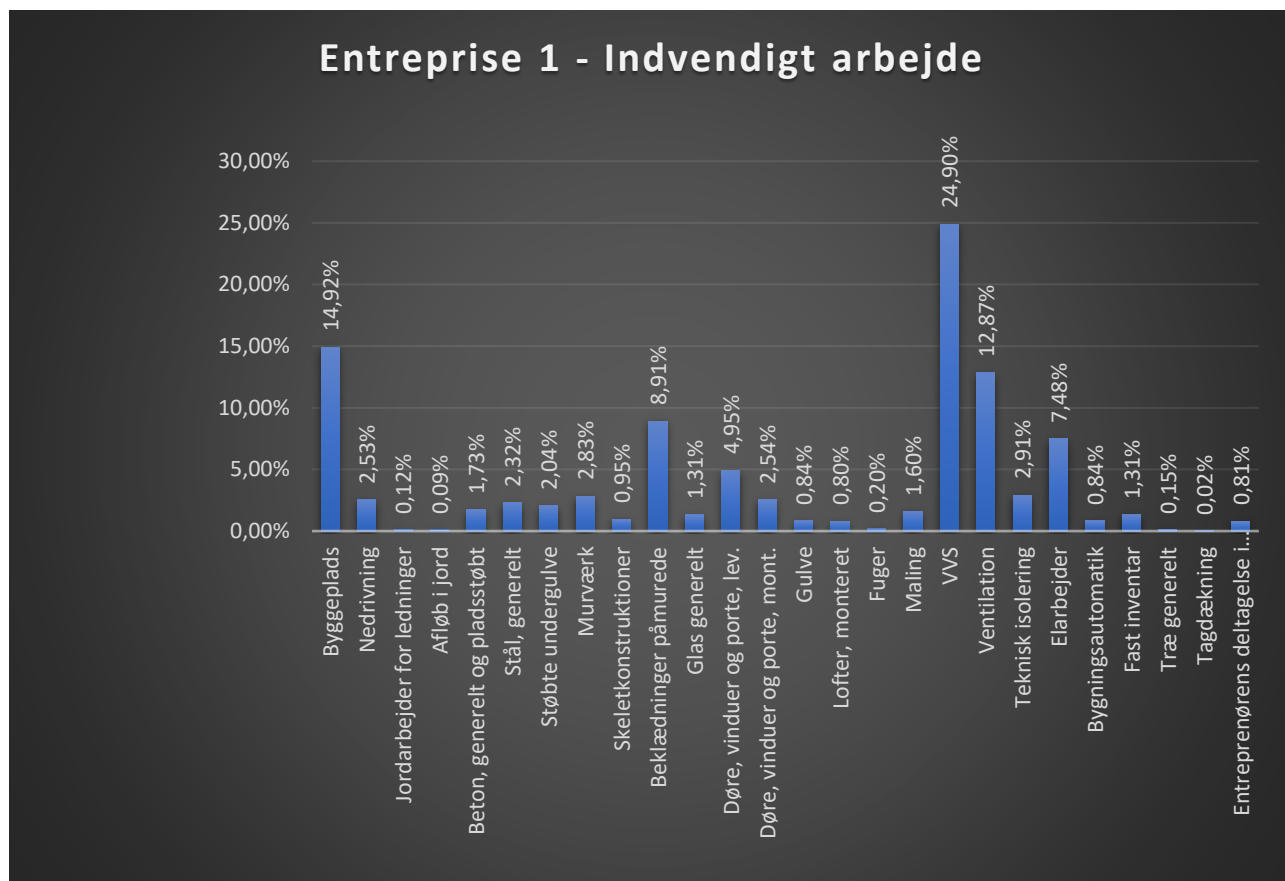
Der har været store udsving i entreprisepriserne og der er lavet en del ekstraarbejde på sagen. Der er ligeledes, skåret store udgifter af det oprindelige budget bl.a. ventilationsanlæg i etageblokkene, det grønne tag mm.

Entreprenøren har haft en tilfredsstillende dækningsgrad på forløb 1 og 2, og etape 2, men der har også været store økonomiske tab bl.a. fordi byggeriet lå stille mellem prøveblokkene (uanset ekstra vederlag til entreprenøren for dette) og start på forløb 1, da der skulle laves sparerunder.

Vi ville gerne have sammenholdt de oprindelige budgetterede udgifter på byggesagen med de realiserede fordi: 1) Der er opstået helt nye entrepriser i projektet. 2) Det er relevant at spørge om entreprenøren har holdt sig inden for rammebeløbet. 3) Er der sket ændringer i budgettet, som betyder at entreprisens

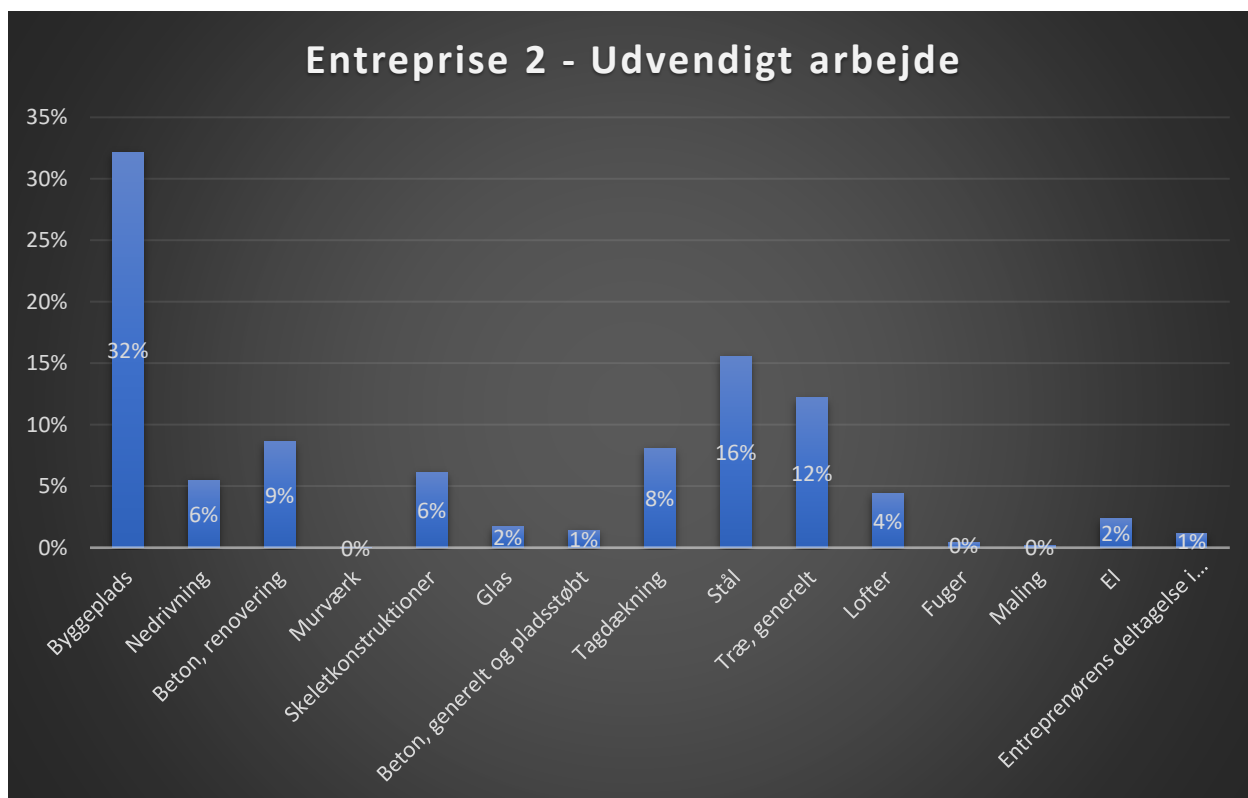
størrelse er vokset. Disse forhold kan potentielt have haft indflydelse på vores performancemålinger. Vi ved at det er sket, men kender ikke det nøjagtige økonomiske omfang.

Budgetanalysen baser sig altså derfor udelukkende på understående budgetter og vægtning af projektarbejder. Grafen viser de samlede udgifter til hhv. storentreprise 1 og 2, som oprindeligt dækkede hhv. badeværelser (indvendigt arbejde) til 90 mio. kr. og klimaskærm (udvendigt arbejde) 180 mio. kr.



Figur 17 - Procentvis størrelse på entrepriserne på de indvendige arbejder iht. tilbudslisterne-

Denne graf viser den procentuelle fordeling mellem de forskellige budgetposter som der oprindeligt var budgetteret med. Disse procentsatser har vi senere brugt til at sammenholde med det antal fejl der er konstateret på de forskellige entrepriser under byggesagen. Men primært er de vist for at skabe indsigt i de forskellige arbejder som blev prissat af entreprenøren i tilbudsfasen.



Figur 18 - Procentvis størrelse på entrepriserne på de udvendige arbejder iht. tilbudslisterne under udbud

Udover ovenstående projektbudget, har der været en lang række individuelle tilvalg. Altså optioner som beboerne har kunne til/fravælge. Tilvalg som er alt fra større altan til andre vandhaner og sågar en krog i loftet på altanen. Optionerne er prissat og bliver lagt til beboernes øvrige husleje, og er lavet på baggrund af ønsker fra beboerne.

Ekstraarbejderne på sagen fordeler sig på omkring 15 % planlagte ekstraarbejder og cirka 20 % uforudsete ekstraarbejder. Herudover ved vi at prøveblokkene (etageblok 1005 og rækkehusblok 116) har kostet rundt regnet 50 mio. kr. at lave (se også figur 19 nedenfor). Ifølge entreprenøren har brugen af prøveblokke ikke været en god forretning. Det har været en meget dyrt købt erfaring for alle parter i projektet.

Prøveblokkene har kostet 4 gange så meget pr. m² som resten af byggeriet. Dette rejser spørgsmålet om den anstrengelse, der er lagt på den praktiske læring i prøveblokken, giver den bedste og mest rentable løsning?

Spørgsmål der rejser sig, er for eksempel, havde bygherre, rådgivere, entreprenører og ikke mindst beboerne opnået større værdi, ved at planlægge- og registrere eksisterende forhold mere nøjagtigt? En konsekvens ved at lave prøveblokkene blev også at byggeriet stod stille i op imod 6 mdr. efter prøveblokkene var afsluttet. Bygherren og beboerne var tvunget til at finde en økonomisk bæredygtig løsning på resten af byggeriet. Der blev taget flere vigtige ting ud af projektet for eksempel ventilationssystemet i etageblokkene, fordi der skulle spares penge. Desuden har der været byggepladsdrift, lønninger og manglende produktion i venteperioden. Denne venteperiode har kostet bygherren ventepenge som er blevet betalt til entreprenøren, dog et beløb som ikke passer med de reelle omkostninger der har været ved at projektet blev forsinket, ifølge entreprenøren. Nedenstående regnestykke viser udgifter pr. m² til hhv. prøveblok og resten af forløb 1 og

2 samlet.

	M2	Pris	Pris pr. m2
Prøveblokke i %	9,7%	38,7%	397%
Prøveblokke	3.787	50 mio.	13.203 kr.
Forløb 1 og 2	38.828	129 mio.	3.322 kr.

Figur 19 - Analysen af økonomien på prøveblokkene er forbundet med en vis usikkerhed, som primært skyldes den realiserede økonomi på forløb 1 og 2, ikke er kendt for os. Dog konstateres det at prøveblokken - og den valgte metode - har haft meget store økonomiske konsekvenser

I disse analyser er prøveblokken dog ikke medtaget. Hvilket skyldes at det har været et separat projekt som også har haft sin egen økonomi. Men det ville være interessant at undersøge nærmere om forholdet mellem mere nøjagtige forregistreringer og den praktiske tilgang til at tilegne sig viden via prøveblokkene står mål med den økonomiske omkostning der har været. Desuden mener vi også at man kunne overveje om prøveblokkene med fordel kunne have været en prøveopgang i stedet for. Altså betydeligt mindre i omfang.

6.6 Analyse på entreprisernes fremdrift

I det følgende gennemgås målingerne af produktivitet på de vigtigste virksomheder på først etageblokkene og derefter rækkehusene. Produktiviteten er målt på tid og ressourcer.

Analysen er adskilt i forløb 1 og forløb 2 og etape 2, fordi vi er interesseret i at se ændringer i performance mellem de forskellige forløb. Der måles på de normale fremdriftsforbedringer eller stigende performance som følge af at projektets aktører bliver mere erfarne og rutinerede i deres arbejde - vi inddrager altså den læring som projektteamet får i forbindelse med gentagelserne.

Analysen gennemføres på basis af LPS-planers aktiviteter, produktionsmøder, akkord regnskaber og fejlregistreringer.

E&P's akkordregnskaber skaber sammenhæng i analysen mellem timeforbruget på egenproduktionen, med antallet af afsluttede aktiviteter fra LPS-planerne. Akkordregnskaberne viser isoleret timeopgørelsen på de aktiviteter som E&P selv har udført på de enkelte virksomheder. Der er en statistisk usikkerhed forbundet med bl.a. E&P's arbejdsmænd, som har udført aktiviteter på flere virksomheder på samme regnskab – derfor er arbejdsmændene akkorder ikke medtaget i analysen.

Kvalitetssikringsregistreringer er inddraget for at få indsigt i egenkontrollens omfang, og for at få indblik i sammenhængen mellem mængden af kvalitetssikringsregistreringer og de aktiviteter, den bemanning der har været og bygningens størrelse. 'Mangler' som er fejl registreret under afleveringen byggeriet, er inddraget for at sammenholde antallet med bemanningen, aktiviteterne og bygningens størrelse. Analysen er udført pr. entrepriseområde, hvor antallet af mængder (for eksempel enheder, kvadratmeter eller løbende meter) sammenholdes med fremdriften, timeforbruget og fejlraten på virksomheden.

Produktionsmøderne viser hvor mange personer der har været på pladsen, med ca. 14 dages interval. Disse informationer er sammenholdt med ovenforstående datakilder i analyserne.

Analysen på virksomhedens arbejder er baseret på LPS-planerne, hvor entreprenøren med en uges mellemrum, har planlagt aktiviteter minutløst.

LPS-planerne er centrale i vores undersøgelse fordi alle aktiviteterne ses i et struktureret tidsskema. Det vigtige data som viser udførelsen af byggeriet uge for uge i hele perioden. LPS-planerne viser byggeprocessen, uden hensyntagen til eksternaliteter for eksempel; ferie, sygdom, vejrlig eller forsinkelser fra relaterede opgaver. LPS-planerne leverer helt centrale oplysninger, som vi ikke har været mulige at få fra andre kilder. Resultaterne i analysen er baseret på de aktiviteter, som har været anført i LSP-planen. LPS-planerne er af E&P blevet brugt, som et kommunikationsværktøj til at holde beboerne orienteret om byggeprocessen – LPS-planer er blevet offentligt gjort på Hjortegårdens hjemmeside, som styrende tidsplan, således at beboerne har kunne følge det planlagte arbejde på virksomhedens aktiviteter. En visning af disse planer kan ses herunder:

10941

HJORTEGÅRDEN - TAG & GAVLE ETAPE 1

UGEPLAN

Dato

3. januar 2017

Enemærke & Petersen a/s

1 AKTIVITET

2 VARSLING

3 FRIDAG

4 FERIE

F. Færdigt arbejde

UGEPLAN UGE

1

PPU UGE

0

88%

BEMÆRKNINGER

UDFØRT JA=1 NEJ=0

Opfølgning

ETAPE	BLOK	OPG. / PLAC.	AKTIVITET	ANSVARLIG	1				2				3				4			
				VIRKSOMHED	MEDARBEJDER	T	O	T	F	M	T	O	T	F	M	T	O	T	F	M
1	1001	1	Hjortegården ETAPE 1																	
1	1001		Blok 1001																	
1	1001		Nedtagning af byggestrøm til platforme	E&P-BYG	EPLA)															
1	1002		Blok 1002																	
1	1002		Byggeplads																	
1	1002		Gavle																	
1	1002		Tag																	
1	1002		Parterrepartier og Altaner																	
1	1002		Montering af altanbrystninger	EP-TØMRER	LEIF/ANDERS															
1	1002		Aptering af ny altanbrystning	EP-TØMRER	LEIF/ANDERS															
1	1002		Gulv på altan	EP-TØMRER	LEIF/ANDERS															
1	1002		Byggeplads																	
1	1003		Blok 1003																	
1	1003		Byggeplads																	
1	1003		Gavle																	
1	1003		Grave for gavle under jord	E&P-BYG	EPSP															
1	1003		Gavlbelægning under jord	E&P-TØMRER	EPLJ															
1	1003		Tag																	
1	1003		Parterrepartier og Altaner																	
1	1003		Demontering af EL parterrepartier	FRANSEN EL	MAX															
1	1003		Demontering af VVS parterrepartier	RIBE VVS	MICHAEL															
1	1003		Udtagning af parterrepartier	HOCKERUP	NICOLAI															
1	1003		Isætning af nye parterrepartier	EP-TØMRER	JESPER															
1	1003		Aptering af parterrepartier	EP-TØMRER	JESPER															
1	1003		Fugning																	
1	1003		Byggeplads																	

Figur 20 - Udklip af en vilkårlig LPS-plan fra tag- og gavltreprise. 'Last planner system' (LPS) har været entreprenørens centrale planlægnings- og kommunikationsmetode til at koordinere og planlægge aktiviteter mellem håndværkerne, beboerne og Projektledelsen.

Alle reelle aktiviteter i LPS-planen er medtaget i analysen og ligger til grund for arbejdernes tidsmæssige varighed. Generelt er alle byggepladsforanstaltninger som for eksempel etablering og nedtagning af arbejdsplatforme, tømning af container samt andre aktiviteter som omhandler byggepladsforanstaltninger ikke inkluderet i analysen. Disse aktiviteter vurderes som misvisende for entreprisens konkrete produktionsflow og beboernes direkte påvirkning i deres bolig.

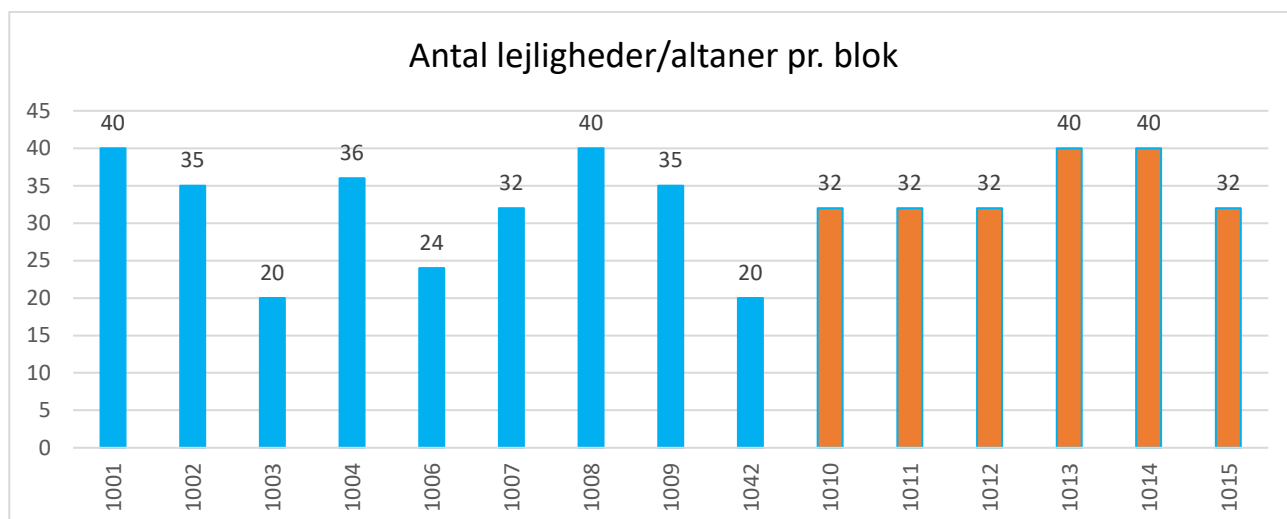
LPS-planerne fortæller opgavens længde fra første konkrete byggeopgave på de forskellige entrepriser til arbejdet er færdigudført. Udgangspunktet for analysens resultat er en fast kæde af opgaver, som er afsluttet for at entreprisen betragtes som afsluttet i denne analyse.

Dette performancerationale er baseret på, at man som bygherre kan betragte arbejdet afsluttet når alle aktiviteter er afsluttet på en entreprise. For beboere den endelige aflevering også skæringsdatoen, hvor deres hjem igen er bragt tilbage til normalen.

6.6.1 Etageblokkes udvendige arbejder

Delprojekterne altaner, tage, facadepartier og gavle er administreret af hovedentreprenøren og udført med en blanding af egenproduktion og underentreprenører. Dette afsnit analyserer etageblokkes udvendige arbejder.

De fire omtalte entrepriser har været det visuelle/arkitektoniske mest forandrende arbejde i projektet. E&P er blevet skiftet på alle etageblokkene. Parterrepartierne er glasfacader, hvor man har niveaufri adgang til kælderrummene på etageblokkene. I disse rum har beboerne værksteder, opmagasinering, klubhuse mm. I analysen tages antal altaner der er udskiftet pr. blok i betragtning, for at opnå et gennemsnit. Disse tal er repræsenteret herunder på figur 22:



Figur 21 - Søjlediagrammet viser antal lejligheder og dermed også antallet af altaner pr. blok. De blå er etape 1 (forløb 1+2) og de orange er etape 2

Altaner er skiftet for at give beboerne mere plads og forlænge udesæsonen for beboerne bl.a. med et nye glasdørssystem som kan afskærme for vejret. Samtidigt får bygningerne et mere moderne arkitektonisk udtryk på facaderne som arkitektens konkurrenceforslag viser på billedet herunder, desuden bliver der beplantet med slyngplanter og blomster (Vandkunsten , 2013). Gavlene skiftes for at minimere varmespildet og give de store betongavle et friskt og grønt udtryk.



Figur 22 - Udklip fra arkitektforslaget, hvor man tydeligt ser beplantningen er et centralt element (Vandkunsten , 2013)

Generelt ligger arkitekterne stor vægt på at skabe et grønt miljø og område. I forslaget var der også indtænkt levende grønne tage og nyttehaver mm. (Vandkunsten , 2013). Senere blev der ændret lidt på de grønne ambitioner, hvor bl.a. de grønne tage måtte trækkes ud af projektet for at reducere omkostningerne. Men altaner og gavle og udenomsarealer er i høj grad udført som projekteret, som de faktiske fotos også illustrere herunder.



Figur 23 - billederne viser arbejderne på gavle, altaner og tages faktiske forhold og under og efter udførelsen af renoveringen

6.6.1.1 Analyse af altan og parterreparti

Beboerne har individuelt haft mulighed for at vælge om deres personlige altaner skulle udvides. Ligeledes har de haft mulighed for at tilvælge klima-glasvægge, så altanen har en længere årlig anvendelsestid. Altanerne er lavet fra mobillifte så der er ikke brugt stillads. Udskiftningen har derfor ikke haft specielt stor indflydelse på beboernes hverdag. Hvilket har fremmet mobiliteten, fordi arbejdet har kunne planlægges uafhængigt af andre entrepriser, men med en tæt relation til udskiftningen af parterrepartierne.

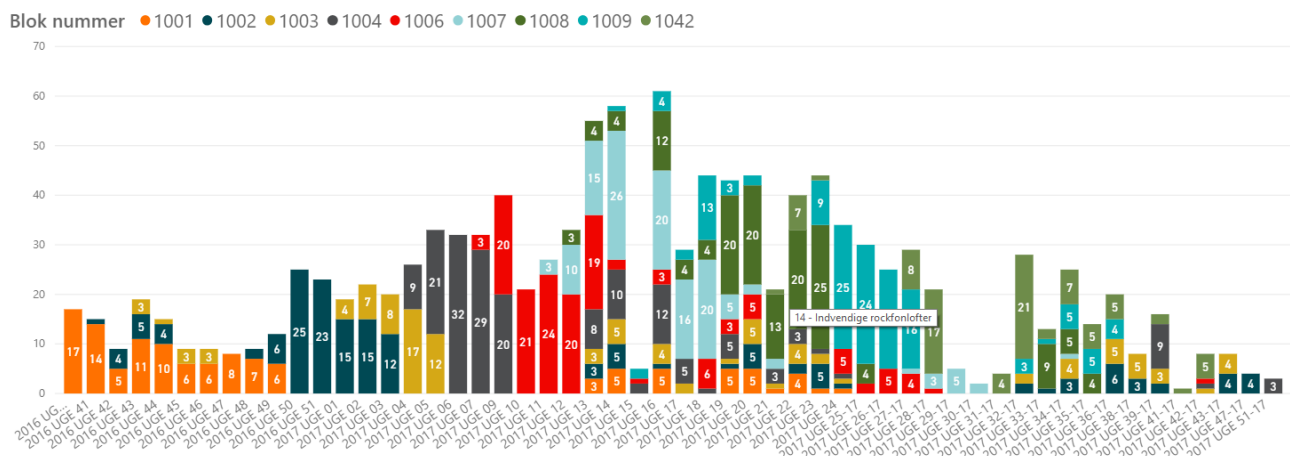
Vi har analyseret på montagetiden på altanerne i næste del af analysen. Figur 24 viser de forskellige antallet af aktiviteter som analysen er baseret på. Aktiviteter er oplistet for at illustrer, hvor ofte aktiviteterne fremtræder på LPS-plan og for at anskueliggøre det store omfang af forskellige aktiviteter udskiftningen af altaner indeholder. E&P's interne håndværkere har haft ansvaret for ca. 80% af alle aktiviteter som vedrører altaner og parterre.

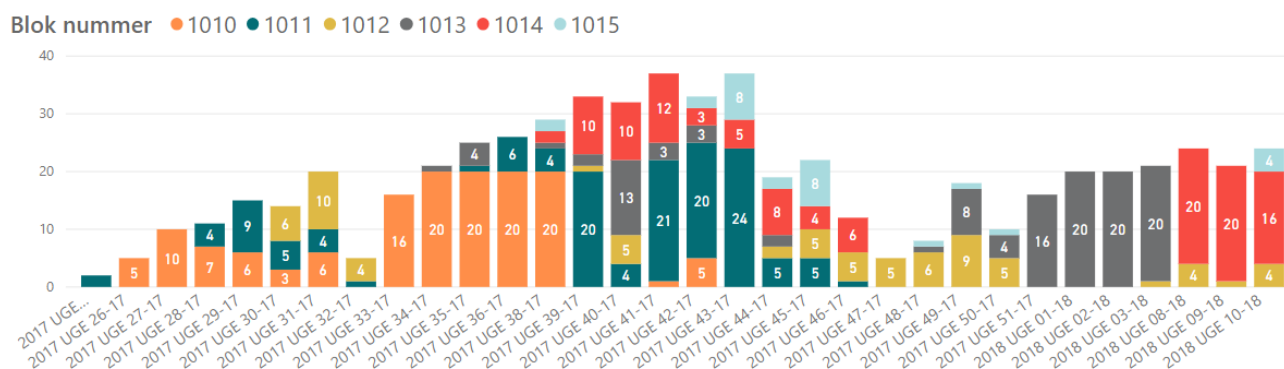
Aptering af ny altanbrystning	50
Gulv på altan	50
Montering af altanbrystninger	50
Demontering af altanbrystning	45
Aptering af parterrepartier	34
Isætning af nye parterrepartier	27
Fugning	22
Demontering af EL parterrepartier	20
Demontering af VVS parterrepartier	19
Udtagning af parterrepartier	18
Altanudskiftning	7
Montage af glasfoldedøre - 15 stk.	7
Nedtagning af halvtage parterreside	7
Altanarbejder A-Z	6
Montage af glasfoldedøre - 10 stk.	6
Sanering af altanbrystninger	6
Ilmodbaånd på parterrepartier	4
Mangelgennemgang udvendig/indvendig fugning	4
Fugning - parterre	3
Indvendig fugning	3
Montage af glasfoldedøre - 13 stk.	3
Montage af glasfoldedøre - 7 stk.	3
Montage af glasfoldedøre - 17 stk.	3
Demontage af glasfoldedøre - 10 stk.	2
Demontage af lamper under halvtage altansiden	2
Fugning udvendig og indvendig	2
Montage af glasfoldedøre - 20 stk.	2
Montage af glasfoldedøre - 8 stk.	2
Montage af glasfoldedøre - 4 stk.	2

Figur 24 - Illustrationen viser et udsnit af de aktiviteter som er registreret på parterre- og altanentreprisens LPS-plan. Der er i alt 34 forskellige aktiviteter, hvilket er relativt mange i forholdet til den relative afgrænsede opgave, som montage af altaner er. Dette indikerer at LPS-planer er blevet brugt flittigt som et aktivt værktøj til detalplanlægning af opgavekæden på entreprisen.

Analysen har til formål er at finde entreprisens tidsmæssige længde fra start til slut, baseret på aktiviteternes afslutning pr. blok. Og sammenholde dette med E&P's interne produktions akkordregnskab, med henblik på at kunne måle produktivetsforbedringer over tid på projektets separate entrepriser.

Figur 25 herunder, viser aktiviteterne fordelt pr. etageblok fra ultimo 2016 til primo 2018. Blokkene har hver deres farve og søjlerne er fordelt pr. ugeinterval på X-aksen. Y-aksen viser antallet af aktiviteter pr. uge. Første illustration viser etape 1 (herunder forløb 1+2) og anden illustration viser forløb 2.





Figur 25 - Aktiviteter pr. uge på højblokkene ifb. med udskiftning af altaner. Øverste vises etape 1 og nederste etape 2.

De sammenhængende farvede søjler er de primære aktiviteter, så som nedrivningen og montagearbejder mm. De mindre og mere spredte aktiviteter/søjler, som typisk ses efter de primære aktiviteter (de høje sammenhængende søjler), er for eksempel malingsarbejder, montage af glasfoldedøre på altanen og færdigmeldinger af arbejdet. Disse afsluttende aktiviteter er uafhængige opgaver, som kan udføres uden tilknytning til de primære aktiviteter, som for eksempel montage af altanen.

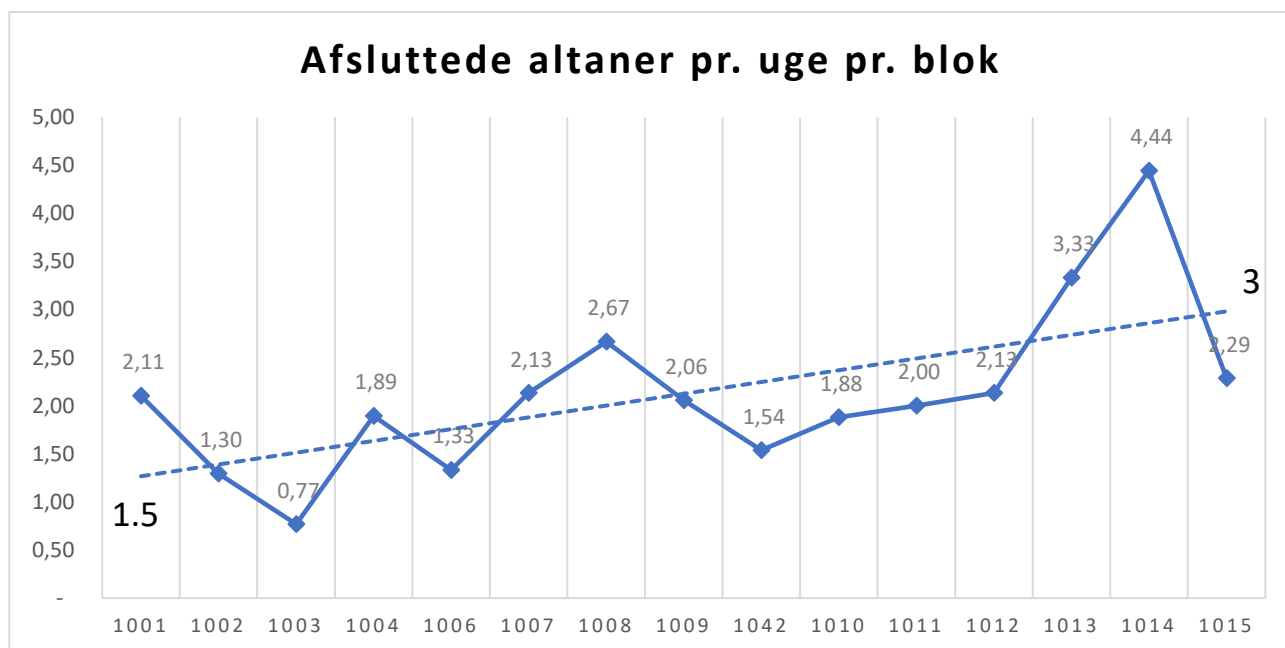
Figur 25 viser et fragmenteret billede af aktiviteterne, hvor det er svært at fastslå, hvor lang tid entreprisen konkret har taget på de respektive etageblokke. Aktiviteterne/søjlerne er sprædt over mange uger, hvorfor der ikke er en entydig sammenhæng i kæden af aktiviteter.

Forklaringen på dette kan for eksempel være, at malerarbejdet kan ikke udføres i koldt, varmt eller vådt vejr - hvorfor aktiviteterne af gode grunde kan have spredt sig over længere tid. Derfor må vi konstatere at disse aktiviteter giver et uklart billede af fremdriften. Men vi kan konkludere, at der har været et kontinuerligt fremdriftsforløb. Der er sammenhæng i de primære aktiviteter, hvilket indikerer at entreprisen har kørt i faste taktslag.

Hvis tiden fra opstart til afslutning optælles, men de enkeltstående maleropgaver som er afhængig af vejrmæssige forhold fratrækkes, er opgaverne med altaner og parterre (set som én enhed), et resultat på at der blev udført flere enheder pr. uge pr. blok, i slutningen end der gør i starten af renoveringsopgaven. Hvorfor vi konstaterer at der har været procesforbedringer i entreprisens udførsel over tid.

Ovenstående analyser har vi sammenholdt i med antallet af altaner pr. blok for at få et gennemsnit for antallet af afsluttede enheder pr. blok pr. uge.

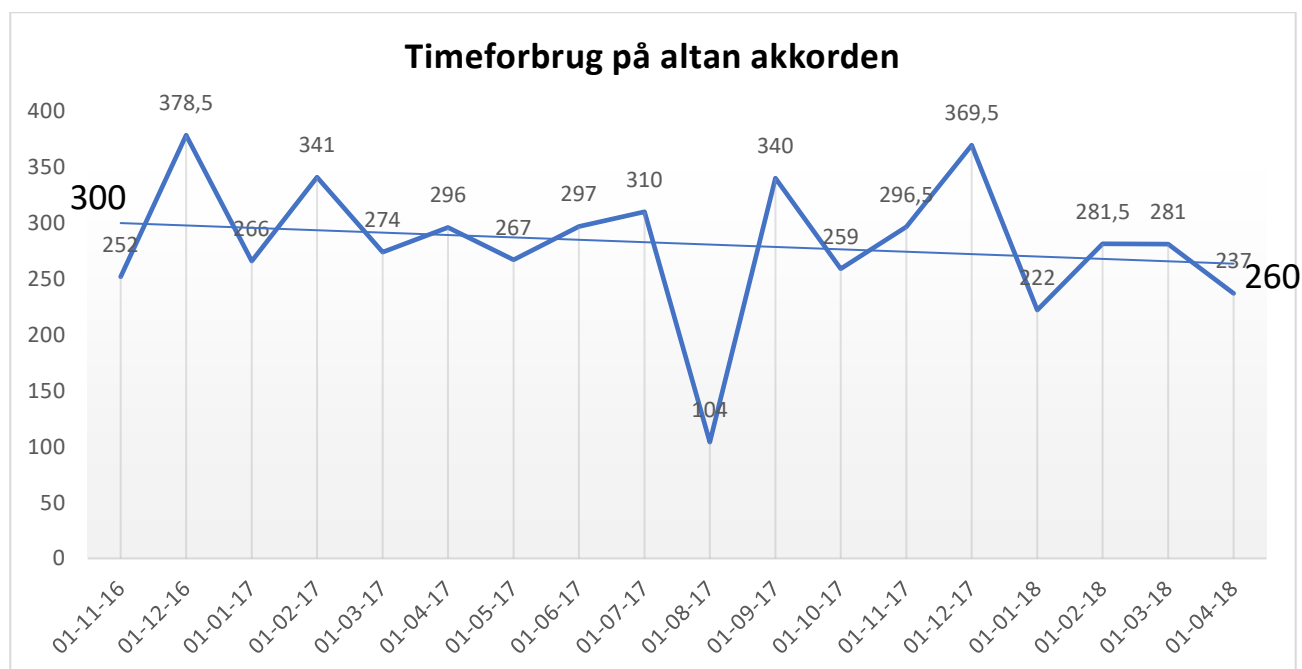
I Figur 26 fortæller den lineære regression os gennemsnittet af afsluttet altaner pr. uge - vist pr blok. I blok 1001 afsluttes der altså 4,44 lejligheder pr. uge og i 1003 afsluttes der 0,77 lejligheder pr uge.



Figur 26 - Grafen viser antal af afsluttede altaner pr. blok pr. uge. Der er lavet en lineær regression, som viser at der i starten i gennemsnit er udført 1.5 altaner pr. uge pr. blok og i slutningen 3 pr. uge pr. blok.

Figur 26 viser at der er en progression på 100 procent i antallet af afsluttede aktiviteter fra start til slut. Dette er et overbevisende resultat for at vise entreprisens forbedrede performance på antal afsluttede altaner pr. blok.

Når entreprenørens altanakkordregnskab analyseres i figur 28 viser det et faldende timeforbrug. Antallet af timer svarende til et fald i timeforbruget på 15,4 %.



Figur 27 - Antallet af timer forbrugt af hovedentreprenørens egenproduktion pr. uge, til altan og parterreentreprisen.

Resultatet fra Figur 27 styrker resultatet fra Figur 26 om performanceforbedring, da E&P's håndværkere har brugt færre timer i sidste del af entreprisen. Sammenholdes det med det øgede antal afsluttede altaner, viser det en tydelig produktivitetsforbedring på entreprisen, på 131%. Resultaterne sammenholdes i opsamlingen i afsnittet diskussion.

6.6.1.2 Analyse på gavle i etageblokkene

Aktiviteter som udgør gavlprojektets arbejde, omfatter en mindre antal af forskellige arbejdsopgaver, som for eksempel isolering under jord, lodret isolering og beklædning af gavl. Arbejdet hænger sammen med tagentreprisen, fordi arbejdet foregår fra de samme arbejdsplatforme som tagarbejdet bruger.

Der er to gavle pr. blok og både arealet og antallet af de udskiftede gavle pr. højblok det samme uanset hvilke blokke der renoveres. Gavlarbejdet har fulgt tagentreprisens tidsplan, da de samme stilladser har været benyttet. Det kan dog konkluderes at arbejdet har haft en meget lang periode fra opgavestart til afslutning, hvorfor performancen har været svær at måle eller sammenholde fra blok til blok.

Figur 28 viser som i forrige afsnit de forskellige aktiviteter som er indeholdt i entreprisen. I alt er det 33 forskellige aktiviteter indeholdt i entreprisen. Herunder kan rækken af aktiviteter ses, hvor de mest hyppige er øverst.

Aktivitet	Count of Uge
Gavlbeklædning	49
Grave for gavl under jord	20
Rådgiver gennemgang og godkendelse	20
Montering af Red-Air system	18
Montering af Kebony	16
Gavlbeklædning under jord	7
Montering af Red-Air system på nederste del af gavl	7
Montering af terrænsbatts	6
Blok 1001 Gavl Vest	5
Blok 1003 Gavl Vest	5
Gavle over jord - færdiggørelse	5
Blok 1001 Gavl Øst	4
Blok 1003 Gavl Øst	4
Gavle over - færdiggørelse	4
Gavle under jord - færdiggørelse	4
Montering af terrænsbatts på nederste del af gavl	4
Blok 1002 Gavl Vest	3
Gavle over jord	3
Montering af Kebony vandret og lodret	3
Montering af terrænsbatts	3
Montering af terrænsbatts på nederste del af gavl	3
Blok 1002 Gavl Øst	2
Blok 1004 Gavl Nord	2
Gavlbeklædning over jord	2
Gavle over/under jord - færdiggørelse	2
Montering af Kebony på nederste del af gavl	2
Tilfyldning af grus	2

Figur 28 - Illustrationen til venstre viser fordelingen af antallet af aktiviteter på gavlene pr. uge. Tal og aktiviteter er udtræk fra LPS-planerne.

Aktiviteterne på gavlentreprisen er fordelt over 3 år. Aktiviteterne er flest i 2017, opgavekæden er meget fragmenteret og aktiviteterne strækker sig over en længere periode. Dette gør resultatet uklart, hvorfor selve grafen ikke vises eller medtages i indeværende analyse. Vi ved der har været mange mindre arbejder i

og under jorden i forbindelse med arbejdet på gavlene, som kan have forudsagt disse lange afslutningsperioder.

6.6.1.3 Analyse af tage på etageblokkene

Tagentreprise har været genstand for forskellige forsøg på procesoptimering bl.a. ved hjælp af bedre byggepladsforhold.

I forbindelse med udførelsen af prøveblokken stillede entreprenøren stillads rundt om hele blokken for at kunne renovere gavlene og tagene på projektet. Stilladset var en stor udgift, som ikke skabte en forholdsmæssig stor værdi ifølge projektledelsen. Projektledelsen undersøgte derfor muligheden for at bruge mekaniske arbejdsplatforme for at reducere udgifterne til materiel og opsætningstid samt at mindske generne for beboerne, som herved ikke fik dækket deres vinduer med stilladser.

Tagentreprise på etageblokke er derfor udført ved hjælp af arbejdsplatforme, som i øvrigt er en af de første tagentreprise i Danmark der er blevet godkendt af arbeidstilsynet med denne type af stillads. Ændringen har ifølge projektledelse øget produktiviteten markant.



Figur 29 - Billeder af tagentreprise på etageblokkene og arbejdsplatformene

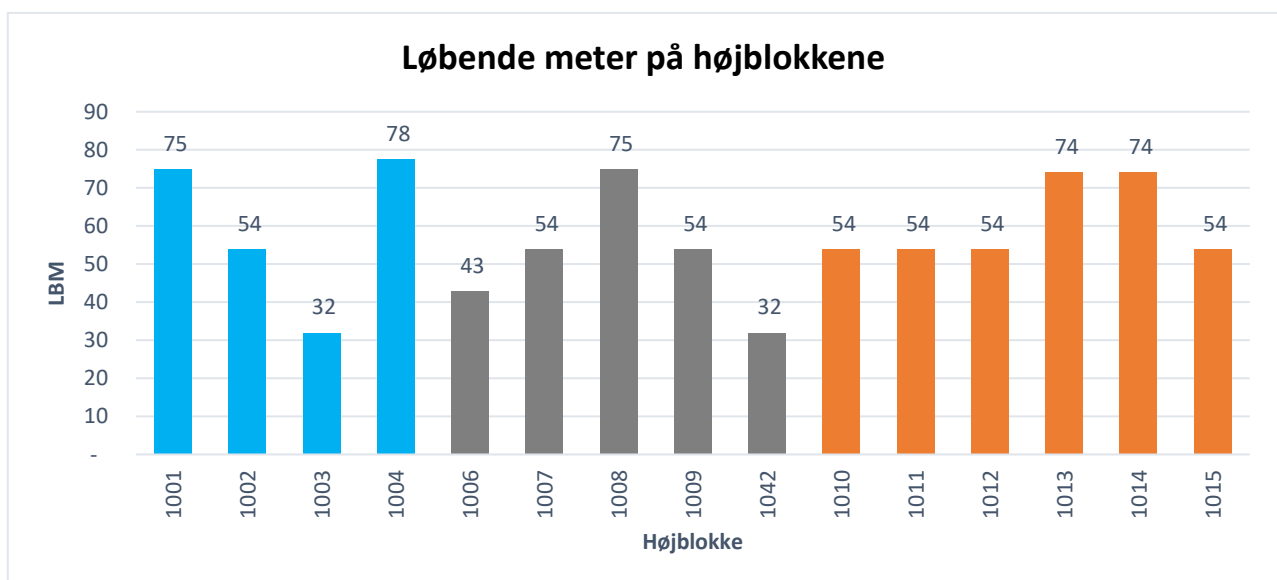
Arbejdet følger tidsplanen og er ifølge byggeledelsen gået over alt forventning - og blevet afsluttet i et meget tilfredsstillende tempo. Entreprisen har ikke krævet overdækning eller andre former for vejrligsforanstaltninger. Komplexiteten er altså bragt ned til et minimum, hvor tømrerne kun skifter de meter tagplader, der kan nås i kalkuleret tidsrum – for eksempel på en dag - så man ikke skal dække af med presninger el.lign.

Herunder er de forskellige aktiviteter igen oplyst med navnene på aktiviteterne og hvor mange uger de er repræsenteret i. I alt er der 20 forskellige aktiviteter som vedr. tagentreprise på tagene, nedenstående er altså et udsnit af de hyppigste foretagne aktiviteter.

Udskiftning af tagplader incl.vindkryds og forstærkning	31
Etablering af gangbro + brandkarm + Loftlemme	30
Udskiftning af tagplader incl. vindkryds og forstærkning	28
Rydning af isolering og støvsugning i hele loftrum	27
Ny Isolering i hele tagrum	24
Montering af nye faldstammer/Udluftning	21
Godkendelse af byggeledelse	18
Rensning af ventilationsanlæg	18
Montering af flugtveje (kviste) 2 stk	16
Udlægning af vinterisolering på loft - del 01	5
Rydning af isolering og støvsugning i hele loftrum - del 01	4
Rydning af isolering og støvsugning i hele loftrum - del 02	4
Støvsugning af tagrum del 1 & del 2	4
Montering af flugtveje (kviste) 1 stk	3
Rydning af isolering i hele loftrum	3
Udlægning af vinterisolering på loft - del 02	3
Isolering af monteret faldstammer	2
Udlægning af 50 mm pladebatts på loft	2
	1
Rådgiver gennemgang	1
Støvsugning og aftørring af tagrum	1
Total	68

Figur 30 - Illustrationen viser fordelingen af antallet af aktiviteter på gavlene pr. uge. Tal og aktiviteter er udtræk fra LPS-planerne. Til venstre er navnene på opgaverne og til højre er der, hvor mange uger aktiviteterne er repræsenteret i.

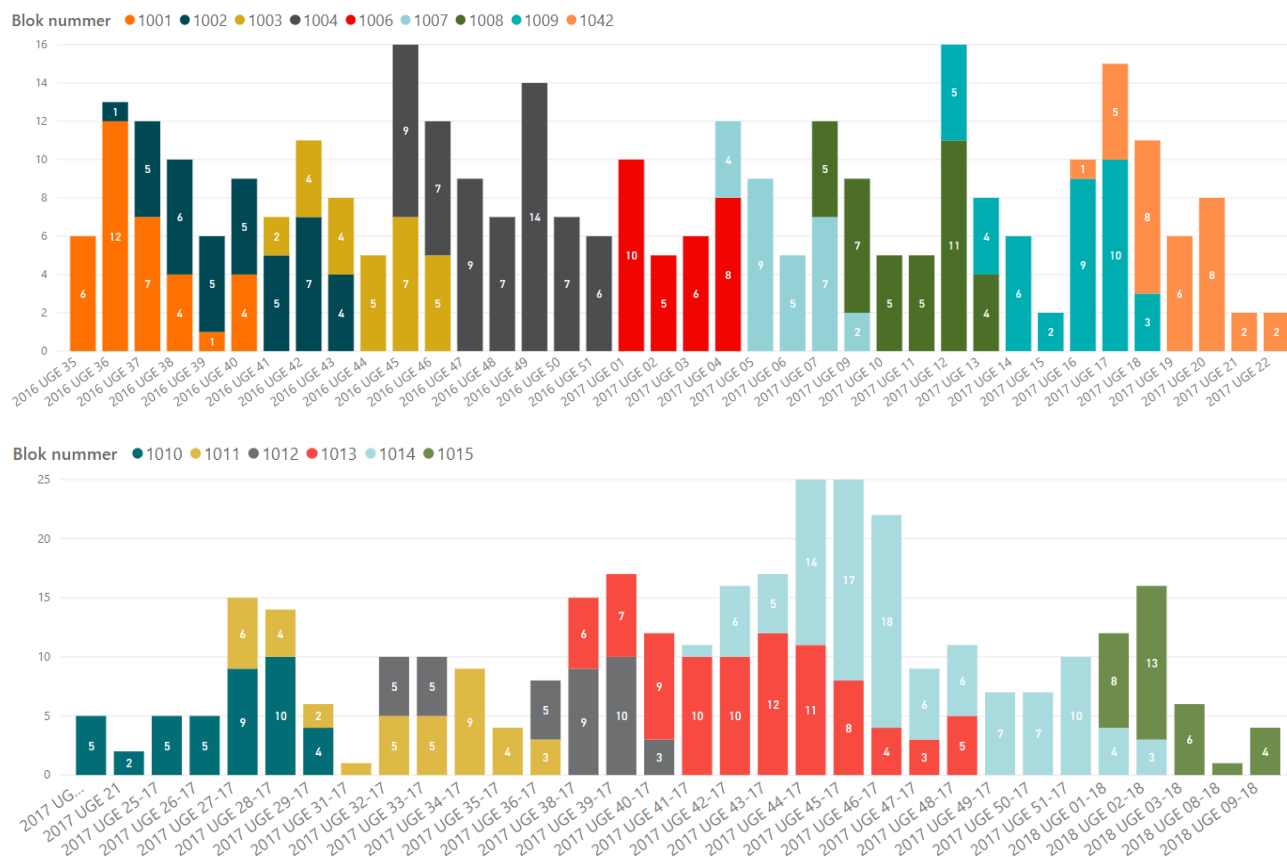
For at kunne lave en konkret analyse af fremdriften, har vi valgt at basere analysen på LPS-aktiviteterne pr. uge og sammenholde dem med blokkenes længde i løbende meter (LBM). Hvilket søjlediagrammet viser pr. blok. De blå søjler viser forløb 1 de grå forløb 2 og de orange etape 2. Blokkenes længde danner grundlag for de næste analyseresultater.



Figur 31 - Oplistning af længden på de blokkene i meter. De blå er forløb 1, de grå er forløb 2 og de orange er etape 2. De løbende meter tag er brugt til at analysere på fremdriften.

Tagenes aktiviteter kan ses på Figur 32. Søjlerne viser en opstilling af antallet af aktiviteter pr. uge pr. blok, som udelukkende omhandler udskiftning af tag, isolering af tagrum og rensning af ventilationsanlæg. Byggepladsarbejder er igen fratrasket bl.a. fordi arbejdsplatformene har stået ubrugte i de mellemliggende perioder og har ofte ikke været brugt i kortere perioder.

Søjlediagrammet viser på X-aksen uger efter år og på Y-aksen antal af aktiviteter, farverne viser de forskellige blokke.



Figur 32 - Antal af aktiviteter pr. etageblok pr. uge på tagentreprisen øverste illustration er etape 1 (forløb 1+2) og nederst etape 2.

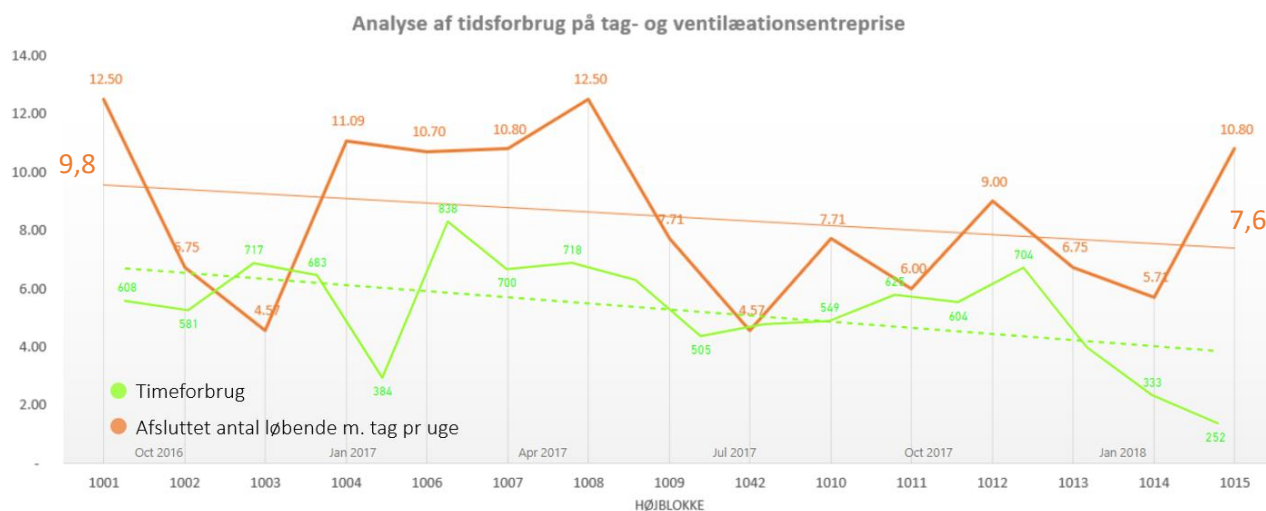
Når aktiviteterne sammenkædes pr. blok, viser det et meget stabilt flow, hvor arbejdsopgaverne (de farvede søjler) er tæt sammenkoblet, hvilket tolkes som tegn på en god performance. Dog er der meget store svingninger på antallet af aktiviteter pr. uge, vi ser altså ikke en flad linje, med en bakket linje af aktiviteter. Hvilke viser et lidt forskellige overlap mellem de forskellige blokke.

Som tidligere nævnt, forholder denne analyse sig ikke til bemanningen, ej heller, om der har været vejrlig eller anden form for ophold i arbejdet, men derimod til den tid opgaverne tager at gennemføre. Dog har vi talt med byggeledelsen som fortæller at der kun har været ganske få ophold på denne entreprise.

Opsamling på etageblokkenes tage

Vi har i Figur 33 analyseret på hhv. antallet af afsluttede opgaver og timeforbruget taget fra akkordregnskabet fra tømrerens entrepriser. Analysen viser, at der er kraftige udsving i antallet af løbende meter (lbm.) tag. I blok 1003 afsluttes der 4,5 lbm. tag og i blok 1008 afsluttes der 12,5 lbm. tag. Det ser ud til at der i starten er blevet produceret hurtigere end i slutningen. Det er også tydeligt at, hvis Figur 31's data (længden på tagene) medtages, ses der en klar sammenhæng i produktiviteten. Dvs. at hvis taget er

lille, er produktiviteten også lille for eksempel er blok 1003 og 1042 (de mindste), det er også her der er afsluttet færrest meter tag pr. uge. Ses der på blok 1004 og 1008 som er de længste i meter, er produktiviteten højere.



Figur 33 Analyse af performance på tag på etageblokke. Grøn linje er timeforbruget, taget fra akkordregnskabet og den orange linje er antallet af afsluttede lbm tag pr. blok.

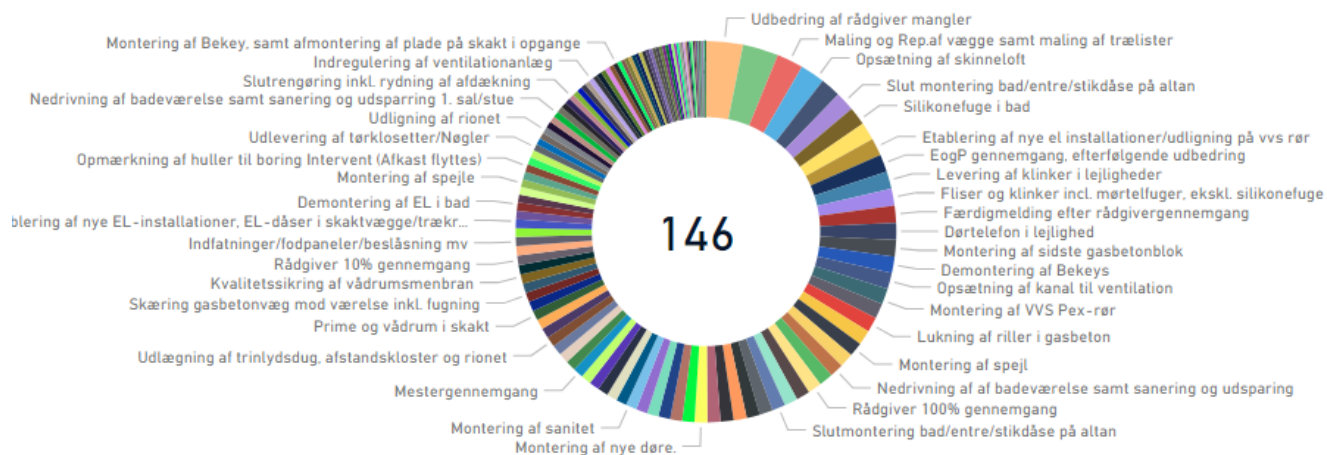
Ses der på timeforbruget (den grønne graf) ses der en faldende lineær regression, hvilket fortæller os at der har været brugt færre timer i slutningen af entreprisen. Den lineære regression har et fald på 30 % som må siges at være markant.

Men de to forskellige kurver viser også at det faldende antal timer hænger sammen med de faldende antal afsluttende løbende meter pr. Blok (fra 683 til 500 timer). Men den grønne kurve, som repræsenterer timeforbruget, falder mere end det afsluttede arbejde. Dette viser at de afsluttede enheder bliver udført på kortere tid i slutningen, hvorfor analysen viser en øget produktivitet på 6%.

Den begrænsede koordinering med andre aktører og antallet af forskellige aktiviteter, kan være årsagen til at arbejdets performance har været højt fra starten.

6.6.2 Etageblokkene indvendige arbejder (badeværelserne)

Badeværelserne den mest komplicerede del af entreprise, badeværelsesentreprisen indeholder omkring 146 forskellige aktiviteter. Antallet af aktiviteter afhænger af hvor mange gange de samme emner er blevet kaldt noget forskellige. Ses der på de rå data er der 203 aktiviteter, vi har altså sorteret mange gentagelser fra, ligesom alle varslinger heller ikke er talt med. Aktiviteterne dækker alt fra nedbrygning til mangelgennemgang og aflevering af lejlighed. Der er så mange aktiviteter at der kun bringe et mindre udsnit i denne analyse.

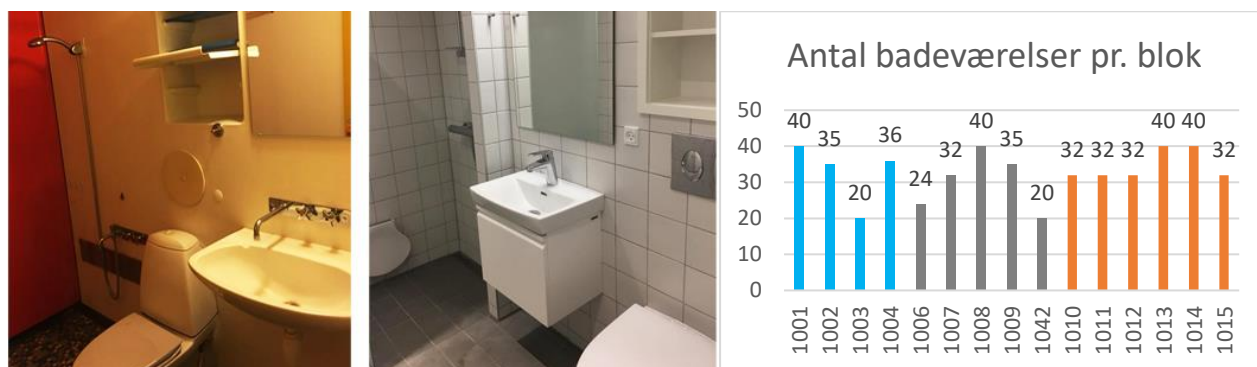


Figur 34 - Antallet af aktiviteter, udtrukket fra LPS-planen. Der er fratrasket en del aktiviteter, da de dækkede over det samme. Varslinger af beboer har også været en aktivitet, men er undladt.

Badeværelsesentreprisen foregår i lejlighederne mens beboerne er til stede, hvilket påvirkede både arbejdet og beboerne meget. Beboerne er for eksempel tvunget til at benytte eksterne badevogne i gården og tørklosetter (i deres lejligheder) i perioden.

Badeværelsesentreprisen har stor indflydelse på beboernes overordnede oplevelse af entreprenørens arbejde på projektet. Kvaliteten på arbejdet, valget af materialer og håndværkernes omgang med beboerne, bliver i høj grad målestok for hvordan helhedsindtrykket på renoveringssagen opleves for beboeren.

Billederne er taget før og efter renoveringen. Søjlediagrammet til højre viser forløb 1 (blå), -2 (grå) og etape 2 (orange) og det antal af badeværelser/lejligheder som er i hver blok.



Figur 35 - Billeder af badeværelse før og efter. Søjlediagrammet viser antallet af lejligheder pr. blok i hhv. forløb 1+2 og etape 2

I forløb 1 renoveres der 131 badeværelser, i forløb 2 renoveres der 151 og etape 2 renoveres der 208 badeværelser, (herudover udføres der 48 i prøveblokken). Udover at badeværelserne renoveres, istandsættes de fælles trappeopgange og der skiftes facadepartier i samme trappeopgang.

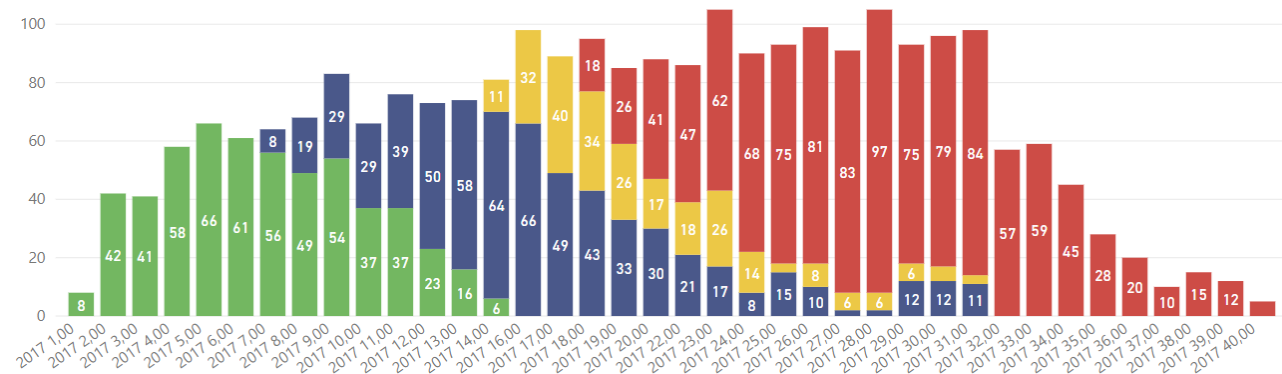
Vi har her analyseret på de samme data som i foregående analyser, nemlig hvornår første aktivitet starter i lejligheden samt hvornår badeværelset afleveres til beboeren med en i brugtagningstilladelse.

Figur 36,37 og 38 viser antallet af aktiviteter, der har været i hhv. etageblokkens forløb 1 og 2 og etape 2 pr. uge. Søjlediagrammet viser har været en kontinuerlig fremdrift i entreprisen, hvilket indikerer at

opgaverne pr. uge er sammenhængende, og bliver udført i en sammenhængende kæde. Dette er meget tilfredsstillende for den kontinuerlige fremdrift.

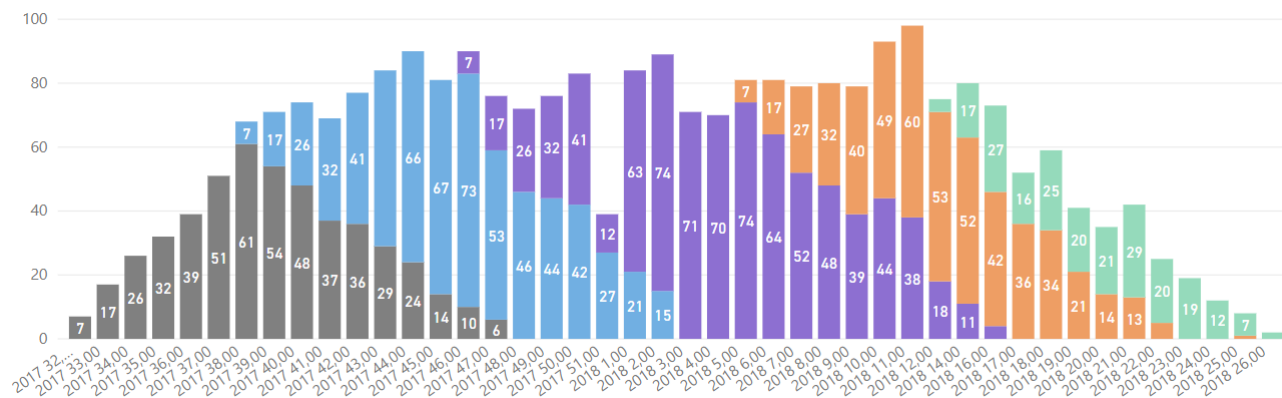
Hvis fokus retter sig på arbejdet i blok 1002 (den blå farve i figur 37), ses der små aktiviteter i perioden efter selve hovedklumpen af aktiviteter er slut.

Blok.2 ● 1001 ● 1002 ● 1003 ● 1004



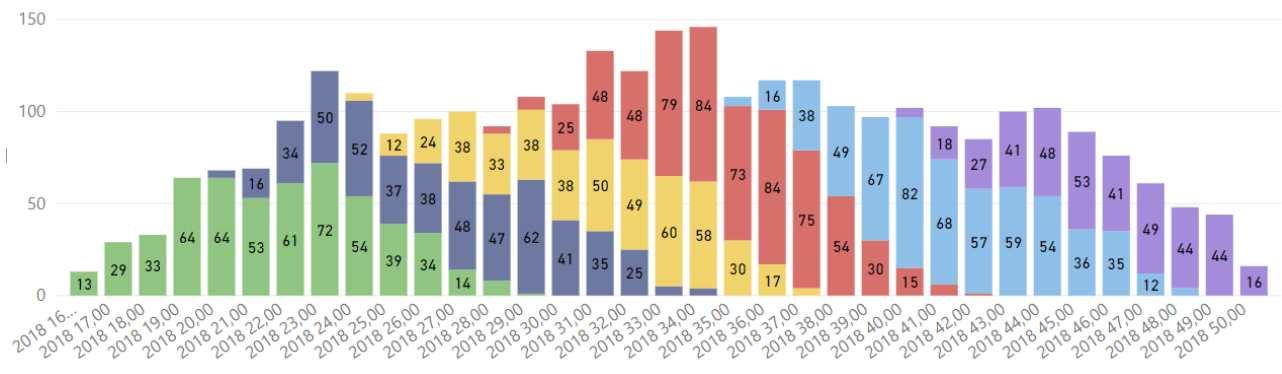
Figur 36 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i forløb 1, dataene kommer fra LPS-planen. Der er fratrasket alle de byggepladsarbejder, som ikke har direkte indflydelse på entreprisens fremdrift.

Blok.2 ● 1006 ● 1007 ● 1008 ● 1009 ● 1042



Figur 37 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i forløb 2, dataene kommer fra LPS planen. Der er fratrasket alle de byggepladsarbejder, som ikke har direkte indflydelse på entreprisens fremdrift.

Blok.2 ● 1010 ● 1011 ● 1012 ● 1013 ● 1014 ● 1015



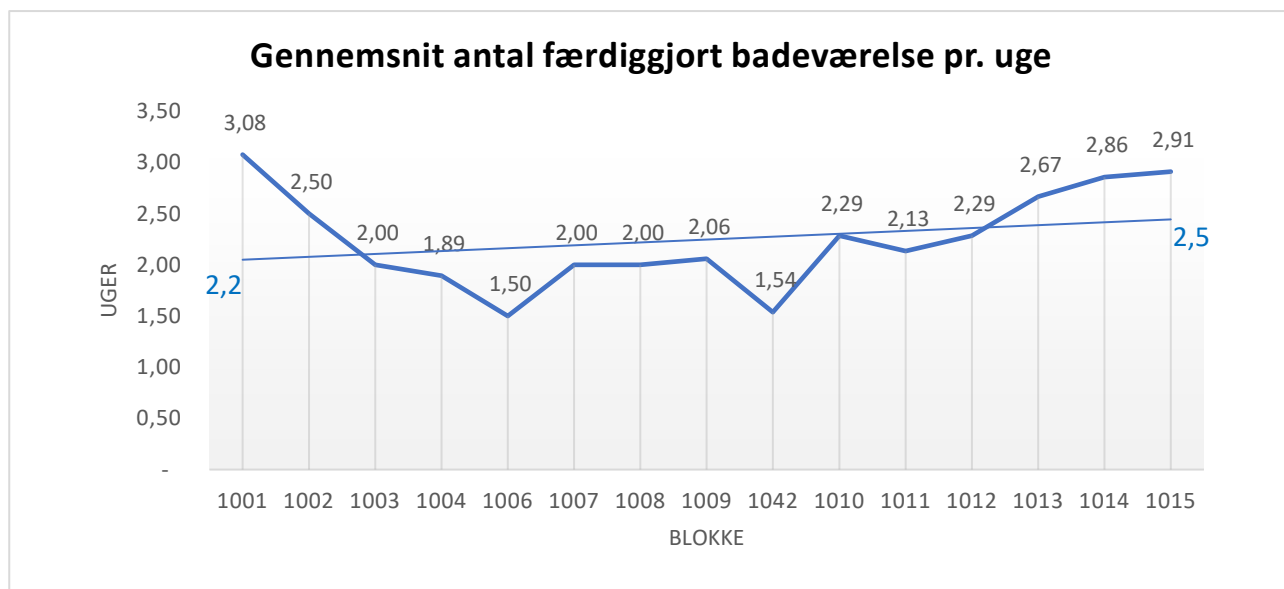
Figur 38 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i etape 2, dataene kommer fra LPS planen. Der er fratrasket alle de byggepladsarbejder, som ikke har direkte indflydelse på entreprisens fremdrift.

Disse aktiviteter indeholder mangeludbedring og i ibrugtagningstilladelser, hvilket i denne konkrete analyse, vurderes til at have haft indflydelse på beboernes forståelse af hvornår arbejdet er afsluttet. Derfor er disse aktiviteter medtaget i statistikken.

Aktiviteterne danner en klokkeform, som viser at der har været forholdsvis få aktiviteter i start og slut og markant flere i midtvejs i arbejdet, pr. blok. Ses alle aktiviteterne i et samlet billede ses der en konstant fremdrift med et forholdsvis ensartet antal af aktiviteter uge efter uge og blok efter blok. Igen understreger det entreprenørens kontinuerlige fremdrift og stabile planlægning. Og afspejler nok også den grad af gentagelser som er virkeligheden i blokkenes badeværelser. Det er vigtigt at sammenligne forløb 1+2 på Y-aksen, her ligger aktivitetsniveauet ca. mellem 80-100. I figur 39, som viser etape 2, er der et gennemsnit mellem 100 – 140 aktiviteter. Dette er højere end i figur 37 og 38 som viser etape 1. Dette skyldes at entreprenøren har sat tempoet op til det dobbelte, dvs. at de åbner og afslutter dobbelt antal badeværelser pr. uge.

Opsamling på analysen af etageblokkenes badeværelser

Når antallet af uger pr. blok (inkl. mangleudbedring) sammenstilles i en graf i Figur 39, svinger antallet af afsluttede badeværelser pr. uge faldende fra 3,08 (i blok 1001) uger til 1,5 (i blok 1006) uger pr. badeværelse. Grafen sammenholder forløb 1 og 2 og etape 2, men viser en positiv lineær regression, som konkret illustrerer en produktivetsforbedring, fordi der bliver produceret et støt stigende antal badeværelser frem mod slutningen af forløbet. Faktisk ses en gennemsnitlig forbedring på 13,6 %. Desværre har vi ikke kunne få data på timeforbruget på akkorderne til denne entreprise. Det skyldes at badeværelsesarbejdet primært er udført af en ekstern murer, som ikke har holdt regnskab med hans timer.



Figur 39 - Antal afsluttede badeværelser pr. uge pr. blok. Den blå lige linje viser en lineær regression over hele byggeperioden.

Byggeledelsen har haft udfordringer med nogle af deres underentreprenører, som både har været bortvist fra pladsen, undersøgt for ulovlig arbejdskraft og svingende kvalitet i arbejdet. Netop denne faktor har haft

indflydelse på fremdriften på badeværelserne. For eksempel har der været større mængder mangler på badeværelserne hvilket har haft stor indflydelse på arbejdets færdiggørelse – dette er medtaget i analysen.

Analysen viser i høj grad en sammenhængende proces, hvor entreprenøren har været gode til at afslutte aktiviteterne i boligerne sammenhængende. Projektledelsen har også nævnt, mange gange, at badeværelserne i etageblokkene var det meste standardiseret arbejde. Der har været forholdsvis få badeværelsestyper og generelt har arbejdet været forudsigeligt i etageblokkene.

6.6.3 Rækkehusene udvendige arbejder

Vi har analyseret tagene og ventilationsentreprisen i rækkehusene, efter samme metode som de foregående. I analysen er der fratrasket varslinger af beboerne, opsætning af interimsforanstaltninger og andre byggepladsopgaver, som ikke har påvirkning på arbejdets fremdrift. For eksempel har stilladserne ofte har stået længere ved/på de enkelte blokke, end den tid hvor de har været brugt. Dette er rationelt, da det løser opmagasineringsudfordringerne af materiellet.

Efter at disse aktiviteter er fratrasket er sammentællingen af aktiviteter oppe på 66 aktiviteter. På Figur 40 ses de mest forekomne aktiviteter. Til venstre ses aktivitetens navn og til højre ses antallet af uger, hvor aktiviteterne forekommer.

Forsyning til ventilation	74
Fortrådning af ventilationsanlæg	66
Teknisk isolering - ventilationskanaler	65
Boring af huller og sanering	64
Opsætning af tagoverdækning - telt	64
Fjernelse af isolering i loftrum	63
Montage ventilationsanlæg og ventilationskanaler	62
Demontage af tagplader	61
Kondensafløb	59
Lys på loft - 3 armaturer/blok inkl. alt	59
Isolator - loftisolering	55
Teknisk isolering - kondensafløb	48
Understøtning af spær og gangbro	46
Flytning af tagoverdækning - telt	45
Lægning af tagplader 1. halvdel	39
Opmærkning af huller til tag (vent./el)	39
Lægning af tagplader 2. halvdel	35
Faldstammeudluftning - DEL 2 (LODRET)	34
Placering af ventilationsanlæg inkl. varmekabler	33
Hejsning af anlæg	29
Render og bundplade for rendejern	29
Faldstammeudluftning - DEL 1 (VANDRET)	28
Forregistrering af lejligheder	24
Oprydning omkring boligblok	21
Gangbro i loftrum	20
Oprydning på stillads KJ-bolig	16
Etablering af vindkasser	15
Oprydning på stillads Intervent	15
Understøtning af spær og vindplade	15
3 dages varsling - opmærkning af huller inkl. boring af huller	11
Teknisk isolering - Faldstammeudluftning	9
Lys på loft - 3 armaturer inkl. alt	8
Faldstammeudluftning	7
Teknisk isolering	7
Lægning af tagplader + render 1. halvdel	6
14 dages varsling - opmærkning af huller inkl. boring af huller	5

Figur 40 - Visning af aktiviteter på tagentreprisen, eksklusive interimisforanstaltninger. Antallet af aktiviteter som er medtaget i analysen er 66. alle data kommer fra LPS-planerne.

Det er mange mindre aktiviteter som skal knyttes sammen og planlægges minutiøst, hvilket sker på entreprenørens LPS-planlægningsmøde. Komplexiteten er altså relativ stor på denne tag- og ventilationsentreprise.

Entreprise har igen haft en metodisk opdeling mellem forløb 1 og 2 og en etape 2. Entreprisen var planlagt til at skulle gennemføres fra et alm. facadestillads, hvor man som på etageblokkene skiftede de gamle bølgeeternitplader ud med nye, uden at have særlige vejrforanstaltninger som telt el.lign. Udover taget og tagrenderne blev skiftes, blev der sat nyt genvækstsanlæg op samt ny gangbro, lavet loftisolering og el på lofter.

Entreprenøren vælger at få lavet fuld overdækning af taget, mens arbejdet er i gang. Dette ser projektledelsen som nødvendigt, fordi der er mange aktiviteter på loftet og taget derfor skal stå åbent mens loftarbejdet udføres. Dette kræver mere materiel og flere arbejdstimer til hhv. til- og afrigning af pladsen. Det har en stor økonomisk konsekvens, men rentabiliteten er blevet nøje beregnet. Entreprenøren

kunne lige netop have et standardtelt stående på tagfoden, som de kunne flytte løbende så det følger arbejdets fremfremdrift.



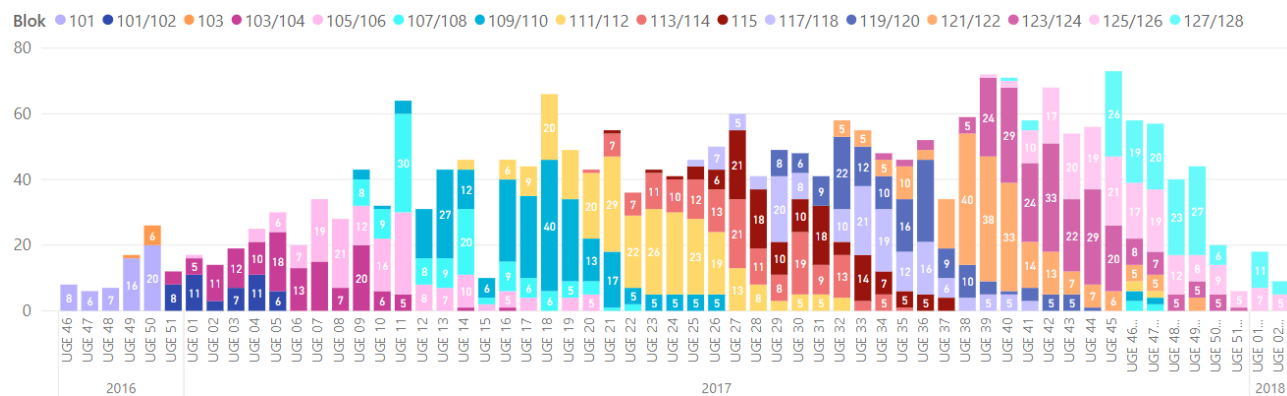
Figur 41 - Interimsforanstaltningerne på tag- og ventilationsprojektet på rækkehusene

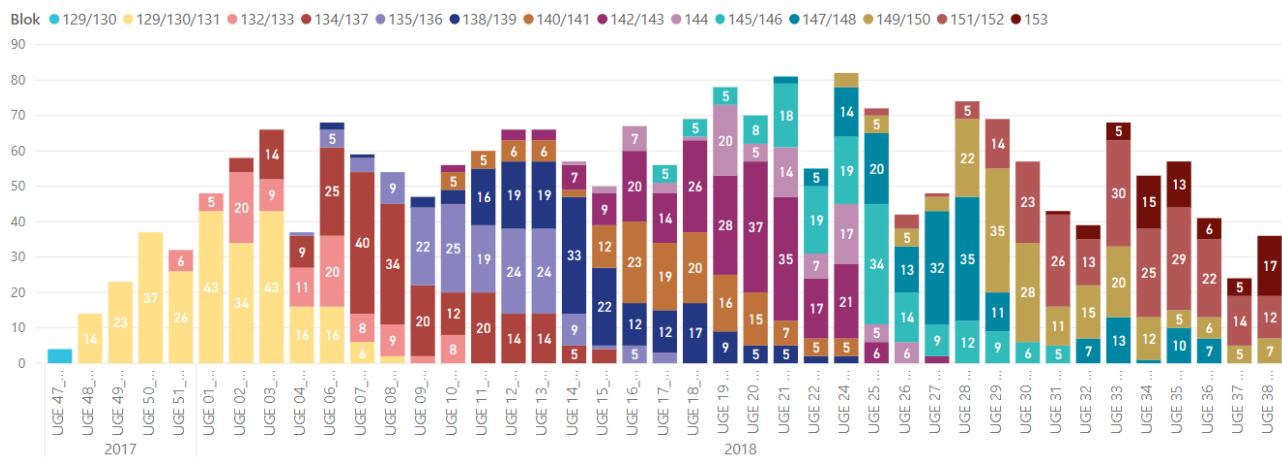
Entreprisen krævede meget koordinering bl.a. fordi aktiviteterne var en kombination af indvendige og udvendige arbejder. Der skulle bores gennemføringer i lofter til aftræks- og indblæsningskanaler. Denne del af entreprisen med trækning af ventilationskanaler og teknisk isolering viser sig at være omfattende. Arbejdet foregår i perioden fra primo 2017, hvor forløb 1 starter og til medio 2018, og hvor forløb 2 slutter. Herefter køre etape 2 frem til ultimo 2018. Analyse er baseret på ca. 90 % af datagrundlaget, hvilket skyldes at der ikke har været tilgang til det fulde materiale, da de sidste 10 % af enhederne ikke var været færdige før analysearbejdet blev afsluttet.

Analysen er baseret på LPS-planernes samt akkordregnskabet fra de interne tømrer og arbejdsmænd, som har været tilknyttet opgaven. De aktiviteter som arbejdet indeholder, kan ses på Figur 42, hvor X-aksen angiver de konkrete opgaver og hvor Y-aksen angiver antal af aktiviteter pr. uge.

Illustrationen indikerer at der har været højere produktivitet ud fra måleenheden, løbende meter i forløb 1 end i forløb 2. Det anskueliggør også hvorledes arbejdet har været tilrettelagt, så de forskellige blokke i et vist omfang, har overlappet hinanden og viser, hvor lang tid der har været produktion i den enkelte blok.

Disse data anvendes senere til at kalkulere på entreprisens performance, hvor arbejdets længde sammenholdes med bygningens længde i meter.



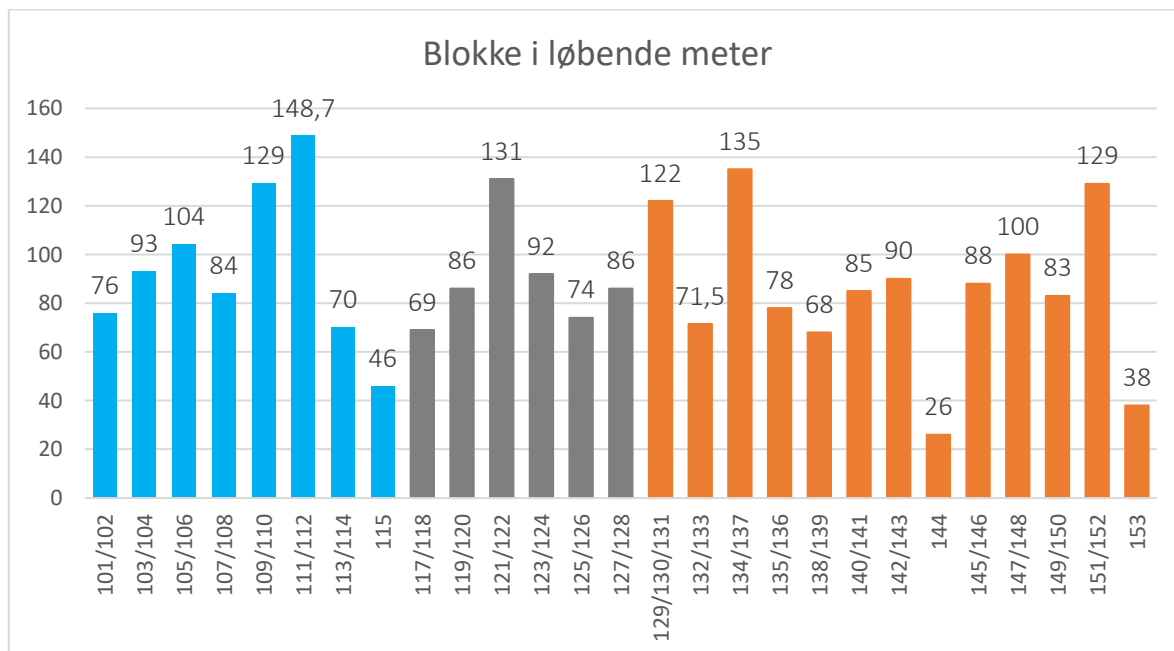


Figur 42 - Entreprisens længde målt pr. uge. hver blok har sin egen farve. Grafen viser fremdriften pr. blok samt den klynge af aktiviteter som gentager sig fra blok til blok. Data en kommer fra LPS-planerne og den øverste figur er forløb 1 og 2 og den nederste er etape 2.

Figur 42 viser et udsnit af de hyppigste aktiviteter på entreprisen og den er sammenhæng mellem opgaverne, rækkehusene bliver afsluttet løbende. Men vi ser en klart større variation mellem længden på opgaverne og 'klumpenes' størrelse. Derfor har vi herunder opstillet en analyse, hvor vi sammenholder antal løbende meter, men gennemsnitlig kvadratmeter og antal produktionsuger pr. blok.

Tidsforbrug fra start til afsluttet arbejde

På Figur 43 har vi angivet løbende meter tag pr. rækkehusblok. De lyseblå søjler tilhører forløb 1 og grå tilhører forløb 2 og de orange tilhører etape 2. Figuren viser forskellen på mængden af arbejde i de forskellige rækkehusblokke. X-aksen angiver de forskellige blokke og Y-aksen angiver antal løbende meter (lbm).

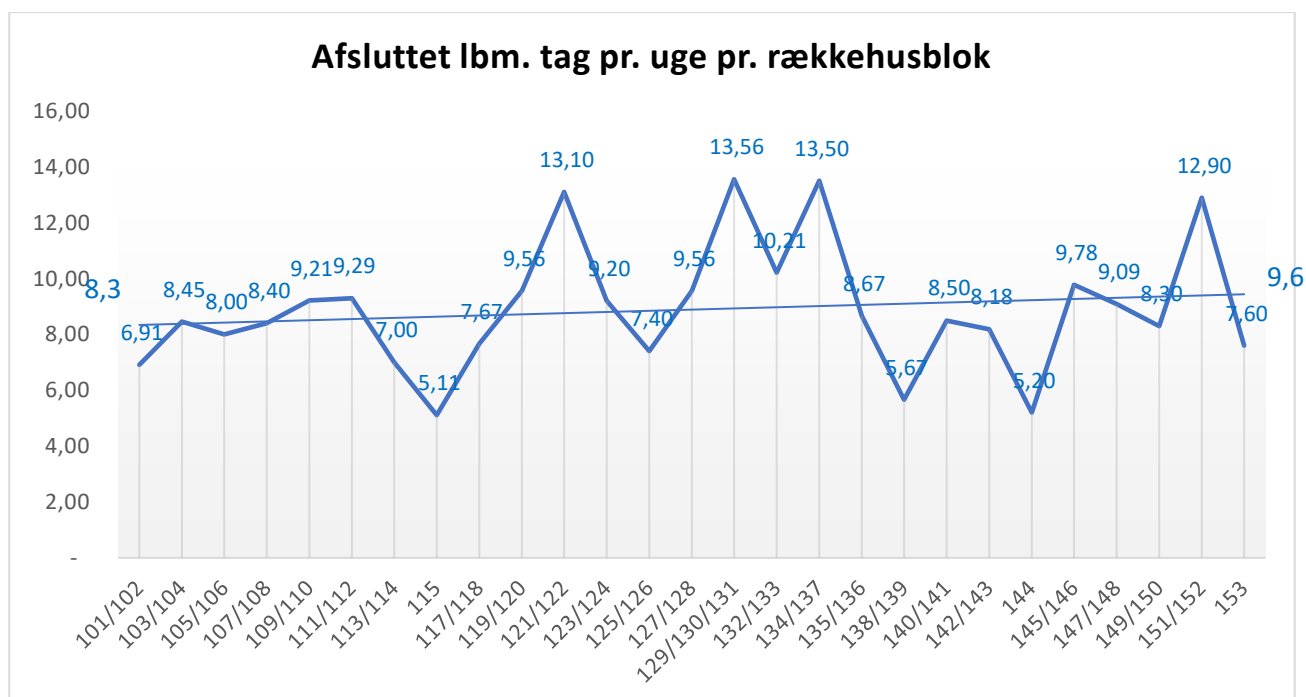


Figur 43 - Løbende meter tag på rækkehusblokkene

I Figur 44 har vi brugt ovenstående opgørelse af tagets længde og sammenholdt det med aktiviteternes længde. Konkret vil det, også i denne del af analysen, sige vi har analyseret på entreprisens længde fra start til slut. Dette skaber indsigt i det afsluttede antal løbende meter (lbm) pr. uge som er vist i Figur 44 herunder.

Her skal man bemærke sig, at de enheder med små mængder tag, er mindst produktivt, for eksempel kan det ses på blok 115 (5,11 lbm pr uge) og 144 (5,2 lbm pr. uge). Samtidig er de længste blokke hurtigst afsluttede for eksempel blok 212/122 (13,1 lbm. pr. uge) og 134/137 (13,5 lbm. pr. uge). Dette illustrerer at der er fordele i at lave større mængder af samme arbejde i en sammenhængende periode, præcis som det var tilfældet i tage på etageblokkene. Det går markant hurtigere at afslutte en lang blok frem for en kort, når entreprisen ansues for de afsluttede lbm pr. uge. afsluttes ca. 2,5 gange hurtigere på en lang blok frem for den korteste.

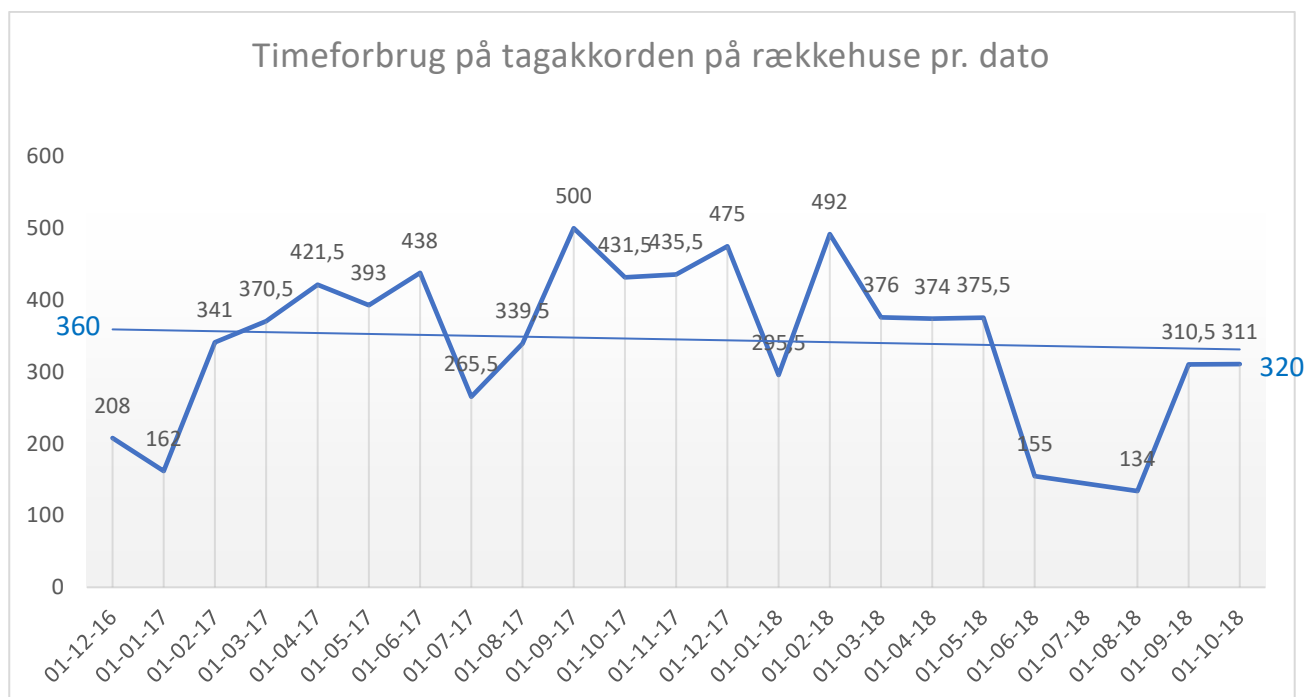
Det kommer ikke som en stor overraskelse at der er en form for stordriftsfordele på denne type at entrepriser, men det er vigtigt at notere sig ift. at planlægge og tilrettelægge projektet for at få bedst muligt produktivitet.



Figur 44 - Analyse af afsluttede antal løbende meter (lbm) tag pr. uge. Målt på den tid tagene på rækkehuse er blevet Afsluttet på. Alle data kommer fra LPS-planerne.

Ses der på den lineær regression i figur 45, ses en performanceforbedring på ca. 15,6 %, når forløb 1+2 og etape 2 sammenholdes. Dette er en markant forbedring i afsluttede aktiviteter set over hele byggeforløbet.

Der også har været brugt færre timer som vises i figur 46, herved kan det klart konstateres, at der er performanceforbedringer på rækkehusenes tagentreprise.



Figur 45 - Analyse af timer fra akkordregnskab på de interne tømmer på entreprisen. Timerne er inddelt i datoer på x-aksen og antal af timer på y-aksen

Denne opgørelse fortæller os at der har været brugt færre timer i slutningen af entreprisen end i starten. Der er igen sat en lineær regression ind, for at få et gennemsnit af timeforbrugets udviklingen over tid. Linjen viser os at der er en performanceforbedring, som er målt i en nedgang i timeforbrug på omkring 12 % på tømmerarbejdet. Sammenstilles det løbende meter afsluttet tag (figur 45) med timeforbrug (figur 46) fås en produktivetsforbedring på 30%.

6.6.4 Rækkehuse indvendige arbejder (badeværelser)

Badeværelserne i rækkehuse var den absolut mest kompliceret entreprise. Udover badeværelserne renoveres helt i bund, skiftes der vandør, falsstamme, ventilationsanlæg, hoveddør og laves nye rørkasser til ventilationskanalerne i alle lejlighederne. En af de helt store udfordring er de mange forskellige lejligheds- og badeværelsestyper. Det har givet store udfordringer i arbejdsrutinernE&Planlægningen af aktiviteterne.

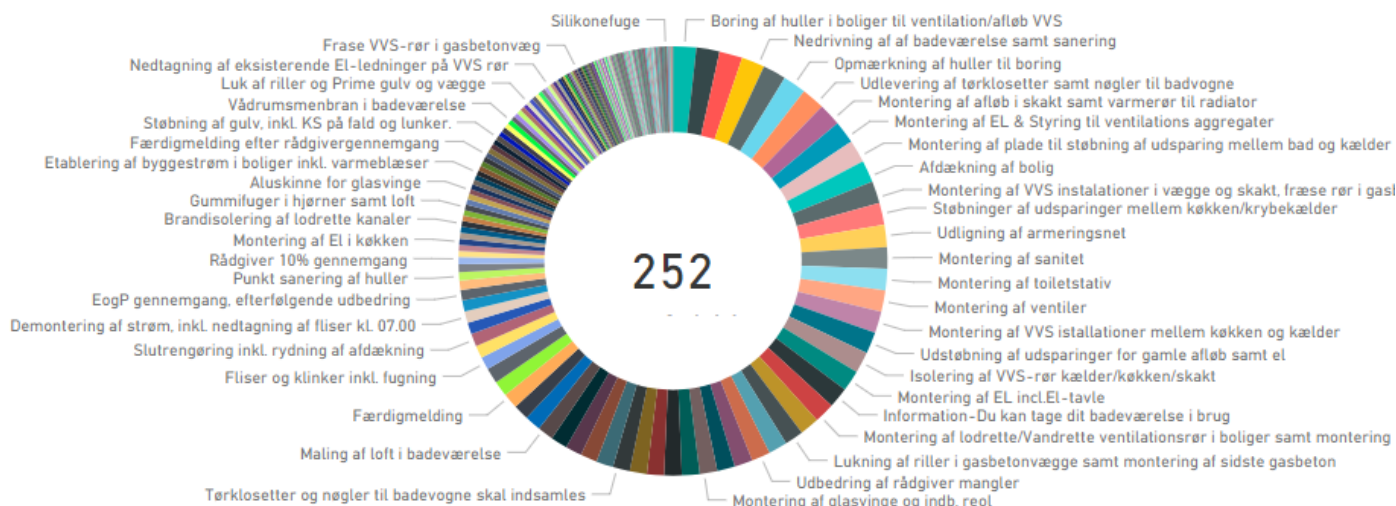
Billederne herunder viser den dybe- og teknisk krævende renoveringer. Hvor indgrebet i de forskellige rum synligt er forstyrrende for beboerens hverdag.



Figur 46 – Billederne viser forskellige rum og situationer. Øverst til venstre er badeværelset helt demonteret. Øverst midt ses køkkenet og de rørkasser som etableres til genvækst. Øverst til højre er mandehullet til VVS-folkene, som fortager udskiftningen af rør i krybekælderen. Nederste billede viser rørarbejdet i krybekælderen. Krybekælderen løber under hele rækkehusblokken.

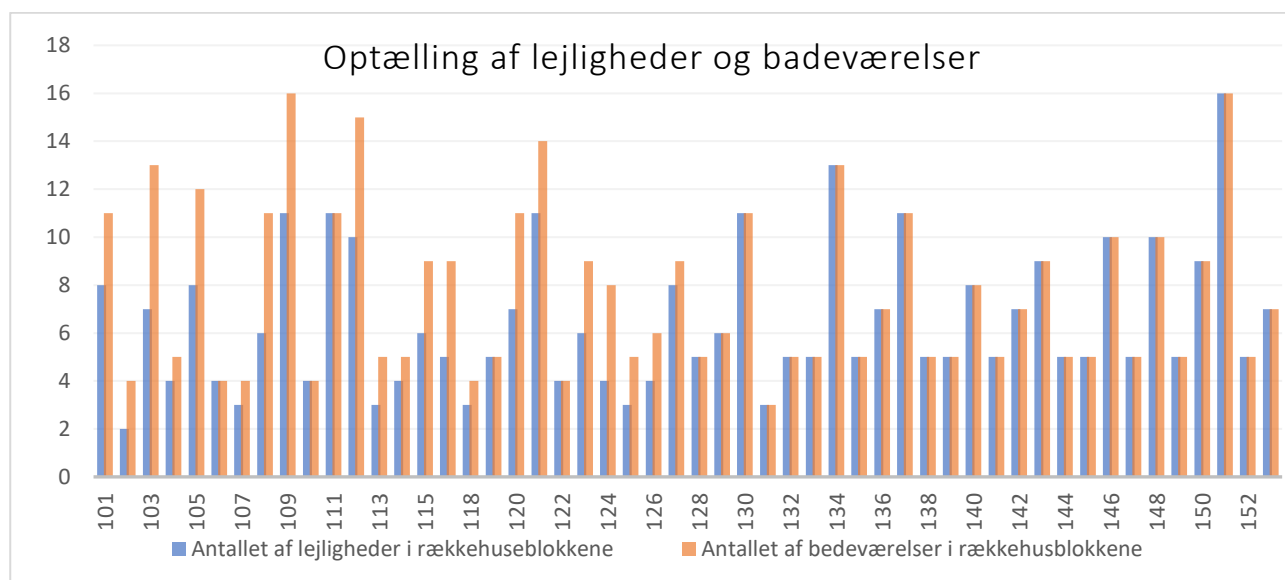
Det har været nødvendigt for entreprenøren at arbejde i stort set alle rum i lejlighedern. I køkkenet skiftes emhætten og der er blevet tilsluttet et ventilationsanlæg/genvækst i alle lejligheder. Kanalerne fra ventilationskanalerne skal føres op på loftet til genvekstanlægget. Det samme gælder vandværk som føres i kælderen, hvor VVS-aktiviteter har været omfattende. For at få adgang til krybekælderen er der blevet boret 750 mm huller i fundamentet til kravle ind og ud af. Der er altså adskillige forskellige aktiviteter som indgår i entreprisen.

I LPS-planen er der noteret 252 forskellige aktiviteter, som ikke er relateret til varslinger eller byggepladsen. På figur 48 herunder, ses et udsnit af de vigtigste aktiviteter.



Figur 47 - Antallet af aktiviteter vedr. badeværelser og indvendige arbejder på rækkehusene. Dataene kommer fra LPS-planen og alle aktiviteter vedr. varslinger eller byggepladsforhold er sorteret fra. Mange aktiviteter er kun repræsenteret få gange – med de hyppigst fremtrædende er vist i figuren. Dataene medtages for at skabe indsigt i kompleksiteten i planlægningen afviklingen af aktiviteter mellem de ca. 12 forskellige faggrupper i de individuelle lejligheder.

Mange boliger har haft to badeværelser på stueetagen og på 1. sal. Derfor har der været aktiviteter i næsten alle rum i lejlighederne. Hvor der ikke har været byggeaktivitet, er de ledige rum ofte brugt som opmagasineringsrum til møbler, tøj mv. På Figur 48 herunder, viser søjlerne i de to forskellige farver forholdet mellem antallet af lejligheder og antallet badeværelser pr. blok, som ikke er ens. De orange søjler viser antallet af lejligheder i rækkehuseblokkene. De blå viser antallet af lejligheder i blokkene. Som illustrationen viser er der forskel på antallet af lejligheder og antallet af badeværelser i flere af rækkehusblokkene.



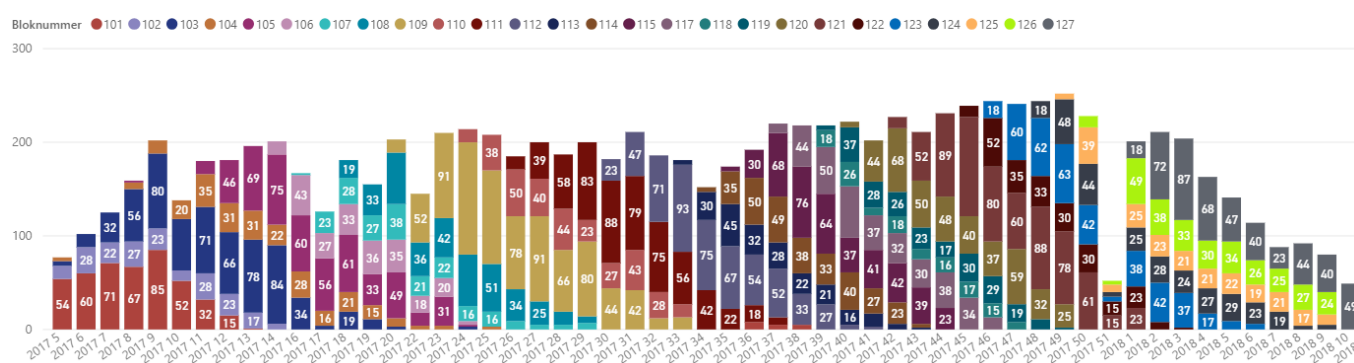
Figur 48 - Antallet af lejligheder (blå) og antallet af badeværelser i lejlighederne (orange). Søjlerne er optællinger pr. rækkehusblok

Aktivitetsanalyse er udført for at kunne se, hvor langt byggeforløbet i de forskellige rækkehusblokke har været fra opstart til færdiggørelse. Vi har brugt LPS-planernes data grundlag for at finde frem til start og

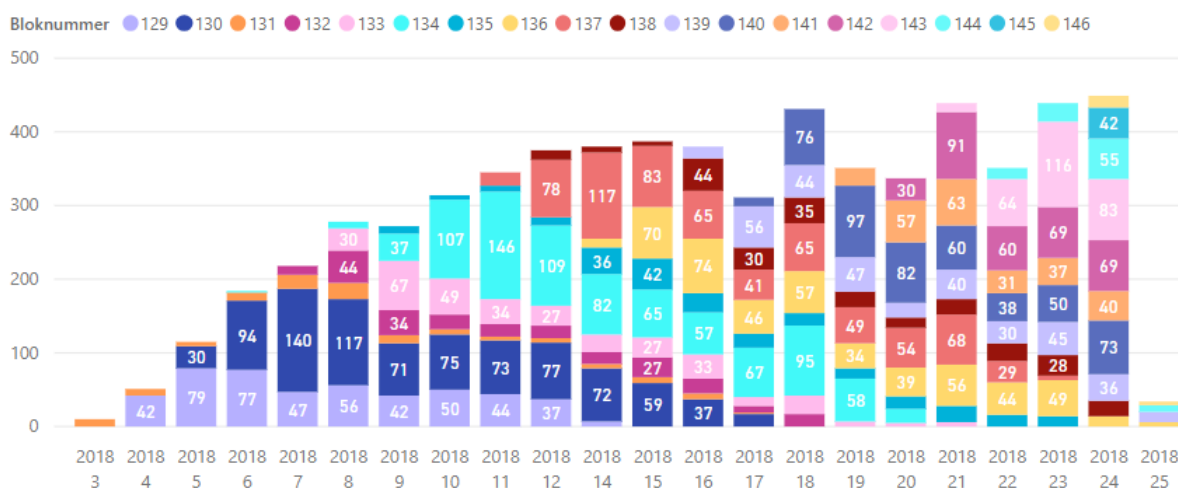
slut datoen for arbejdet i rækkehusblokkene og BBR-data og rådgivernes typeoptælinger for at finde data om lejlighederne.

Figur 49 og Figur 50 herunder, illustreret entreprisens aktiviteter fordelt pr. uge (x-aksen), antal af aktiviteter (y-aksen) og de forskellige blokke (forskellige farver). Fordi etape 2 ikke var afsluttet, inden dataindsamling stoppede, har vi ikke data fra blok 146 og frem, arbejdet på disse blokke var ikke endelig afsluttet fra 147 og til 151. Men det vurderes at datagrundlaget at været stort nok til at medtage fremstilling af fremdriften i blokkene.

Analysen viser et stabilt og sammenhængende flow. Dette baseres på at antallet af aktiviteter forholdsvis konstant i forløb 1 og 2 er omkring 300 og at der er god sammenhæng i aktiviteterne. De forskellige blokke som er repræsenteret med forskellige farver har en sammenhængende kæde af aktiviteter.



Figur 49 - Grafen illustrerer antallet af aktiviteter i forløb 1 og 2 pr. uge pr. blok. baseret på LPS-planerne

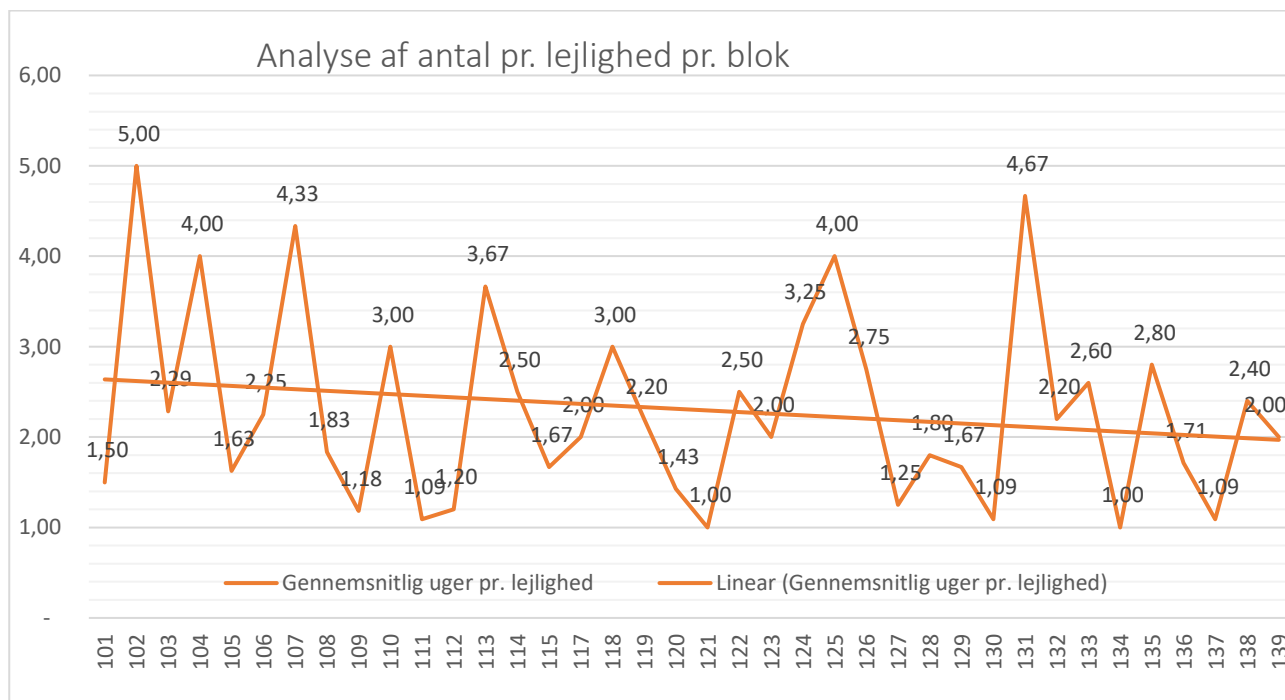


Figur 50 - Grafen illustrerer antallet af aktiviteter i etape 2 pr. uge pr. blok. baseret på LPS-planerne.

Vi kan udlede af ovenstående figur, at renoveringsprocessen for de forskellige blokke har været sammenhængende. Vi kan også se at antallet af aktiviteter i enden af kæden flader ud, eller at aktiviteterne bliver markant færre i slutningen af processen. De små enkeltstående aktiviteter som ligger sidst i kæden er primært aktiviteter som færdigmelding af badeværelse og ibrugtagningstilladelse eller mangeludbedringer.

Sammenholdes vores dataset og beregnes der et gennemsnit for antallet af uger, som det har taget af afslutte lejlighederne, får vi nedenstående graf, som viser antal af afsluttede lejligheder, hvilket giver et udtryk for entreprenørens performance på de enkelte rækkehusblokke.

Vi har valgt at fokusere undersøgelsen på de afsluttede lejligheder velvidende at flere af lejlighedstyperne har 2 badeværelser.



Figur 51 – produktivitsanalyse af badeværelser: antal af gennemsnitlige uger brugt pr. lejlighed. Dataene er uddrag fra LPS-planerne. Den lineær regression viser gennemsnittet for hele byggeperioden,

Det ses at der har været afsluttet flest lejligheder, når entreprenøren har en stor mængde af lejligheder, der er altså sammenhæng med blokkenes længde i Figur 51 og hastigheden på færdiggørelsen. Som det også fremstilles i de andre analyser, er der bedst performance når entreprenøren arbejder på et stort antal enheder ad gangen.

Konkret vil det sige, at ud fra de produktionsdata vi har fra LPS-planerne viser det, at gennemsnittet for det antal uger, som det tager at færdiggøre en lejlighed, *stiger* jo færre antal enheder der udføres ad gangen. I blok 109, hvor der 16 badeværelser og dermed en af de blokke med flest badeværelser, har entreprenøren brugt 1,18 uge pr. badeværelse. I blok 102 er der 4 badeværelser og her er der i gennemsnit 5 uger.

Den svingende hastighed på færdiggørelsen af antallet af enheder, som ses i grafen, kan undre da det må siges at være ret markante udsving, og med store procentuelle udsving. Men under etableringen af badeværelser er der en proces med bl.a. tørretider og montageaktiviteter som skal respektere. Der er altså forholdsvis mange forskellige fag inde i lejligheden med korte mellemrum, hvorfor det kan være et større puslespil at få til at fungerer. Her har LPS-planer og LEAN generelt sin berettigelse.

Tiltros for udsvingene falder den lineær regression i løbet af forløbet, hvilket vil sige at der er produktivitsforbedringer. Udgangspunktet er på ca. 2,7 uger per enhed i starten og 2 uger per enhed i den afsluttende fase. I gennemsnit over hele forløb 1 og 2 samt etape 2, er der afslutter flere badeværelser i slutningen, hvilket giver en performanceforbedring på 35 % på hastigheden i afsluttede lejligheder.

Det har ikke været muligt at få et nøjagtigt og relevant timeudtræk, fordi entreprenørerne, der har lavet de indvendige arbejder primært har været eksterne håndværkere, her har det ikke været muligt at få adgang

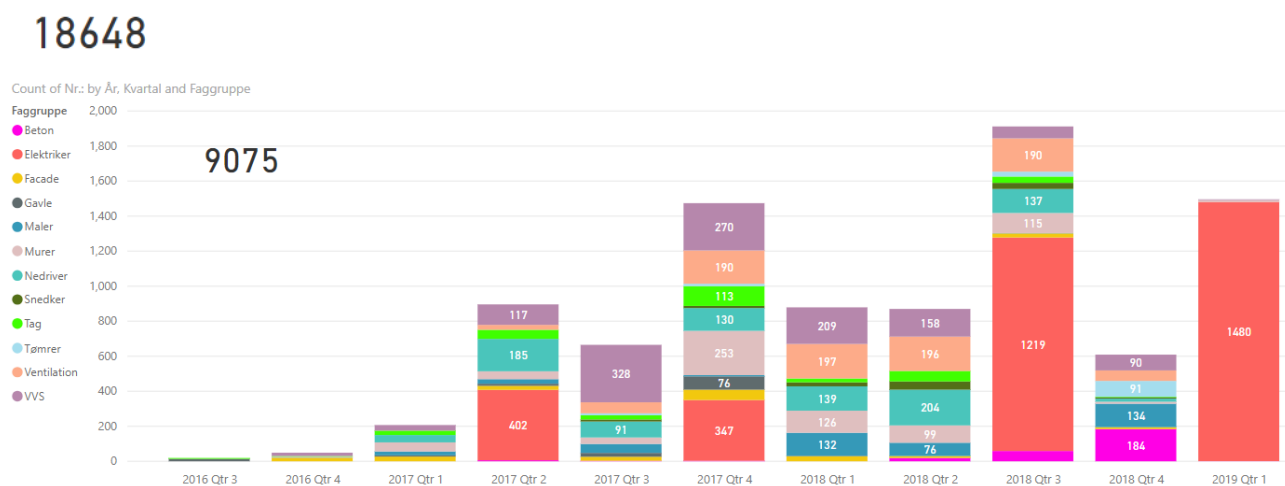
til underentreprenørendes timeregnskaber. Hvorfor vi baserer produktivitetsanalysen på data fra LPS-planen, ift. de indvendige arbejder i rækkehusene.

6.6.5 Kvalitet

En god kvalitet i projekter er et vigtigt værdiparameter for bygherren og ikke mindst Landsbyggefonden. Kvaliteten dokumenteres igennem kvalitetssikringsregistreringer der udføres som egenkontrol af de udførende fagentreprenører. Kvalitetssikringsmaterialet er et vigtigt element når boligforeningen skal aflevere dokumentation til Landsbyggefonden, som beviliger pengene til renoveringsarbejdet.

Entreprenøren bruger Ajour System som kvalitetssikrings-, mangel- og tilsynssystem, til at koordinere ad hoc - og fortløbende opgaver. Samtidig er systemet blevet brugt til at sikre dokumentationen for kvaliteten. De forskellige fag har hver deres kontrolplaner, som skal sikre de får dokumenteret, at deres arbejde er udført efter gældende lovgivning og aftalegrundlaget.

Figur 52 fremstiller mængden af de kvalitetssikringsregistreringer fagentreprenørerne har udført i forbindelse med deres arbejde på hele byggeriet. Der er, som illustrationen viser, blevet udført løbende kvalitetssikring fra 2016 til 2018 med svingende intensitet. I 2017 stiger registreringerne løbende gennem året, hvilket er naturligt fordi bemanningen og aktiviteterne også stiger i den periode. Vi ser altså at registreringerne følger arbejdets fremdrift, hvilket tolkes som et sundt tegn.



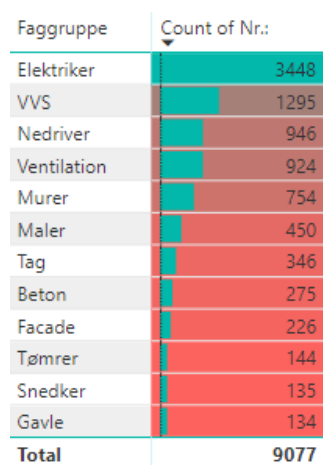
Figur 52 - Søjlediagrammet viser antallet af kvalitetsregistreringer pr. kvartal. de forskellige farver i grafen er de forskellige fagentreprenører som har været tilknyttet projektet. X-aksen viser datolinjen, Y-aksen viser antallet og farverne viser de forskellige fag.

Disse registreringsdata viser bl.a. at elektrikerne, har fire store klumper af registreringer (de røde). Elektrikerne har lavet en stor del af registreringerne på projektet, men da de kommer i klumper, indikerer det at deres aktiviteter har været meget komprimeret eller i hvert fald at registreringerne er udført på samme tid.

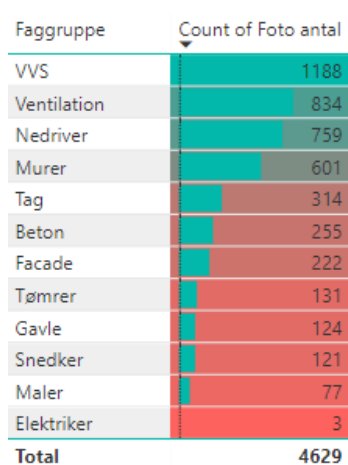
Registreringsdata indeholder både tekst, tjekliste af de punkter som skal kontrolleres på de forskellige bygningsdele, dato mv. Men der ses også hvor mange billeder der er lavet i kvalitetssikringsmaterialet pr. fagentreprenør. Vi syntes det var interessant at se om der var sammenhæng mellem billeder og antallet af kvalitetssikringsregistreringer, da billederne ofte bruges som sikkerhed for at arbejdet er udført som beskrevet. Elektrikerne har som nævnt mange registreringer, men kun få billeder. VVS'erne har et temmelig ligeligt delt forhold mellem billede og registreringer. Se figur 54 og 55.

Vi er ikke gået dybere ind i analysen. Derfor kan vi heller ikke konstatere om der ville have været et behov for flere billeder eller ej. Men det er interessant at disse data er tilgængelige, og giver et godt

helhedsorienteret billede af kvalitetssikringsmaterialet og processen samt entreprenørens anvendelse af kvalitetssikringssystemet.



Figur 53 - Antal af kvalitetssikringsregistreringer pr. fag.



Figur 54- Antal af fotos på kvalitetssikringsregistreringer pr. fag.

Analysen af registreringsdata, som er opsamlet løbende på projektet, skaber indsigt i projektet og - anvendelsen af de digitale værktøjer.

Registreringerne er fordelt jævnt mellem etageblokkene og i rækkehusene. Vi ser igen spektakulære udsving i antallet i de forskellige blokke, men at hvert fag har lavet registreringer jævnt fordelt mellem blokkene.

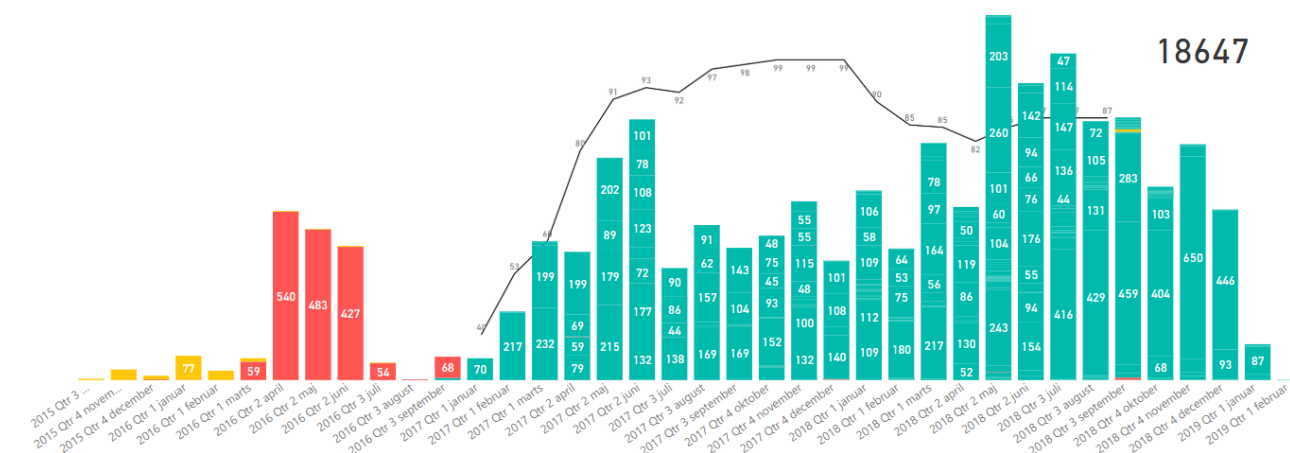
Sammenholdes analysen af manglerne på de forskellige entrepriser med beboervurderingerne, viser det at de i grove træk stemmer overens. Sammenholdes områderne hvor beboerne mener der er udført arbejde af reduceret kvalitet med de mangler som er noteret i kvalitetssikringssystemet, så stemmer de fejl og mangler i systemet godt overens med, hvad beboerne siger, for eksempel ses mange fejl på flise arbejdet. Murerentreprisen har altså haft flest mangler når det gælder flisearbejdet i badeværelserne, hvilket er en primære gruppe af kommentarer fra beboerne.

6.6.6 Analyse af mangler på forløb 1 og 2

Fejl og mangler i byggeriet har stor indflydelse på byggeriets proces, kvalitet, entreprenørens performance og dermed den samlede produktivitet. For mange fejl og mangler er indlysende uhensigtsmæssigt, fordi de skal udbedres - og det tager tid og koster penge. Mange mangler kan et indikere at arbejdet ikke er udført i god kvalitet eller efter det aftalte. Vi har derfor analyseret projektets mangler i afleveringen, og hvilke entrepriser der har haft flest mangler samt i hvilke perioder de er konstateret.

Mangler kan kun vanskeligt undgås. I denne del af analysen ser vi på om der er en sammenhæng mellem bemanningen på pladsen og antallet af mangler. Derfor har vi i Figur 55 sammenstillet antallet af mangler pr. kvartal med antallet af personer som arbejdede på projektet, for at se om der er en sammenhæng mellem høj bemanning og mange fejl og mangler. De gule og røde søjler er hhv. prøveblok i rækkehuse og etageblokken og er ikke medtaget i analysen. Der er indsamlet 18.647 mangler i alt på projektet som er

fordelt på hhv. intern gennemgang, rådgivergennemgang og 1 årsgennemgang og de er fordelt pr. dato som vist herunder.



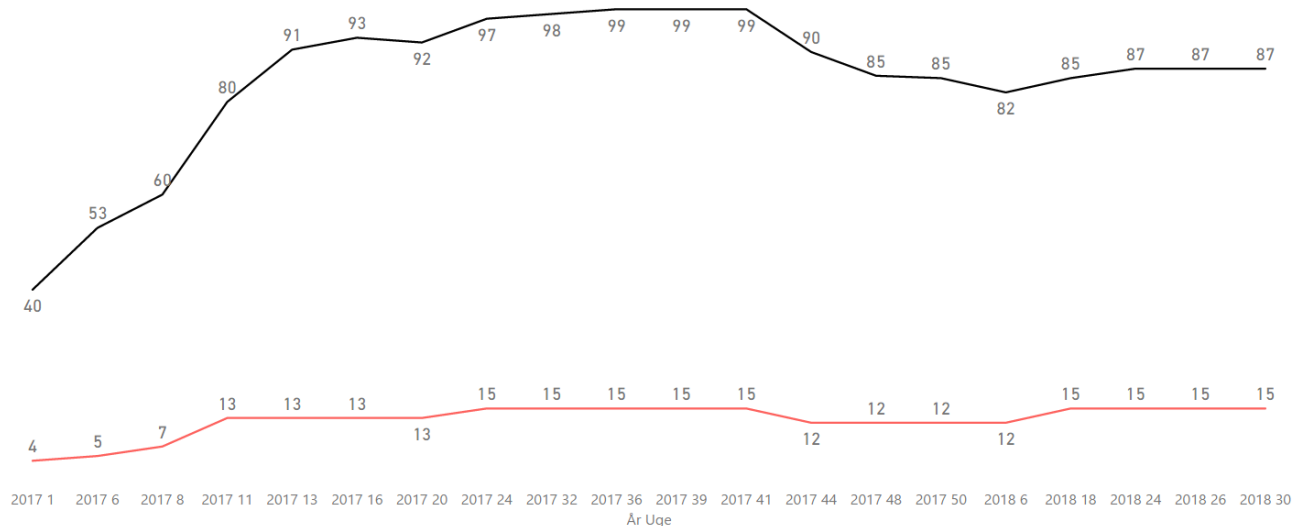
Figur 55 - Samlede antal mangler pr. kvartal. Den sorte kurve er bemanningen i antal personer på pladsen i samme perioder. figurens viser at der er en sammenhæng mellem aktivitetsniveauet og antallet af mangler i byggeriet. Sammenligningsgrundlaget er baseret på datoen. De gule søjler er prøveblokken i rækkehusene (116) og de røde søjler prøveblokken i etageblokkene 1005. Ud over at være repræsenteret på denne graf er prøveblokkene ikke en del af analysen.

Bemandingsplanen for byggeriet laves og opdateres på produktionsmøderne. Her angives bl.a. det antal folk som arbejder på byggeriet. Produktionsmøderne afholdes af projektledelsen med ca. 14 dages interval. Bemandingslinjen er på grafen er udelukkende inddraget for at vise forholdet, eller tendensen, mellem antallet af registrerede mangler og bemanningen på pladsen. En høj bemanning har åbenlys indflydelse på antallet af aktiviteter på pladsen.

Hvis vi ser på hvilke faggruppe der har fået fremsendt flest mangler, ligger flisemuren meget højt i antal. Det kan der være forskellige grunde til: 1) at han har haft den største entreprise, (økonomiopgørelsen fra de oprindelige tilbudslister viser at entreprisens størrelse tilsvarede ca. 10 % af økonomien på de indvendige arbejder). 2) Flisemuren laver finish arbejde, som er synligt og derfor får konstateret flere mangler under afleveringen. 3) Flisemuren har haft problemer med at udfører arbejdet iht. de forventede krav. Det er sandsynligvis en kombination af ovenstående faktorer.

Vi har også set på om murerentreprisen har haft en jævn bemanning på byggeriet, en spidsbelastning kan have haft indflydelse på udførelsesprocessen. Men selve bemanningen af murerentreprisen ser ud til at

være stabil og ligge på ca. 15 % af den samlede bemanning på pladsen, som den røde linje i figur 57 viser. Den sorte linje viser den samlede bemanning på hele byggeriet.



Figur 56 - Bemanning på pladsen. Sort linje er det samlede antal folk og den røde er murerentreprisens samlede bemanning på pladsen.

En mangel kan være sendt til en hovedentreprenør som er kontraktlig ansvarlig for kvaliteten og afleveringen af byggeriet. Men en hovedentreprenør kan sende en mangel videre, for eksempel fra en rådgiver, til den underentreprenør som hovedentreprenøren har indgået aftale med. (Der er ikke taget højde for afviste mangler i denne undersøgelse)

Derfor har vi også inddraget videresendte mangler som ses i Figur 57. Herunder ses at antallet af videresendte mangler på sagen øverst står den faggruppe som har flest registreret videresendte mangler. Det er ikke alle mangler der sendes videre.

Flisemurer	2752
VVS	941
Interne Tømrer	900
Maler	803
Elektriker	662
Hovedentreprenør	486
Ventilation	325
Malerfirmaet	80
EogP Mu	46
EogP service	46
Servicefirmaet	40
Tætninger	37
Total	7118

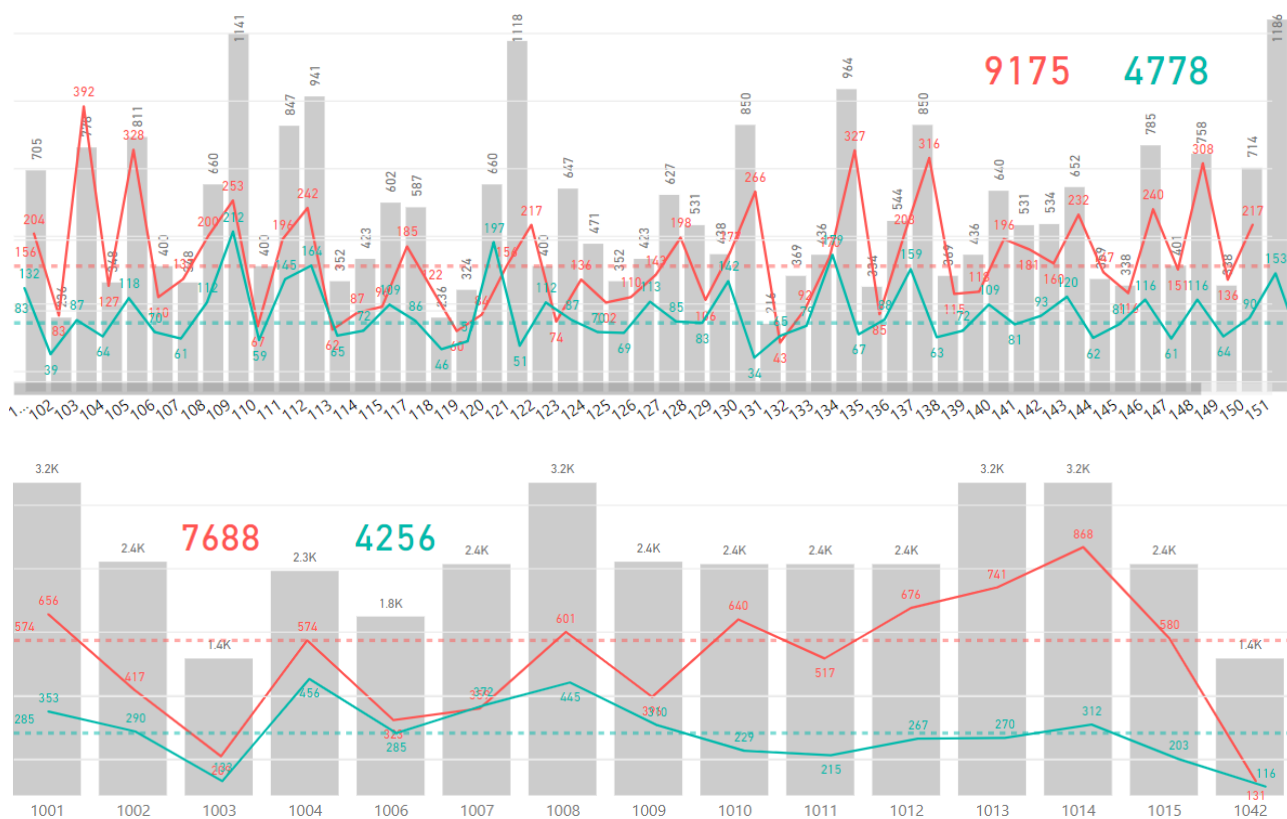
Figur 57 - Antallet af videresendte mangler til underentreprenørerne

Analysen viser at rådgivermangler primært er sendt til hovedentreprenøren, som har stået for udbedringen eller selv videresendt manglerne.

Tæt på 1/3 af de videresendte mangler er sendt til flisemuren. Netop denne entreprenør har modtaget en del kritik fra beboerne. De næste tre entreprenører har modtaget hhv. 941, 900 og 803 hvilket ca. svare til en videresendt mangel pr. lejlighed, hvilket igen lyder af forholdsvis lidt.

Vi har også set på udviklingen af registreringerne per blok – både hvad vedrører kvalitetssikringsregistreringer (egenkontrol) og mangler. Som man kan se på figur 58 har der været en naturlig stort antal digitale registreringer, som igennem byggeriet stiger og falder i forhold til det antal m2 som blokkene dækker. De røde linjer viser manglerne i blokkene, de grønne er kvalitetssikringsregistreringer og de grå søjler og tal angiver blokkenes størrelser i kvadratmeter.

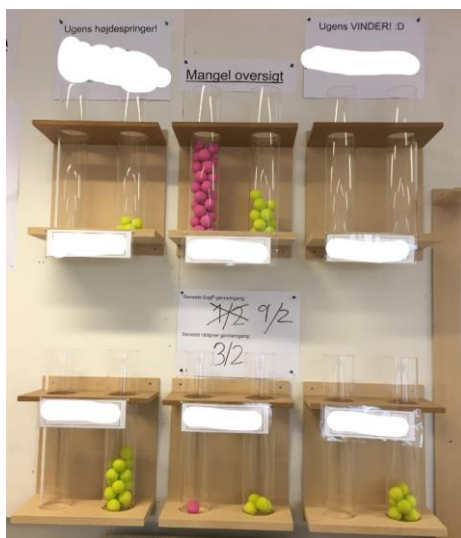
Der ses en del store udsving i mangler (de røde) i starten af byggeriet, hvilket må forventes i begyndelsen af en byggesag. Ses der på kvalitetssikringsregistreringer er de forholdsvis stabile, men følger udsvingene i blokkenes størrelser.



Figur 58 - Analyse af antallet af digitale registreringer i Ajour pr. rækkehusblok. Øverste graf viser rækkehusblokkene og nederste viser etageblokkene. De grønne er kvalitetssikringsregistreringer og de røde er mangler ved afleveringen af arbejdet. De grå søjler viser hvor mange m2 bolig der er i hver blok, (baseret på rådgivernes opgørelse.)

Som opsummering har analysen medtaget 16.863 mangelregistreringer, hvor en del af disse er de 7.118 videresendte mangler. 9.024 KS-registreringer (det er mindre end de 18.647 som figur 56 fortæller, dette skyldes at prøveblokkene er fratrasket i figur 59 og 60).

Kvaliteten og antallet af fejl og mangler har indflydelse på produktiviteten. Derfor bruges mangelregistreringerne som et parameter til projektgennemgangsmøderne for visualiserer, hvem der har gjort det godt og mindre godt i den forgangene periode. Denne analyse har set både på interne og eksterne mangler det såkaldte mestergennemgang og rådgivergennemgang. Herunder vises ses et billede af



Figur 59 – Billede fra skurvognen hvor de indsamlede data fra Ajour gøres virkelige. Hver mangle repræsenterer en bold i glasset, de to forskellige farver er hhv. rådgivermangler og E&P's egne mangler.

Selvom det umiddelbart kan virke som et højt antal mangler der er registreret på sagen, må det ses i kontekst til det samlede antal m2 og enheder der er blevet renoveret på Hjortegården. Dette er visualiseret i nedenstående tabel. Her ses at der i gennemsnit er 25 mangler pr. 100 m2 og udført ca. 7 kvalitetssikringsregistreringer pr. 100 m2.

	M2 i alt	Mangler ialt	Mangler pr. m2	KS-registreringer i alt	Gennemsnit
Etageblokke	36.400 m2	7.688 stk.	0,21 stk. pr. m2	4.256 stk.	0,12 stk. pr. m2
Rækkehusblokke	26.300 m2	9.175 stk.	0,25 stk. pr. m2	4.778 stk.	0,16 stk. pr. m2
I alt	65.700 m2	16.863 stk.	0,26 stk. pr. m2	9.024 stk.	0,14 stk. pr. m2

Figur 60 - Denne tabel sammenstiller antallet af registreringer pr. m2 bolig for hele området. Prøveblokke er fratrasket i regnestykket. De sorte tal er m2 bolig. De røde repræsenterer mangler og de grønne tal repræsenterer kvalitetssikringsregistreringerne.

6.7 Ejendomsværdi

I denne dimension er interessen værdien af ejendommen før og efter renoveringen Den samlede ejendom, Hjortegården, er vurderet før og efter renoveringen. Indenfor almentnyttigt boligbyggeri gælder særlige regler som gør kvantitativ værdifastsættelse vanskelig hvorfor en kvalitativ vurdering gennemføres. Ved derefter at vurdere ejendommens kontante markedsværdi som investeringsejendom, før og efter, kan man vurdere værdiforøgelsen og sammenligne med den investering renoveringen er.

Den almene byggesektor har en række grundlæggende økonomiske og sociale spilleregler som adskiller sektoren fra det private ejendomsmarked (TBB 2018, TBB 2019a). Dette gælder blandt andet boligselskabernes forretningsmodel som er non profit, hvordan der må investeres i beboelserne og hvilken husleje der må fastsættes. Disse spilleregler er fastsat politisk af folketinget og indarbejder altså en særlig sektor i Danmark og i det danske ejendomsmarked.

Hjortegårdens værdi før og efter som ejendom bør derfor efter bygherres og landsbyggefondens opfattelse vurderes ud fra disse spilleregler.

3B anvender kvalitative slutvurderinger og værdifastsætter ikke ejendomme kvantitativt.

Landsbyggefonden har støttet Hjortegårdens renovering ud fra den almene sektors spilleregler og er fokuseret på genoprettelse i forhold til skimmelsvamp og som belastet område.

Ifølge landsbyggefonden ligger den væsentlige værdiforøgelse ikke på noget målbart. Den udgøres af det løft som ejendommen får i form af genopretning og som bidrager til at skabe tryghed i området. (Hjortegården er en del af et belastet område Birkholm i Herlev, men dog ikke er på de officielle lister TBB 2014, TBB 2019b).

Når et renoveringsprojekt, der er støttet af landsbyggefonden, er færdigt, indleverer boligselskabet som er bygherre et slutregnskab som så skal godkendes af landsbyggefonden og ofte også af kommunen.

Det er almindeligt at landsbyggefonden også giver driftsstøtte og at denne afdrages ved at nedskrive saldoen for landsbyggefondens støtte. Driften reguleres af en bekendtgørelse (TBB 2018).

Ifølge landsbyggefonden er det almindeligt at støtte projekter, som har et omfattende genopretningselement (og som altså i mindre grad værdiforøger bygningerne/ejendommene)

På et mere generelt plan støtter landsbyggefonden sig til de evalueringer som Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) og det nationale forsknings- og analysecenter for velfærd (VIVE) mfl. laver af den almene sektor.

Men der indgår ikke i dette omfattende set up af den almene sektor at værdifastsætte kvantitativt og/ eller gennemføre afskrivninger på ejendommenes værdi over tid.

Det er muligt at sælge almene boliger, men det sker yderst sjældent i Danmark. Internationalt, blandt andet i Sverige ser man dog at almene boliger sættes til salg på det private marked. I Sverige er dette en kontroversiel praksis, som kritiseres af blandt andet lejerforeninger (Hyresgästföreningen)

Den kvantitative vurdering er udført af en valuar /ejendomsmægler, der skelner mellem renovering der er genoprettende (hovedparten) og renovering der skaber en værdi forøgelse.

Valuarens vurdering er at en stor del af renoveringsprojektet er genoprettende og vedligeholdende. Det vurderes at cirka halvdelen af renoveringsprojektet er opretning, cirka 100 millioner vil gå til vedligeholdelse af bygninger og kun godt 50 millioner til decideret modernisering af bygninger. Under disse konditioner ser værdiforøgelsen for hele renoveringen således ud

Hjortegårdens værdi før renovering i kr.	1.164.420.000
Hjortegårdens værdi efter renovering i kr.	1.509.880.000
Værdiforøgelse i kr.	345.500.000
Renoveringsinvestering i kr.	649.600.000

Tabel 5- Estimat af ejendommens værdi før- og efter renoveringen. Værdiforøgelsen tager højde for lejeindtægter over 20 år.

Hjortegårdens økonomi forbedres af øgede huslejeindtægter, der dog forsøges at holdes på et lavt niveau, 1,2%. Dette niveau stammer for rammerne for socialt boligbyggeri og er et krav for at opnå støtte fra landsbyggefonden. 1,2% svarer til 10 kr. per kvadratmeter per år, eller 800 kr. for en 80 kvm lejlighed per år (gennemsnitslejligheden i Hjortegården er 79 kvm, den betaler i dag 70.125 kr. årligt i husleje eller 5.843 kr. per måned)

For at illustrere betydningen af huslejens udvikling kan man regne på etape 1's ejendomme. Med en huslejeøgning på 10 kr. per år ville det tage 72 år at tilbagebetale investeringen med 4% årlig afskrivning og med en minimal rente og lav inflation.

Boligselskabet beregnede i 2016 den forventede huslejestigning till 112 kr./kvm/år men forventede også at få støtte til fire års fastholdelse af den eksisterende husleje. Under disse konditioner vil investeringen i etape 1 være tilbagebetalt efter estimeret 29 år. En sådan huslejestigning ville indebære at en 80 kvm lejlighed ville opleve en huslejestigning på 13%.

Hvis huslejen for etape 1 øges med 150 kr. per kvm per år ville det tage 25 år at tilbagebetale. En sådan huslejestigning ville indebære at en 80 kvm lejlighed ville opleve en huslejestigning på 12.000 kr. per år eller 1.000 kr. måned, hvilket er en månedlig stigning på 17%.

Uanset huslejestigningerne er renovering en meget langsigtet investering for bygherre. Det skal (igen) understreges at denne værdiforøgelse og sammenligningen med investering og tilbagebetaling går ud fra en hypotetisk situation, hvor ejendommen og boligselskabet opererer på det private udlejningsmarked. Men under disse præmisser er investeringen ikke specielt attraktiv.

Da 3B og Hjortegården ikke opererer ikke på det private marked og ikke overvejer salg (som endnu er en sjældenhed indenfor almene boliger) Så er den fundne balance mellem investering og markedsbaseret værdiskabelse af mindre betydning. Den snævre ejendomsværdi skal ses i sammenhæng med de andre værdier som socialt boligbyggeri repræsenterer.

7.0 Diskussion

Diskussionen følger rapportens hovedstruktur. Her diskuteres først processen, derefter de forskellige former for performance.

Processen

Forberedelsen, programmering og projektering var en langtrukken proces. Alle parter er tidligt aktive i at sikre et godt samarbejde, blandt andet ved at anvende "tidlig inddragelse" og introducere en evalueringsrunde efter prøveblokkene.

Prøveblokkene gennemføres længe inden produktionen kommer i gang, noget der giver afbæk i processen. Produktionen af prøveblokkene bliver også meget dyr, men leder dog til at ventilationsanlægget i etageblokkene tages ud af projekter og at anvendelse af stillads udskiftes med anvendelse af arbejdsplatforme, hvilket er langt mere rentabelt.

I forløb 1 er de fire ugentlige LPS-møder et stærkt koordineringsværktøj, de fungerer også som sådan. De vigtigste forstyrrelser hidrører fra udfordringer i kommunikationen med beboere, nedriverfirmaet og de som er ansvarlige for arbejdsplatformene. Men processen møder også flere af de "typiske" "uforudsete" forstyrrelser et renoveringsprojekt ofte oplever. I Hjortegården gælder det asbest og PCB. Samspillet med beboerne, der er i lejlighederne der skal renoveres, indeholder også uforudsete elementer som beboere der er bevægelseshæmmede, har hunde, eller i et enkelt tilfælde er afgået ved døden. En planlagt stærkere koordinering/samordning af bestilling og levering af materialer til badeværelser bliver opgivet som konsekvens af at mureropgaven skifter mandskab til et eksternt firma.

VDC-processen gav ret begrænsede resultater og dette førte til at forløb 2 ikke rådede over en implementeret VDC-variant som det blev planlagt i sommeren 2016. Den eneste IKT investering der blev gennemført, den digitale skurbog, havde kun lille relation til VDC-visionen. Men forståelsesrammens konceptualisering af hvordan Virtual Design and Construction kan påvirke performance, både af et projekt og af de deltagende virksomheder og for kunden/bygherren blev anvendt som en inspirationskilde for VDC-processen.

VDC's karakteristika som koncept for nybygning i totalentrepriser kan godt tilpasses til renovering i Danmark, der typisk foregår med projektering og byggeri adskilt, med anvendelse af storentrepriser eller lignende og med lille anvendelse af totalentrepriser eller partnering. Hvis man vil anvende VDC skal det sikres at de projekterendes BIM-modeller har en kvalitet så de kan anvendes af entreprenøren og entreprenøren skal være klar til at bruge dem. Og der skal være en tilstrækkelig integreret arbejdsform

Sidstnævnte var til stede på Hjortegårdsprojektet hvor man anvendte en samarbejdsform, som delvist kan karakteriseres som "tidlig inddragelse". Det indebærer at BIM-modeller for dele af renoveringen ku have været et integrerende element. Det var dog mere et organisatorisk samarbejde end et teknisk der blev realiseret.

Kommunikationen med beboerne blev en gennemgående udfordring uanset mange tidlige tiltag og en systematisk varsling. Prøveblokkene skabte betydelige beboer kommentering og nogle beboere vedblev med at være kritiske overfor renoveringsprojektet hele veje igennem forløb 1. Processen var også karakteriseret ved spændinger internt i bygherreorganisationen mellem 3B, boligforeningens afdelingen og beboerne.

Forløb 2 var i høj grad en produktionsfase, hvor der var meget gentagelse. Især tagene på etageblokkene og rækkehusene kom ind i en stabil fase, som også endte med at tagene var færdiggjort før tid (maj 2018 ift. august 2018). Forløb 2 og fase 1 endte også med at projektet var færdigt til tiden.

Etape 2

Hvor forløb 1 og 2 i etape 1 viste udfordringer når det gjaldt arbejdstakten, var etape 2 præget af en realisering af en højere arbejdstakt. De forskellige dele af renoveringen blev afsluttet på forskellige tidspunkter fra foråret 2018 og frem til jul 2018. I 2019 har der været gennemført justeringer af anlæg og udbedring af fejl og mangler frem til aflevering. Gartnararbejdet fortsætter frem til oktober 2019.

Performance

Virksomheder

De tre centrale virksomheder i projektet arkitekt, ingeniør og E&P har alle opnået kompetence- og konkurrencemæssige fordele af at deltage i projektet. De vinder alle lignende store opgaver efterfølgende, længe inden Hjortegården er afsluttet. Selvom projektet på nogen områder er udfordret, indvirker dette ikke på virksomhedernes videreudvikling.

Bygherreværdi

Interaktionen med beboerne og inddragelsen af dem startede tidligt. Der er blev afholdt en lang række informationsmøder og møder, hvor der blev skaffet grundlag for beslutninger, for eksempel prioritering af forbedringer finansieret med kreditforeningslån og orientering om tilvalg. Et beboerkontor og et tilvalgsgalleri blev oprettet og drevet på pladsen i et parterrelokale. Flere websites giver løbende information om byggeriets udvikling, herunder E&Ps egen hjemmeside for projektet, hvor ugeplanerne for produktionen er tilgængelige.

Også i selve renoveringsprocessen er et helt systematisk varslingssystem blevet brugt. Den enkelte beboer er i princip blevet informeret i god tid om forestående arbejder på en række forskellige måder. Men det er tydeligt at dette ikke nok, der skal også flere typer direkte kommunikation til og der er mange eksempler på frustration på begge sider når dette ikke har fungeret. For entreprenøren er det fristende at se beboerne som et forsinkende element i denne proces. Beboerne derimod oplever at planer og varslinger ikke bliver fulgt.

Jacobi (2016) hævder at brugerinddragelse fremmer produktiviteten. Han peger på fem former for inddragelse:

- Inddragelse af brugeres viden i projekteringsfasen
- Ejerskab til løsninger
- Inddragelse af brugere i planlægning af byggefasen
- Løbende kommunikation
- Lokal genhusning

Hjortegården var karakteriseret af information til brugerne i projekteringsfasen om arbejdet, blandt andet via et byggeudvalg knyttet til afdelingens bestyrelse. Der blev afholdt flere beboerworkshops i forbindelse med opstart af projekteringen for at inddrage beboerne, men der blev ikke tale om direkte inddragelse. Der blev opnået et vist ejerskab til løsningerne, men især blandt boligforeningens bestyrelse og byggeudvalg og blandt nogen af de aktive beboere der deltog i informationsmøder. Mange andre beboerne var der ikke

rigtigt kontakt med før der skulle renoveres. En beboergruppe oprettede en kritisk Facebook gruppe for at informere hinanden om renoveringens forløb.

Der blev kommunikeret og løbende informeret om planerne for byggeriet, men brugerne var kun i beskedent omfang involveret (og mest byggeudvalget).

Muligheden for at blive boende under processen er en værdi for bygherren/beboerne på Hjortegården. Jacobi (2016) fremlægger erfaringer fra andre renoveringsprojekter hvor genhusning blev oplevet positivt. Det var ikke ønsket her i udgangspunktet, men lange processer, hvor beboerne skulle anvende campingtoiletter og badekabiner udfordrede denne beslutning.

Jacobi (2016) er også fortalende for anvendelse af "mock ups" og andre test former. Det tidlige langstrakte forløb omkring prøveblokkene på Hjortegården indebar at beboerne oplevede at renoveringsprojektet var trukket ud over meget lang tid (november 2015-juni 2018 for etape 1 s vedkommende). At bo ved en byggeplads over mere end 2½ år påvirker beboernes værdioplevelse markant.

For den enkelte beboer var tiden, hvor der var indgreb i den enkelt lejlighed nok mere afgørende for oplevelsen af projektet. Også her var der udfordringer om varslinger og lange processer.

På produktsiden er det formentlig karakteristisk at værdioplevelsen beror på at bebyggelsen genoprettes og problemer med skimmelsvamp håndteres.

Produktivitet

Produktiviteten er målt dels på units, dels på forløb 1 og 2 (etape 1) og etape 2. Units omfatter etageblokkenes badeværelser, etageblokkenes altaner og parterrepartier, etageblokkenes tage og rækkehusenes tage.

Etageblokkenes badeværelser er en af de mere komplicerede processer med mange arbejdsopgaver og direkte interaktion med beboerne. Målingen viser at fremdriften i forløb 1 og forløb 2 har været god. Og dette er fortsat i etape 2. Der er stor variation per blok, men en kumuleret produktivitet med lineær regression viser en stigende produktivitet på 13,6%.

Etageblokkenes altaner, gavle og parterrepartier er blevet udskiftet og renoveret. Også denne opgave er relativt kompliceret med mange forskellige opgaver. Produktiviteten i produktion af altan og parterreparti er stigende henover etape 1 og 2. Antallet af færdige altaner per uge steg med 150% målt henover hele perioden, ligesom timeforbruget på altanakkorden er faldet med 15%. Sammenholdes disse er forøgelsen 131%.

Etageblokkenes tage er nok den mest regulære og gentagelsesprægede opgave med få forskellige aktiviteter. Arbejdsopgaverne var tæt sammenkoblede og kunne gennemføres uden overdækning. Den oplevedes af byggeledelsen som velfungerende. Ikke desto mindre viser vores måling at produktionstakten i tag renoveringen målt på enheder har været faldende, samlet 30% over hele processen (etape 1 og 2) men sammenholdes dette med det lavere timeforbrug er produktiviteten forbedret med 6%. Tagene i etape 1 var færdiggjorte i maj 2018 og tilsvarende var tagene færdige tidligere andre dele i etape 2. Der blev primært anvendt arbejdsplatforme og mobillifte til tagrenoveringen efter at prøveblokken havde vist at stillads hele vejen rundt om bygningen var en dyr og unødigt løsning. Dette skift fra stillads til arbejdsplatform har haft positiv indflydelse på produktiviteten, men skiftet skete inden målingen gik i gang så det er ikke muligt at kvantificere denne forbedring.

Tage og ventilation på rækkehusene var mere komplicerede end forventet. Målingen viser at produktiviteten har været stigende, 6%, ud fra måleenheden løbende meter i etape 1 og 2. Inddrages timeforbruget på tømrerakkorden for E&P viser den et faldende timeforbrug på 12 % over etape 1. Her har produktiviteten altså været markant stigende, 30%. Analysen viser også at lange rækkehusblokke laves markant hurtigere færdigt end en kort.

Badeværelserne i rækkehusene viser en produktivitetsforbedring på 35% over etape 1 og 2 målt på antal enheder færdiggjort per uge. Der er dog også meget store udsving undervejs.

Kvalitetsmålingen viste et stabilt niveau for mangler og kvalitetsregistreringer i hele forløbet. Projektet havde forventelige kvalitetsproblemer i begyndelsen og realiserede en noget forbedret performance i forløb 2 end i forløb 1 (begge i etape 1), når man medtager at bemanningen var markant forøget i forløb 2, sammenlignet med forløb 1. Etape 2 viser et stabiliseret niveau. Der er registreret noget som kan opleves som et meget stort antal mangler, men det afspejler måske snarere at vi med digitalisering registrerer langt mere end tidligere.

Resultaterne er samlet i figuren nedenfor. Samlet har produktiviteten været stigende på alle delområder, nogle steder endda markant stigende (etageblokkenes altaner) hvis man samler blokkene, etage- og rækkehus- under et. Produktiviteten har varieret meget på alle delområder, men viser stigende tendens. Det kan lægges til at entreprenøren er tilfreds med sin indtjeningsgrad i projektet. Bygherren har kalkuleret med det realiserede prisniveau. De deltagende firmaer har opnået konkurrence og kompetence fordele. Beboerne er garanteret en lav huslejestigning, men er ellers nok den aktør som har artikulert mindst tilfredshed.

Boligtype	Renoveringsdel	Produktivitetsudvikling %	Målemetode
Etageblokke	Altaner	131	Enheder/timer
Etageblokke	Tage	6	Enheder/timer
Etageblokke	Badeværelser	14	Enheder
Rækkehuse	Tag og ventilation	30	Enheder/timer
Rækkehuse	Badeværelser	35	Enheder

Forløbet viste sig at have svingende produktivitet, uanset at E&P's pladsledelse oplevede noget andet og også forhandlede akkorder som om produktiviteten var systematisk øget, noget vi altså har kunnet eftervise, men kun med lineær regression henover store udsving (noget som Thomas 2009 også viser).

Interaktionen med beboerne i byggeprocessen er et fuldstændigt integreret element af en renoveringsproces som Hjortegården. Et helt systematisk varslingsystem er obligatorisk i renovering med beboerne boende i ejendommen. Men det er ikke nok, der skal også direkte kommunikation til og sammenlignet med nybyggeri eller genhusning er det fristende at se beboerne som et forsinkende element. Samtidig er muligheden for at blive boende under processen en værdi for bygherren.

Det fjerde aspekt af vores performance model, ejendomsværdien er relativt tæt forbundet med bygherreperformance, den anden dimension. Et almennyttigt boligselskab som 3B/KAB der driver Hjortegården har en forretningsmodel svarende til an placering indenfor den almene sektor i Danmark, en tredje sektor der hverken er offentlig eller privat og hvor finansielle transaktioner som investering, forretning og afskrivning følger særlige regler. Vi har valgt at vurdere forøgelsen af ejendomsværdien ud fra det private markeds præmisser for at få en uafhængig vurdering. Vurderingen viser at værdiøgningen ikke

er i balance med investeringen i en estimering over en tyveårig periode i 2018. Der vil være lange tilbagebetalingsperioder da huslejestigningerne er og skal være begrænsede. Da ejeren/bygherren opererer efter andre finansielle spilleregler er det bygherre performances dimensioner der bliver afgørende for bygherrens oplevelse af værdi, altså bygherrens tilfredshed med det byggede resultat og beboernes oplevelse som diskuteret ovenfor.

Sammenstilles de fire typer af performance for Hjortegården har den været stigende igennem processen. De investeringer der gøres, betaler sig hjem når man gør performance op som en kombination af kvantitative og kvalitative elementer. Denne bygger på de ret forskellige delpowerresultater og oplevelser hos de deltagende aktører. Hvor de deltagende byggefirmaer udvikler kompetence og entreprenørerne realiserer stigende produktivitet, der har bygherren en acceptabel værdiskabelse for beboere og bygherre-repræsentanter og en nedprioritering af betydningen af ejendomsværdi på det private marked.

Samtidig viser performancevurderingen at der er en række forbedringsmuligheder som vi udbygger nedenfor under anbefalinger. På beboersiden kunne bedre indledende registrering og styrket kommunikation i hele forløbet have forbedret samarbejdet. På VDC er der muligheder for en mere integreret proces med BIM-modeller og på IT er der muligheder for beboeradministrationssystemer der kobler stærkere til byggesagen. På materialeforsyning kan mere samlede leverancer og brug af leverandørens lagerplads give forbedringer. På kontrakt- og samarbejdssiden kan tidlige inddragelse og brug af en testdel (prøveblokke) anvendes mere målrettet. Kontraheringen af entrepriser under hensyntagen til især murerentreprisens betydning i en dyb renovering kan gives højere prioritet.

Læringskurve?

Sådan som projektet udviklede sig blev det den bedre udførsel af arbejdet, læringseffekten, som blev det centrale middel for forbedring af performance i projektet. Altså det forhold at håndværkere og bygningsarbejderes gennemførsel af de samme processer et stort antal gange skulle give mulighed for forbedret performance, eller mere specifikt produktivitet (Det kan bemærkes at vi ikke har målt på om gentagne interaktioner med beboerne indebar forbedringer i entreprenørernes håndtering af interaktionen med beboerne, noget som ville have indflydelse på bygherreperformance).

Sjakkenes akkord blev genforhandlet i fælles forventning om at der var en læringseffekt, der indebar at arbejdet kunne gøres hurtigere. En mulighed som er indbygget i overenskomsten (Gottlieb & Haugbølle 2010). Akkorderne omlagdes for både rækkehuse og etageblokke sådan at de fulgte forløb 1 og forløb 2 i forskningsprojektet. Som tidligere nævnt viste det sig ikke som øget produktivitet før etape 2.

Der er stor variation i opgaverne i nogle dele af byggeriet, i.e. badeværelser og lille variation i andre, tage. Denne forskel viser sig ikke i målingerne af produktiviteten. Tværtimod er resultaterne forskellige for etageblokkene og rækkehusene, når det gælder badeværelser og tage.

På alle delopgaver har der været målt på om produktiviteten stiger henover forløbet. Det gælder altaner på etageblokkene, badeværelser i og tage på etageblokke og rækkehusene.

Kvalitetsmålingen viser et stabilt niveau hen igennem processen, efter et indledende lavere niveau.

De indledende arbejder med prøveblokke var som nævnt tænkt som en måde at køre produktionen ind på. Dette blev meget dyrt for projektet og sikrede tilsyneladende ikke en mere højproduktiv produktion (dette er dog ikke målt, vi ved ikke hvordan projektet ville være forløbet uden prøveblokke). At produktiviteten derfor blev lav i starten passer med Thomas (2009) resultat og står i modstrid med Jacobi (2016:14) der

hævder at renoveringsprojekter i Danmark har gode erfaringer med anvendelse af tidlige tests, for eksempel i form af mock ups.

Samlet må det vurderes at læringseffekten viser sig på nogen entrepriser, men ikke entydigt på alle entrepriser og dele af byggeriet. Den gode intention med at teste en del af byggeriet i starten havde ikke klare effekter og kvaliteten var lavere i starten af den regulære renovering efter prøveblokkene. Justeringen af akkorderne blev modificeret af andre forhold i fremdriften.

Metode

Projektet er blevet evalueret for performance indenfor rammerne af et budget på en million kr. Dette har muliggjort en kombination af proces- og resultatevaluering og en udvikling og brug af en firedimensional performancemåling. Ikke desto mindre har det samtidigt været et orienteringspunkt for metoden at anvende elementer som aktørerne selv ville kunne anvende i fremtiden indenfor mere begrænsede budgetter. Den kvantitative metode bygger derfor på data som aktørerne selv indsamler. Det gælder først og fremmest data fra last planner møder og fra akkorder i hovedentreprenørens del af produktionen. Hvilket er et stort og interessant materiale.

Forskningsprojektet har i et vist omfang anvendt big dataanalyse. Dette krævede et stort forarbejde. Men der er mange nye muligheder for byggevirksomhedernes erfaringsopsamling og planlægning ved for eksempel at kombinere tidsplaner og -opsamling (som i LPS), løninformation og kvalitetsdata. Her er nye teknologier til datafangst (capture) både en stor udfordring og en stor mulighed.

Data fra tidsplaner og akkorder i dette projekt er desværre struktureret på en måde der gør sammenstilling vanskelig. Det vil kræve en omstrukturering af både planlægningsdata og løndata, hvis hovedentreprenøren skal udnytte materialet. Årsagen er ikke IT-systemers proprietære formater eller udvekslingsproblemer, men snarere forskellige måder at strukturere data på. Der anvendes ikke ensartede synonymer for de enheder og parametre man registrerer. For eksempel registrerer man på nogle datasets tidsperioder pr. uger og andre pr. dato, hvilket vanskeliggør disse analyser. Der bliver ofte tilføjet forskellige navne på de firmaer man entrerer med og der er ikke konvergens i måden man strukturerer adresseniveau, blok niveau eller område niveau. Nogle gange kaldes en etageblok ved husnummer, andre gange opgangsnummer og til tider udelukkende blok nummer. Der er altså ikke mulighed for at koble data til de samme enheder. Dette skaber en udfordring i at skille data ad og i stedet for at skabe indsigt skabes kompleksitet og udfordringer i analysearbejdet. Denne observation ses på følgende områder:

1. Tidsforbrug
2. Mængdeopmåling
3. Økonomi og stædeopgørelse
4. Mangleafhjælpning
5. Kvalitetssikring

Der er flere typer af data forskningsprojektet har måttet opgive at indsamle og/eller ikke har fået adgang til. Flere af underentreprenørens registrering af timer foregik på kvartalsbasis og kunne ikke anvendes til detailanalyse. Bygherrens informationer om de enkelte beboeres vurdering af projektet indgår ikke. Nøgletal fra hovedentreprenørens projektrejskab er vi orienterede om, men har ikke haft mulighed for at analysere dem i detaljer.

Teori

Forskningsprojektet valgte en praktisk pragmatisk tilgang til performance ud fra lignende projekter, hvor der peges på store udfordringer og ressourceforbrug i dataindsamlingen. Det giver mening at anvende relativt enkle mål for de forskellige dele af performance, herunder produktivitet, end at forsøge at bruge mere komplekse produktivitetsteorier som total function productivity (Bernold & Abourizk 2010).

Forskningsprojektet havde initialt svært ved at finde stærke teorier om performanceeffekter, herunder produktivitet, af VDC: Den ene vanskelighed var at mange forskningsbidrag er relativt upræcise om det konkrete indhold i VDC som eksempelvis hvilken betydning BIM systemets indhold af dedikerede objektbiblioteker (det gælder for eksempel Kunz & Fischer 2012), en fuld VDC løsning er en informationsinfrastruktur bestående af en række sammenkoblede systemer, men dette er kun sporadisk undersøgt i litteraturen (en undtagelse er Andersson et al 2016). Den anden vanskelighed er at de fleste bidrag fokuserer på nybyggeri og på projektering mere end produktion. Hvor behovet her var/er måling af VDC's effekt på produktion. En tredje vanskelighed er at der skal måles på nye hybride praksisser hvor mennesker og digitale teknologier spiller sammen på en kompleks måde (Whyte, 2011). Som bekendt fik disse vanskeligheder ikke betydning da hovedentreprenøren ikke indførte VDC eller elementer heraf.

8.0 Perspektiver

Produktivitet

At produktiviteten i dette projekt ikke er blevet højere over tid end tilfældet er måske ikke her og nu et problem for de deltagende aktører. De opnår derimod en række fordele og er tilfredse eller accepterer resultatet. Men set ud fra et samfundsmæssigt perspektiv udgør renoveringen af de almene byggeri en betydelig udfordring, også økonomisk. I dette perspektiv er der hårdt brug for produktivets- og performanceforbedringer.

Effekt af VDC og digital infrastruktur

Projektet rejser en række nye åbne spørgsmål om hvordan entreprenøren kan gribe anvendelsen af VDC an. Som påpeget mange gange viser vores undersøgelse et behov for en mere byggeorienteret VDC, hvor der er mere fokus på planlægning og gennemførelse af produktion. Men vi har også peget på en "puslespils" tilgang hvor det dels anerkendes at VDC ikke er lig med Revit eller BIM-anvendelser, men handler om flere systemer der skal spille samme. Dels anerkendes at entreprenører vil have behov for en styret gradvis indførelse af en sådan integreret informationsinfrastruktur med mange koblede IKT-systemer (digitaliseringsteknologier) med stærk og problemfri integration.

Manglende integration – både af data og organisation

Visualisering er mindre afgørende, mens integration er blevet vigtigere og vigtigere efterhånden som entreprenørens IKT-systems udvikler sig til et komplekst økosystem, der helst skal hænge sammen.

Pt. giver manglende integration i et byggeprojekt som Hjortegården en række udfordringer:

- Der produceres en stor mængde data, men kun en del af dem lagres i for eksempel databaser
- Fælles data samles ikke op: det gælder for eksempel tidsforbrug sammenholdt med planer
- Der er ikke fælles format eller standard for opsamling af data, noget som skaber barrierer for anvendelse af data til performanceforbedrende arbejde

- En afgørende proces; den der håndterer informationer relateret til den enkelte beboer, er ikke sammenhængende, men fordelt på flere aktører. Det gælder metadata om beboeren, tilvalg, produktionsplan, husleje og huslejustering. Som er fordelt på boligselskabet, entreprenører og materialeleverandører.
- Men også kvalitetsregistreringssystemet (Ajour) anvendes i dag som en "stand alone" løsning og kunne også kobles stærkere sammen med produktionsplanlægning og indkøb

Omvendt kan det også noteres at datagrundlaget for rapportens produktivitsberegninger delvist er hentet fra Last Planner mødernes ugeplaner. Disse er inddateret i Excel ark, og der er derfor ikke langt til at entreprenørerne som deltager vil kunne integrere LPS planerne i databaser og dermed udvikle et analysegrundlag for produktivitsudvikling. Dette analysmateriale vil kunne udnyttes med big data analyseværktøjer. Dermed vil entreprenøren kunne gå fra "død data" til "smart data".

Metode/måling

Denne rapport repeterer desværre også nogle fortsatte metodeudfordringer. Eftersom der ikke blev implementeret en VDC-variant, men fortsat med hybride praksisser (mennesker og IT-systemer) med de eksisterende systemer, så udestår det fortsat at forstå, konceptualisering og kortlægge, hvordan en VDC variant til renovering præcis bør se ud, og hvor vil en sådan VDC variant især påvirke performance af et renoveringsprojekt. Det er en udfordring at for rådgiverne er en række fragmenterede små BIM modeller tilstrækkeligt for at projektere en renovering, der jo typisk vil bestå af dele af en eksisterende bygning. Og der en udfordring hvordan beboerne kan indgå i processen også IT-mæssigt. Hvordan kan og skal materialeleverancer integreres and hvordan skal planlægning, udførsel og tilbagemeldinger udnyttes.

9.0 anbefalinger

Beboersamarbejde

1. I de renoveringsprojekter hvor beboerne og/eller boligselskabet beslutter sig for at beboerne skal blive boende under renovering er det vigtigt at anerkende at sådanne projekter kræver særlige fremgangsmåder.
2. Det er forventelig at beboerne selv laver forbedringer i deres lejligheder. Der er derfor behov for en bedre indledende registrering af variationen i lejligheder, så man undgår fejlagtigt at antage at byggeriet udelukkende er karakteriseret ved repetition.
3. En styrket kommunikation og procesledelse i hele forløbet kan forbedre samarbejdet og bygherre/beboer oplevelse af værdiskabelse.

VDC og IKT

På VDC er der muligheder for en mere integreret proces med BIM-modeller. Projektet arbejdede med ret fragmenterede delmodeller, som ikke kunne bidrage med udtræk af mængder eller andre typer støtte til byggeproduktionen. Det er derfor vanskeligt at anbefale hvilket niveau af BIM støtte der vil være det optimale for en stor renoveringssag på produktionssiden. Opmåling med for eksempel laser bliver billigere og i kombination med dybe renoveringer som her, hvor relativt store dele af bygningen er involveret i renoveringen, kan det i fremtiden give mening at operere med hele modeller, som desuden så vil kunne anvendes til støtte for ejendomsdriften efterfølgende, noget som de fleste boligselskaber endnu ikke er klar til.

Anvendelse af big dataanalyse indeholder mange nye muligheder for byggevirkomhedernes erfaringsopsamling og planlægning ved for eksempel at kombinere opsamling af faktisk tidsforbrug med tidsplaner, i en mere elektronisk udgave af Last Planner Systemet. Men der er i princippet muligheder alle steder, hvor der samler sig store mængder data. Eller hvor nye teknologier til datafangst (data capture, som sensorer, laseropmåling, drone overflyvning) giver nye data. Dette er både en stor udfordring og en stor mulighed for byggevirkomheder og bygherrer.

Derfor må en praktisk her og nu anbefaling lyde, at man fremadrettet standardiserer sine entrepriser, kontoplaner, navne, kategorier og tidslinjer mm. da denne forholdsvis enkle manøvre kan skabe adgang til et helt nyt indblik i egne byggesager hvorved projektmedarbejdernes anstrengelser også kan skabe værdifuld indsigt til glæde for for eksempel tilbudsafdelingen eller på direktionsgangene – både under og efter afslutningen af byggesagen. Hvis en blok har haft højere produktivitet end andre kan det skyldes færre fejl, højere bemanning eller vejret. Kun ved at finde den egentlige kobling kan man i fremtiden få større glæde at alle de anstrengelser som man foretager i dataindsamlingen på disse store projekter. Excel er et godt og generisk værktøj, men fejlraten kan være stor. Data behandles mere sikkert i databasesystemer.

Projektet viste nogle data/informationsstrømme med relation til beboerne som et dedikeret IT-system kunne understøtte. Beboernes valg og tilvalg af materialer (for eksempel farver på fliser) er i en renoveringssag koblet til materialeindkøb og når installationen er gennemført grundlag for huslejusteringer. Her er der muligheder for beboeradministrationssystemer der kobler stærkere til byggesagen og som sammenkobler beboer, boligselskab, materialeleverandør og entreprenører. Et sådant system skal have stærke interfaces så sammenkobling kan ske per byggesag og med de konkrete IT-systemer de forskellige aktører anvender.

Læring

Læringen og den deraf afledte produktivitetsstigning kunne forbedres i Hjortegården. Det er vanskeligt for byggeledelsen at identificere læringseffekter da udførselstiderne svinger meget undervejs. En stærkere opfølgning af faktisk tidsforbrug og kvalitet ville formentligt kunne målrette en indsats i forhold til de entrepriser, hvor læringen ikke rigtigt viser sig. Det kan være nødvendigt at målrette møder med håndværkere og underentreprenører med fokus på konstaterede kvalitetsproblemer og organisatoriske barrierer for læring (erfaringsoverførsel fra gamle til unge for eksempel).

Organisation

1. På kontrakt- og samarbejdssiden kan tidlig inddragelse og brug af en testdel (prøveblokke) anvendes mere målrettet. Kontraheringen af entrepriser under hensyntagen til især murerentreprisens betydning i en dyb renovering kan gives højere prioritet.
2. Der er behov for IKT-kontrakter og eller samarbejdsaftaler der fokuserer mere på integration, så data kan overføres mellem aktørerne og gøre nytte i alle faser af renoveringen.

Ledelse

1. Det er tydeligt at hovedentreprenørens høje prioritering af koordination med last planner møder har understøttet projektets fremdrift. Der er ikke målt på hvordan forløbet ville have været uden LPS møderne, de blev anvendt i hele processen.
2. E&P drog også nytte af et velsamarbejdet og erfarent team, der kom samlet fra et andet større renoveringsprojekt. Det kan anbefales på denne måde at holde byggeledelsesteam sammen fra projekt til projekt, når og hvis projekterne minder tilstrækkeligt om hinanden.
3. På materialeforsyning kan mere samlede leverancer og brug af leverandørens lagerplads give forbedringer. Der er ikke direkte fundet eksempler på forsinkelser på grund af materialemangel, men det er sandsynligt at en mere samlet forsyning af materialer tilpasset de enkelte lejligheder, rækkehuse og opgange i etageejendommene ville have forbedret produktiviteten.
4. En anden dimension er ledelse af digitalisering. Det har været tydeligt at de digitale værktøjer har været uoverskuelige at sætte sig ind i, svære at lære at bruge og at der mangler viden om, hvor meget tid der skal afsættes til at implementere, vedligeholde værktøjerne/processerne. Herudover er det uklart om konkrete digitaliseringsteknologier overhovedet optimerer de eksisterende processer eller det blot lægger et ekstra lag af kompleksitet oven på et i forvejen kompliceret byggeri.

Problemet med den manglende vilje til at indføre nyt IT er at man ikke udvikler sig. Hverken projektet, virksomheden eller dennes medarbejdere ved i dag (efter projektet er stoppet), om der kunne have været fordele i at afprøve nye it-værktøjer. Hovedentreprenøren roses af mange for at være en rigtig god arbejdsplads, og mange kommer tilbage til virksomheden efter de har afprøvet andre udfordringer. Men der er ikke en kultur i virksomheden som styrker nysgerrigheden i at udfordre projekterne med nyt IT. Ledelse af digitalisering bør derfor have plads også på strategisk niveau.

10 Konklusion

Dette forsøgsprojekt har haft til formål systematisk at vurdere tids- og ressourceforbruget og den skabte værdi i et almennyttigt renoveringsprojekt. Primært i udførselsfasen sekundært i programmering og projektering. Dette er sket ved anvendelse af en evalueringsorganisation, der løbende har monitoreret projektet med hensyn til pris, tidsforbrug og aktiviteter i henholdsvis projekterings-, udførelses- og driftssammenhæng. Og det skete ved at sammenligne to forløb i projektet, et tidligt og et senere. I forsøgsprojektet deltog, den udførende entreprenør, leverandørerne, bygherre og rådgivere. Det er deres samlede performance der vurderes i rapporten.

Der blev udviklet en forståelsesramme af sammenhæng imellem performance og læring i en dyb renovering af lejligheder som forbliver beboet. Litteraturen peger på at udvikling af kompetencer kan lede til at arbejdstiden per enhed reduceres. Det er især tilfældet i byggeri og renovering med mange gentagelser og stort volumen over lang tid. Det er blevet undersøgt om Virtual Design and Construction kunne anvendes til at forbedre performance. Dette er interessant fordi VDC primært et koncept for nybygning i totalentrepriser, men som bør kunne tilpasses til renovering i Danmark, der typisk foregår med projektering og byggeri adskilt, og med anvendelse af storentrepriser eller hovedentrepriser.

Anvendelse af VDC er betinget af BIM-modellerne har en kvalitet, så de kan indgå i entreprenørens praksis - og entreprenøren skal have den fornødne viden til at bruge BIM og VDC-konceptet. Udfordringen som dette forskningsprojekt nuancerer er, at BIM-anvendelsen på renoveringsprojektet skal bidrage til at effektivisere opgaver som; leveranceplaner, strukturering af bebortilvalg, tidsplanlægning, mængdeudtræk, driftdata etc. Dette stiller anderledes krav til modellernes opbygning, som bør indeholde data, som er relevante for renoveringsprojektet, og så skal de digitale metoder være tilstrækkeligt integreret i entreprenørens arbejdsform og i IKT-aftalen.

Eftersom E&P ikke anvendte VDC i udgangspunktet, blev der gennemført en VDC-proces. Desværre gav processen ret begrænsede resultater og dette førte til at renoveringsprojektet ikke rådede over en implementeret VDC-variant. Den eneste IKT-investering der blev gennemført, den digitale skurbog, havde kun begrænset relation til VDC-visionen. Men forståelsesrammens konceptualisering af hvordan Virtual Design and Construction kan påvirke performance, både af et projekt og af de deltagende virksomheder og for kunden/bygherren blev anvendt som en inspirationskilde for VDC-processen.

Forberedelsen, programmering og projektering af Hjortegården var en langtrukken proces. Alle parter var tidligt aktive i at sikre et godt samarbejde, ved at anvende "tidlig inddragelse", prøveblokke og en efterfølgende evalueringsrunde. Prøveblokkene blev renoverede længe inden produktionen kom i gang. Det bliver også meget dyrt, men leder dog til at ventilationsanlægget i etageblokkene tages ud af projektet og stillads udskiftes med arbejdsplatforme.

I forløb 1 er de fire ugentlige LPS-møder et stærkt koordineringsværktøj, de fungerer også som sådan. De vigtigste forstyrrelser hidrører fra udfordringer i kommunikationen med beboere, nedriverfirmaet og de som er ansvarlige for arbejdsplatformene. En planlagt stærkere koordinering/samordning af bestilling og levering af materialer til badeværelser bliver opgivet som konsekvens af at mureropgaven skifter mandskab til et eksternt firma.

Forløb 2 var i høj grad en produktionsfase, hvor der var meget gentagelse. Især tagene på etageblokkene og rækkehusene kom ind i en stabil fase, som også endte med at tagene var færdiggjort før tid (maj 2018 ift. august 2018). Forløb 2 og fase 1 endte også med at projektet var færdigt til tiden. Det tilsvarende gjorde sig gældende for etape 2.

Performance

Performance blev analyseret i fire typer; virksomheders viden, bygherre, produktivitet i enheder i renoveringen og ejendomsværdi.

Virksomhedernes performance har udviklet sig positivt. De tre centrale virksomheder i projektet; arkitekt, ingeniør og E&P har alle opnået kompetence- og konkurrencemæssige fordele af at deltage i projektet.

Skabelse af værdi for bygherren hænger tæt sammen med interaktionen med beboerne og inddragelsen af dem startede tidligt. Der er blev afholdt en langt række informationsmøder og møder, hvor der blev skaffet grundlag for beslutninger, også andre kanaler for information og kommunikation var i anvendelse. Også i selve renoveringsprocessen er et helt systematisk varslingsystem blevet brugt for at informere den enkelte beboer om hvornår han eller hun ville blive berørt. Det er tydeligt at denne kommunikation ikke har virket optimalt. Entreprenørerne kommer ofte til at se beboerne som et forsinkende element i den daglige byggeproces. Beboerne på deres side oplever at planer og varslinger ikke bliver fulgt.

Boligselskabet havde ansvaret for kommunikationen med beboerne. Hjortegården var karakteriseret af information til brugerne i projekteringsfasen om arbejdet, men ikke direkte inddragelse. Der blev opnået et vist ejerskab til løsningerne, men især blandt boligforeningens bestyrelse og byggeudvalg og blandt nogen af de aktive beboere der deltog i informationsmøder. Mange andre beboerne var der ikke rigtigt kontakt med før der skulle renoveres. En beboergruppe oprettede en Facebook gruppe for at informere hinanden om renoveringens forløb. En gruppe som udviklede en kritisk stillingtagen til byggeriet.

Det tidlige langstrakte forløb omkring prøveblokkene indebar at beboerne oplevede renoveringsprojektet som langtrukket. At bo ved en byggeplads mere end 2½ år påvirker beboernes værdioplevelse i negativ retning. Det er endnu ved afslutningen af dette evalueringsprojekt for tidligt at sige om dette retter sig når hele området er færdigrenoveret og de udvendige dele retableret og forbedret. For den enkelte beboer var tiden, hvor der var indgreb i den enkelt lejlighed nok mere afgørende for oplevelsen af projektet. Også her var der udfordringer om varslinger og lange processer.

Produktiviteten er målt dels på units (som ex badeværelser), dels på hele forløbet etape 1 (forløb 1 og 2) og etape 2. Etageblokkenes badeværelser er en af de mere komplicerede processer med mange arbejdsopgaver og direkte interaktion med beboerne. Målingen viser stor variation per blok, men en stigende produktivitet henover forløb 1, 2 og etape 2. Etageblokkenes altaner og parterrepartier er også en relativt kompliceret opgave. Produktiviteten i produktion af altan og parterreparti var faldende i forløb 2 sammenlignet med forløb 1. Men produktiviteten er stigende henover i etape 2. Antallet af færdige altaner per uge steg med 150% målt henover hele perioden (etape 1 og 2). Også timeforbruget på altanakkorden er faldet med 15%. den resulterende produktivitetsstigning på 131% er den højeste produktivitetsstigning, der er målt i projektet.

Etageblokkenes tage er en ret regulær og repetitiv opgave med få forskellige aktiviteter. Produktiviteten i tag renoveringen har været svagt faldende i hele forløbet, men opgaven er færdig tidligere end badeværelserne.

Badeværelserne i rækkehusene viser en produktivetsforbedring på 40% over etape 1 og 2. Der er dog også meget store udsving undervejs. Dette er en markant stigning.

Målingen på tagene på rækkehusene viser at produktiviteten har været stigende. Produktiviteten steg 6% målt i løbende meter. Målt i timeforbrug på tømrerakkorden viser den et faldende timeforbrug på 12 %. Dette er også ret markante stigninger.

Kvalitetsmålingen viser et stabilt niveau for mangler og kvalitetsregistreringer i etape 1 og 2. Der var forventelige kvalitetsudfordringer i begyndelsen, hvilket gjorde at forløb 1 performere lidt dårligere end forløb 2 i etape 1. Etape 2 viser et stabiliseret niveau. Der er registreret noget som kan opleves som et meget stort antal mangler, men det afspejler flere registreringer af faktisk indtrufne kvalitetsproblemer og mangler end tidligere. Med digitalisering er på byggeriet vej ind i et ny kvalitetssikringsparadigme baseret på langt mere systematisk registrering.

Samlet har produktiviteten i de fleste delområder været stigende, nogle steder endda markant stigende (etageblokkenes altaner), hvis man samler blokkene, etage- og rækkehus- under et. Produktiviteten har varieret meget på alle delområder, men viser stigende tendens. Derudover ligger entreprenøren på en tilfredsstillende indtjeningsgrad. Bygherren har kalkuleret med de realiserede omkostninger. De deltagende firmaer har opnået konkurrence og kompetence fordele. Beboerne er garanteret en lav huslejestigning, men er ellers nok den aktør som har artikuleret mindst tilfredshed mens forløbet var i gang.

Det er vurderet om produktivitetsudviklingen i det udførende arbejde kan tillægges en læringseffekt. Læringseffekten viser sig på nogen entrepriser, men ikke er entydig på alle entrepriser. Den gode intention med at teste en del af byggeriet i starten havde ikke klare effekter og kvaliteten var lavere i starten af den regulære renovering efter prøveblokkene uden at fortsætte med at stige gennem hele forløbet som man ville forvente en tydelig læringseffekt ville gøre. Justeringen af akkorderne blev modificeret af andre forhold i fremdriften.

Det at produktiviteten har forbedret sig som beskrevet kan i et større perspektiv opfattes som begrænset. Denne status giver ikke nogen af de deltagende aktører umiddelbare problemer, men er problematisk ud fra et samfundsmæssigt perspektiv, hvor renoveringen af store mængder almenbygget byggeri er en udfordring.

Interaktionen med beboerne i byggeprocessen er et fuldstændigt integreret element af en renoveringsproces som Hjortegården. Et helt systematisk varslingsystem er obligatorisk i renovering med beboerne boende i ejendommen. Men det er ikke nok, der skal også direkte kommunikation til og sammenlignet med nybyggeri eller genhusning er det fristende at se beboerne som en forhindring i processen. Samtidig er muligheden for at blive boende under processen en værdi for bygherren, men også for beboeren, fordi de ikke skal betale for genhusning og derfor får midler til renoveringen.

Ejendomsværdien stiger, og opfylder sin sociale og almene målsætning. Denne værdi er afgørende for bygherren. Men ejendomsværdien målt på markedsøkonomiske præmisser stiger ikke i et omfang der svarer til den investering som renoveringen er, blandt andet fordi en stor andel er genopretning af et byggeri med nedslidningsskader. Hvis Hjortegården ikke var et almenbygget byggeri, ville man ikke have kunnet realisere renoveringen uden at hæve huslejen markant.

Sammenfattende har de fire typer af performance for Hjortegården været stigende igennem processen. Investeringerne har kunnet betale sig, hvis man lægger alle kvantitative og kvalitative elementer af den opnåede performance sammen. De enkelte performanceresultater for de fire dimensioner er dog ret forskellige og afspejler forskellige vurderinger hos de deltagende aktører. De deltagende byggefirmaer udvikler kompetence og entreprenørerne realiserer stigende produktivitet og et tilfredsstillende samlet økonomisk resultat. Bygherren har en acceptabel værdiskabelse for beboere og bygherrerrepræsentanter, byggende på en forretningsmodel, der er placeret i den almene sektor, hvilket indebærer en nedprioritering af betydningen af ejendomsværdi på det private marked.

Perspektivet i projektet er at arbejde videre med integrerende IKT-løsninger i projekter og virksomheder der laver renovering. Der er en meget stor samfundsmæssig opgave foran os.

11 Referencer og kilder

3B (2), 2014. *docplayer.dk*. [Online]

Available at: <https://docplayer.dk/16533891-01-01-opsamling-paa-moede-1-hjortegaarden-fremtidssikring-af-hjortegaarden-sag-nr-269-hjg.html>

[Senest hentet eller vist den 2017].

3B, 2014. *Dialogmøde 2*. [Online]

Available at:

https://www.3b.dk/Admin/Public/404.aspx?404;http://www.3b.dk:80/admin/public/404.aspx?404;http://www.3b.dk:80/files/pdf/udbud/FremtidssikringafHjorteg%C3%A5rden/20140305_Dialogm%C3%B8de%20_PPP.pdf

[Senest hentet eller vist den 2016].

3B, 2018. *3b.dk (1)*. [Online]

Available at:

http://www.3b.dk/files/pdf/udbud/FremtidssikringafHjorteg%C3%A5rden/20140305_Ref%20%20Dialogm%C3%B8de_02.pdf

[Senest hentet eller vist den 2018].

3B, 2018. *3b.dk (2)*. [Online]

Available at: http://www.3b.dk/files/pdf/udbud/Ref%20%20Dialogm%C3%B8de_01_20140224.pdf

[Senest hentet eller vist den 2018].

3B, 2018. *3b.dk (3)*. [Online]

Available at: http://www.3b.dk/files/pdf/udbud/FremtidssikringafHjortegården/20140305_Dialogmøde%20_PPP.pdf

[Senest hentet eller vist den 2018].

Andersson L. Farrell K. Moshkovich O. Cranbourne C. 2016. *Implementing Virtual Design and Construction using BIM*,. New York.: Taylor and Francis..

Azhar 2011. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. s.l.:Leadership and Management in Engineering.

Bassion H. Price A. and Hassan T. 2004. Performance Measurement in Construction. *Journal of Management in Engineering*, pp. 20(2) 42-40.

Beatham S. Anumba C. & Thorpe T. a. H. I. 2004. KPI:s a critical appraisal of their use in construction,. *Benchmarking: An International Journal*, pp. 93-117.

Beboerinterview, 2018 (1). *formand for byggeudvalget* [Interview] (31 05 2018 (1)).

Beboerinterview, 2018 (2). *Interview med repræsentant for beborene* [Interview] (16 08 2018 (2)).

Beboerinterview, 2018 (3). *Interview med beborrepræsentant* [Interview] (05 05 2018 (3)).

Bernold L.E. and AbouRizk S.M. (2010) Managing performance in construction. John Wiley and Sons. Hoboken.

Bröchner J. and Olofsson T. 2012. Construction productivity measures for innovation projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, pp. 670-677.

CIFE (2007) mission statement fra website for Center for Facility Engineering (CIFE). <http://cife.stanford.edu/>.

CIFE (2007) website for Center for Facility Engineering (CIFE). <http://cife.stanford.edu/>.

Copenhagen Economics, 2012. Multiple benefits of investing in energy efficient renovation of buildings.. *Commissioned by Renovate Europe. Copenhagen*..

Creswell J.W. & Plano Clark V.L. 2011. *Designing and conducting mixed methods research*,, Los Angeles: 2.th edn, SAGE Publications.

Eastman C. Teicholz P. Sacks R. and Liston K. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Hoboken: 2nd Ed. Wiley & Sons.

EU (2012) Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its Enterprises. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. COM(2012) 433 final. Bruxelles

Fischer M. Ashcraft H.W. Reed D. and Khanzode (2017): Integrating Project Delivery. Wiley. Hoboken.

Srouf F.J. Kirmjian D. Srouf I.M. (2016), Learning Curves in Construction: A Critical Review and New Model.. *Journal of Construction Engineering and Management* 142(4)., pp. p1-5..

Finans.dk, 2018. *Finans*. [Online]

Available at: <https://finans.dk/analyse/ECE10730696/brancheanalyse-entreprenorerne-2018/?ctxref=ext>

[Senest hentet eller vist den 2019].

fremtidssikringhjordegården.dk (1), 2018. *fremtidssikringhjordegården.dk*. [Online]

Available at: <http://xn--fremtidssikringhjordegrden-tic.dk/wp-content/uploads/2016/10/Evaluering-af-badev%C3%A6relser-etageblokke-Opsamling.pdf>

[Senest hentet eller vist den 2018].

fremtidssikringhjordegården.dk (2), 2018. *fremtidssikringhjordegården.dk*. [Online]

Available at: <http://xn--fremtidssikringhjordegrden-tic.dk/wp-content/uploads/2016/10/Evaluering-af-badev%C3%A6relser-r%C3%A6kkehuse-Opsamling.pdf>

[Senest hentet eller vist den 2018].

fremtidssikringhjordegården.dk (3), 2018. *fremtidssikringhjordegården.dk*. [Online]

Available at: <http://xn--fremtidssikringhjordegrden-tic.dk/nyhedsbreve/interview-i-proveblokkene/>

[Senest hentet eller vist den 2018].

Gallagher M.P. O'Connor A.C. Dettbarn Jr. J.L. and Gilday L.T. 2004. *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*. Gaithersburg: Maryland, National Institute of Standards and Technology.

GBPN 2013. *What is a deep renovation definition?*. Paris: Global Buildings Performance Network (GBPN).

Gottlieb & Haugbølle S. & K., 2010. *The repetition effect in building and construction works: A literature review*. Denmark: Aalborg Univ. Danish Building Research Institute.

Gustafsson M. Gluch P. Heinke K. Gunnemark S. & Engström D. The role of VDC professionals in the construction industry. *Procedia Economics and Finance*, pp. 21, 478 – 485.

Havelund M. 2013. *Hvidbog om Bygningsrenovering. Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter*. København: Bygherreforeningen og Grundejernes investeringsfond.

Jacobi A. 2016. *Hvad giver høj produktivitet i renoveringsprojekter? En kvalitativ analyse af seks renoveringsprojekter med høj produktivitet*. København: Lets Involve..

Jørgensen K. 2012. *Indikatorer på det fejlfrie byggeri. En kvantitativ undersøgelse af evaluerede byggesager*. Lyngby: DTU Management.

Kamp A. Koch C. Buhl H. Hagedorn Rasmussen P 2005. *Forandringsledelse. Med koncepter som ledestjerne*. København: Nyt Teknisk Forlag.

Koch C. & Larsen A., 2019. *Spørgeskema til beboere*. Odense : s.n.

Kunz J. & Fischer M., 2012. Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. *CIFE Working Paper*, Issue #097.

Urup L. 2016. *Integrated Design-Build Management - Studying Institutional Processes to Understand Project Coordination & Performance*. Ph. Dissertation.. Gothenburg: Chalmers University of Technology. .

Bernold L.E. and AbouRizk S.M, 2010. *Managing Performance In Construction*. Hoboken: Wiley & Sons.

Mangold M. 2016. Challenges of renovating the Gothenburg multi-family building stock. Ph.D. Thesis..

Neve H. og Wandahl S. (2018): Produktivitet i Renovering. Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet. Aarhus

- Hansen. O. 2013. *Entrepriseretlige mellemformer..* København: Jurist- og økonomforbundet.
- Josephson P.E. 2013. *Produktivitetsläget i svenskt byggande 2013, nybyggnad flerbostadshus och kontor..* Stockholm:w: Sveriges Byggindustrier, .
- Josephson P.E. 2014. *Slideset for course BOM025 Construction processes and management.* Chalmers.: Chalmers University of Technology.
- Polesie P. 2011. *Improving productivity in construction: a contractor perspective (licentiate thesis)*, s.l.: Chalmers University of Technology.
- Politiken Byrum, 2018. *Politikenbyrum.dk*. [Online]
Available at: <https://politikenbyrum.dk/Nyheder/art6446771/Boligselskab-har-opdelt-600-millioners-renovering-i-tre-entrepriser>
[Senest hentet eller vist den 18 04 2018].
- Sen S. 2012. *The Impact of BIM/VDC on ROI: Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects, Master Thesis KTH.* , Stockholm.: s.n.
- SABO, 2019. SABO website accessed. *Swedish Association of Public Housing companies (SABO) Stockholm*, march.
- Sachs R. Eastmann C. Lee G. Teicholz P. 2018. *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers . 3rd Edition.* Wiley., Hoboken.: s.n.
- Simonsen R. 2007. *Et ledelseskoncept i politiske arenaer - Lean Construction i dansk byggeri.* Lyngby: DTU.
- Srour et al. 2016. Learning Curves in Construction: A Critical Review and New Model.. *Journal of Construction Engineering and Management*, pp. p1-5..
- Svensk Byggtjänst 2016. *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i förvaltningsprocesser.* Helsingborg: Industrifakta.
- Thomas R. 2009. Construction Learning Curves.. *Practice Periodical Structural Design Construction.*, pp. 14-20.
- TBB (2014): Liste over særligt udsatte boligområder pr. 1. februar 2014. Transport-, Bygge- og Boligministeriet. København.
- TBB (2018): Liste over ghettoområder pr. 1. december 2018. Transports-, Bygnings- og Boligministeriet. København
- TBB (2018): BEK nr 70 af 26/01/2018 - Bekendtgørelse om drift af almene boliger m.v. - Transport-, Bygnings- og Boligministeriet.
- TBB (2019) LBK nr 119 af 01/02/2019. Bekendtgørelse af lov om almene boliger m.v. Transport-, Bygnings- og Boligministeriet.
- Tjell J. 2016. *The constructed space of a construction design team.*, Gothenburg: Chalmers University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering.
- Vandkunsten 2013. *Hjortegårdens Kkurenceforslag* , Herlev: 3B.
- Vestergaard, Karlshøj, Hauch, Lambrecht, Mouritsen 2012. *Måling af økonomiske gevinster ved Det Digitale Byggeri. Et forskningsprojekt finansieret af Klima-, Energi-, og Bygningsministeriet..* Lyngby: BYG. DTU..
- Whyte, J., 2011. Managing digital coordination of design: emerging hybrid practices in an institutionalized project setting. *Engineering Project Organization Journal* 1 (3), pp. 159-168.
- Wittchen K.B. & Kragh J. 2016. *Danish building typologies and building stock analyses: Participation in the EPISCOPE project..* København: SBI Forlag.

12 Figurliste

Figur 1 - Her oplystes de data og værdiparametre som undersøgelsen er baseret på.....	17
Figur 2 - Opgørelse af kvalitative og kvantitative målinger	17
Figur 3- Antal Last Planner møder dækket forløb 1 (LPS-ugeplaner).....	22
Figur 4 - Antal Last Planner møder dækket forløb 2 (LPS-ugeplaner).....	23
Figur 5 - Ekstraordinært afdelingsmøde 13 oktober 2016, hvor renoveringsprojektets budget og plan blev revideret	30
Figur 6 – Projektets organisationsdiagram	31
Figur 7 - Entreprenørens projektorganisation	32
Figur 8 - Tidlige tilbudslistes på projektets udvendigearbejder – baseret på E&P's tilbud som vinder entreprisen.....	38
Figur 9- Tidlige tilbudslistes på projektets indvendigearbejder - baseret på E&P's tilbud som vinder entreprisen.	39
Figur 10 - Antal af videresendte mangler til flisemuren. Grafen viser at flisemuren har langt ansvaret for langt størstedelen	44
Figur 11 - Procentvis fordeling af aktiviteter i LPS-planen for badeværelser i etageblokkene pr. år. hhv. udført (grøn)	44
Figur 12 - Antallet af aktiviteter i LPS-planen for badeværelser i etageblokkene pr. år. hhv. udført (grøn), ikke udført (rød)	44
Figur 13 - PPU på badeværelser i etageblokkene	45
Figur 14 - PPU på badeværelser i rækkehusene	45
Figur 15 - Timer forbrugt på de forskellige akkorder til og med Q1 i 2019.....	46
Figur 16 - Figuren viser en skitse af de mest relevante it-værktøjer som er blevet anvendt af E&P på sagen, i.e. E&Ps	47
Figur 17 - Procentvis størrelse på entrepriserne på de indvendige arbejder iht. tilbudslisterne-	62
Figur 18 - Procentvis størrelse på entrepriserne på de udvendige arbejder iht. tilbudslisterne under udbud.....	63
Figur 19 - Analysen af økonomien på prøveblokkene er forbundet med en vis usikkerhed, som primært skyldes den	64
Figur 20 - Udklip af en vilkårlig LPS-plan fra tag- og gavlentreprisen. 'Last planner system' (LPS) har været	66
Figur 21 - Søjlediagrammet viser antal lejligheder og dermed også antallet af altaner pr. blok. De blå er etape 1 (forløb 1+2)	67
Figur 22 - Udklip fra arkitektforslaget, hvor man tydeligt ser beplantningen er et centralt element (Vandkunsten , 2013)	67
Figur 23 - billederne viser arbejderne på gavle, altaner og tages faktiske forhold og under og efter udførelsen af renoveringen	69
Figur 24 - Illustrationen viser et udsnit af de aktiviteter som er registreret på parterre- og altanentreprisens LPS-plan.	70
Figur 25 - Aktiviteter pr. uge på højblokkene ifb. med udskiftning af altaner. Øverste vises etape 1 og nederste etape 2.	71
Figur 26 - Grafen viser antal af afsluttede altaner pr. blok pr. uge. Der er lavet en lineær regression, som viser at	71
Figur 27 - Antallet af timer forbrugt at hovedentreprenørens egenproduktion pr. uge, til altan og parterreentreprisen.....	71
Figur 28 - Illustrationen til venstre viser fordelingen af antallet af aktiviteter på gavlene pr. uge. Tal og aktiviteter er	72
Figur 29 - Billeder af tagentreprisen på etageblokkene og arbejdsplatformene	73
Figur 30 - Illustrationen viser fordelingen af antallet af aktiviteter på gavlene pr. uge. Tal og aktiviteter er udtræk fra LPS-planer....	74
Figur 31 - Oplisting af længden på de blokkene i meter. De blå er forløb 1, de grå er forløb 2 og de orange er etape 2	74
Figur 32 - Antal af aktiviteter pr. etageblok pr. uge på tagentreprisen øverste illustration er etape 1 (forløb 1+2) og nederst	75
Figur 33 Analyse af performance på tag på etageblokke. Grøn linje er timeforbruget, taget fra akkordregnskabet	76
Figur 34 - Antallet af aktiviteter, udtrukket fra LPS-planen. Der er fratrasket en del aktiviteter, da de dækkede.....	77
Figur 35 - Billeder af badeværelse før og efter. Søjlediagrammet viser antallet af lejligheder pr. blok i hhv. forløb 1+2 og etape 2 ...	77
Figur 36 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i forløb 1, dataene kommer fra LPS-planen. Der er fratrasket alle de	78
Figur 37 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i forløb 2, dataene kommer fra LPS planen. Der er fratrasket alle	78
Figur 38 - Antal af aktiviteter pr. blok, pr. uge i etape 2, dataene kommer fra LPS planen. Der er fratrasket alle de	78
Figur 39 - Antal afsluttede badeværelser pr. uge pr. blok. Den blå lige linje viser en lineær rekreation over hele byggeperioden.....	79
Figur 40 - Visning af aktiviteter på tagentreprisen, eksklusive interimforanstaltninger. Antallet af aktiviteter	81
Figur 41 - Interimforanstaltningerne på tag- og ventilationsprojektet på rækkehusene.....	82
Figur 42 - Entreprisens længde målt pr. uge. hver blok har sin egen farve. Grafen viser fremdriften pr. blok.	83
Figur 43 - Løbende meter tag på rækkehusblokkene	83
Figur 44 - Analyse af afsluttede antal løbende meter (lbm) tag pr. uge. Målt på den tid tagene på rækkehusene er blevet	84
Figur 45 - Analyse af timer fra akkordregnskab på de interne tømrer på entreprisen. Timerne er inddelt i datoer på	85
Figur 46 – Billederne viser forskellige rum og situationer. Øverst til venstre er badeværelset helt demonteret	86
Figur 47 - Antallet af aktiviteter vedr. badeværelser og indvendige arbejder på rækkehusene. Dataene kommer fra	87
Figur 48 - Antallet af lejligheder (blå) og antallet af badeværelser i lejlighederne (orange). Søjlerne er er optællinger	87
Figur 49 - Grafen illustrerer antallet af aktiviteter i forløb 1 og 2 pr. uge pr. blok. baseret på LPS-planerne	88
Figur 50 - Grafen illustrerer antallet af aktiviteter i etape 2 pr. uge pr. blok. baseret på LPS-planerne.....	88
Figur 51 – produktivitetsanalyse af badeværelser: antal af gennemsnitlige uger brugt pr. lejlighed. Dataene er uddrag	89
Figur 52 - Søjlediagrammet viser antallet af kvalitetsregistreringer pr. kvartal. de forskellige farver i grafen er de forskellige	91
Figur 53 - Antal af kvalitetssikringsregistreringer pr. fag.	92
Figur 54- Antal af fotos på kvalitetssikringsregistreringer pr. fag.....	92

Figur 55 - Samlede antal mangler pr. kvartal. Den sorte kurve er bemanningen i antal personer på pladsen i samme periode	93
Figur 56 - Bemanning på pladsen. Sort linje er det samlede antal folk og den røde	94
Figur 57 - Antallet af videresendte mangler til underentreprenørerne.....	94
Figur 58 - Analyse af antallet af digitale registreringer i Ajour pr. rækkehusblok	95
Figur 59 – Billede fra skurvognen hvor de indsamlede data fra Ajour gøres virkelige. Hver mangle repræsenterer en bold i glasset, de to forskellige farver er hhv. rådgivermangler og E&P's egne mangler.	96
Figur 60 - Denne tabel sammenstiller antallet af registreringer pr. m2 bolig for hele området. Prøveblokke er fratrasket.....	96
Figur 61 - 77 totalentrepriser ud af 1225 renoveringer svarer til en markedsandel på 6%.....	123
 Tabel 1 - Nøgletal for Wissenberg (kilder hjemmeside, STD 2014. 2015, proff.dk 2018, Wissenbergs hjemmeside 2018, 2019	52
Tabel 2- Nøgletal for Vandkunst (kilder hjemmeside, STD 2014. 2015, proff.dk)	52
Tabel 3 - Nøgletal E&P (kilde årsregnskab/website/proff.dk)	53
Tabel 4 - Afsluttede renoveringssager pr. år. (byggeskadefonden.dk 2019)	54

13 Tidslinje for projektet

Tidslinje Hjortegården

kommentarer og kilder

2013

Vandkunsten får totalrådgivningsaftale med 3B
totalrådgivningsaftale, Kuben Management underleverandør

2014

beboerproces på hjortegården

januar

februar

marts

dialogmøder bygherre, entreprenører (bl.a. Hoffmann,

april

Adserballe og Knudsen, BNS, HHM, MTH og E&P), rådgivere

maj

Vandkunsten og Wissenberg udarbejder projektforslag, herunder

juni

byggesagsbeskrivelse, arbejdsbeskrivelser, byggepladsplan m.m.

juli

Udbudsbekendtgørelse tre storentrepriser: 1.badeværelser og installationer

august

2. klimaskærm og 3 udenomsarealer

september

Prækvalifikation, udbuddets beskrivelser er klar

oktober

november

Deadline indlevering af tilbud

december

2015

januar

E& P vinder 2 storentrepriser badeværelser og klimaskærm.

Malmos vinder udenomsarealer

Projektering Vandkunsten og Wissenberg

februar

E&P påbegynder mdl produktionsmøde Ajour inde Cyclogram inde

marts

april

E&P begynder forhandlinger med UE

maj

E&P begynder at anvende sagsdatabase, overvejer logistikløsning, besøger
lagerhotel

juni

projekteringsmøde 1 med parterne

juli

august

3B og E&P underskriver kontrakt

byggestart planlagt til 7 september

august	Pladsen etableret	Hjortegården beboere vedtager 12 yderligere optioner i byggeriet finansieret af udstøttede lån
	E&P overvejer at anvende Wunderlig SW	
september	første prøverækkehus påbegyndes	projektgennemgang byggesag Wissenberg og E&P
oktober	Projektering prøveblokke færdiggøres (sidste detaljer) projektgennemgang 1 VVS og parterre	
		projekteringsmøde referat
oktober	forberedelse af prøveblok 1005	E&P står i venteposition vis a vis rådgiverne
		produktionsmøde 17
november	Projektgennemgang 2 VVS og Parterre	E&P VVS UE og Wissenberg
november	LPS ugeplaner påbegyndes, første prøveblok (1005), nedrivning i badeværelser start (blok 1005)	
december	E&P projektleder skifter job og ny projektleder tiltræder	
	Rækkehusblok 116 påbegyndes	
2016		
jan	forløb 1 starter	projektering Vandkunsten prøveblok 1005 renovering og Wissenberg
jan	koordineringsmøde UE, Wissenberg, Vandkunsten sidste afklaringer om prøveblok (19 issues)	
feb	Evalueringsworkshop I for projektet E&P og Rådgivere	
marts	tag og gavle prøveblok 1005 og 116	
april		
maj	Evalueringsworkshop II for projektet E&P og Rådgivere	
juni	E&P projektleder skifter job og ny projektleder tiltræder. Denne gang en fra pladsledelsen	
juli		
august		
september		projektering fase 2 Vandkunsten og Wissenberg
oktober		

november	blok 1001 badeværelser påbegyndes	
december	blok 101 tag	
2017		
jan	blok 1001 badeværelser	
feb	blok 1001 badeværelser	
marts	blok 1001/1002 badeværelser	
april	blok 1003-1006 tage og gavle	
april	Arbejdstilsynet på besøg på pladsen	
maj	blok 1001-1008 tage og gavle	blok 1003 maling af altaner
juni	blok 1004 badeværelser	
juli	blok 1004 badeværelser	
august		
september	forløb 1 slutter	
oktober	blok 1006-1007 badeværelser, rækkehuse 115-117 badeværelser, tage 123-126	
november	blok 1008 badeværelser, rækkehuse 125-128 badeværelser	
december	blok 1008 badeværelser	
2018		
jan	blok1006 tag og gavle, 121-127 rækkehuse	
feb	blok 1008-1009 badeværelser	
marts	Blok 1009 badeværelser, rækkehusbadeværelse 124-132	
april	blok 1009, 1042 badeværelser	
maj	forløb 2 slutter	etape 2 går i gang
juni		
juli		
august		
september		
oktober		
november		
december	etape 2 igang	

14 Appendix - Virtual Design og Construction (VDC) anvendt i renovering

Koncepter, der kan udvikle produktiviteten af byggeprojekter er typisk sammensat af elementer som er lånt fra forskellige sammenhænge (Kamp, et al., 2005). Og det er almindeligt at koncepterne tilpasses af firmaer og i byggeprojekter (Kamp, et al., 2005) (Simonsen, 2007) Virtual Design og Construction er ingen undtagelse. Derfor gennemgås her de vigtigste forskningsbaserede praktiske varianter af konceptet. Ligesom det diskuteres hvordan konceptet kan tilpasses til produktion af en renovering.

14.1 Martin Fischers definition

Martin Fischer fra Stanford Universitet er almindeligt anerkendt som grundlægger af ideen om Virtual Design and Construction (VDC). Martin Fischer arbejder på Center for Integrated Facility Engineering (CIFE). Mange af hans arbejder er udført sammen med kolleger.

En tidlig definition af VDC kommer fra CIFE (2007, mission statement):

“Virtual Design and Construction (VDC) is the management of integrated multi-disciplinary performance models of design-construction projects, including the product (i.e., facilities), work processes and organization of the design - construction - operation team in order to support explicit and public business objectives” (CIFE, 2007) fortsætter med at indgrænse VDC som: “Engineering modeling methods: product, organization, process, Analysis methods - Model-based design: including quantities, schedule, cost, 4D interactions and process risks, these are termed Building Information Modeling (BIM) tools, Visualization methods, Business metrics - within Business analytics - and a focus on strategic management, Economic impact analysis, i.e., models of both the cost and value of capital investments”.

Hermed er VDC allerede tidligt et meget bredt koncept (læg for eksempel mærke til at strategisk ledelse er inkluderet). Fælles for de relativt få forskningsforståelser er dog et fokus på digital støtte til visualisering, projektering og produktion. Og dermed en implicit eller eksplicit referenceramme som er totalentrepriser (design build contracts). En særlig interessant definition fra CIFE er (Kunz & Fischer, 2012). De definerer VDC gennem tre elementer:

- Visualisering og metrik
- Automation
- Integration

Her kommer en mere digitaliseringsorienteret forståelse frem, der fokuserer mindre på BIM end tidligere. Automation og integration fokuserer mere på at realisere en IT-infrastruktur af systemer der dækker hele processen projektering, planlægning og produktion af en bygning. Også denne variant af konceptet er tydeligt rettet mod design-built entreprenører (og nybyggeri).

Mere end 1.000 byggeprofessionelle har gennemgået CIFE's uddannelse i VDC frem til 2018, heriblandt en del skandinaviske firmaer; NCC, Veidekke, MTH og Skanska. I 2017 udgav Martin Fischer en bog om et andet koncept, Integrated Project Delivery (Fischer et al 2017). Det var også denne bog og dette koncept han fortalte om ved MTH's konference i 2017 om VDC og digitalisering (MTH 2017).

14.2 Andre varianter af VDC

Både praktikere og forskere forstår VDC på mange forskellige måder. Der er mange som opfatter VDC som en teknisk løsning, der er en forlængelse af BIM (Andersson, 2016) (Sacks et al 2018), mens andre lægger vægt på "people process and product" delen (Alarcon et al 2013) (Tjell, 2016). (Andersson, 2016): placerer VDC som "beyond BIM", hvor de forstår BIM som renlivet informationsmodellering. De viser case eksempler, hvor Revit, cloud-baseret collaboration software, Syncro planlægning, Excel, og andre systemer bringes sammen (Andersson, 2016). (Tjell, 2016) der trækker på erfaringer fra NCC i Sverige fokuserer derimod på det organisatoriske og samarbejdende. Hun studerer hvordan VDC anvendes til at understøtte koordination og samarbejde i "big rooms", et lokale hvor IT-løsninger visualiseret på store skærme, kan støtte VDC samarbejdet (Tjell, 2016).

Vender man sig mod den praktiske anvendelse af VDC er der mange varianter. Både i danske og udenlandske firmaer. VDC bæres især af entreprenører der arbejder i totalentreprise. I Danmark er både MTH, NCC og Aarsleff markante brugere af VDC. MTH investerede i nogle år fra omkring 2014 i VDC på en række måder, teknologiinvesteringer, kompetenceudvikling, ledelse og organisation af både projekter og hovedkontor. Et VDC-lab blev installeret på hovedkontoret, der byggede på softwarefirmaets RIB's iTWO løsning. I 2016 var mere end 250 ansatte uddannede i brugen af VDC, via CIFE's VDC-uddannelse. Antallet af VDC-laboratorier blev gradvist udvidet til 12. Fra foråret 2018 er det blevet mere usikkert, hvor centralt VDC kommer at stå i ' fremtid efter en udskiftning af et stort antal af de centrale personer i VDC organisationen og eksperterne i VDC.

NCC startede omtrent samtidig som MTH med sin udvikling. Også her blev CIFE's uddannelse benyttet til at udbygge kompetencer. NCC's variant af VDC er mere organisation og samarbejdsorienteret. Aarsleff gik efter Pihls kollaps ind i bygeområdet og fik hurtigt succes med det. Samtidig udbyggedes anvendelse af BIM og VDC. Aarsleffs VDC-organisation er per 2018 mere end 50 personer.

14.3 En byggeproduktions orienteret VDC

Sammenligner man ovenstående sammenfatning af VDC-varianter med E&Ps muligheder i perioden 2014-2018, så var E&Ps udgangspunkt et noget mindre firma end NCC, Aarsleff og MTH. Og selv om E&P er vokset markant i perioden 2014-2018 er E&P fortsat en entreprenør, der ofte arbejder med hovedentreprise og relativt sjældent med totalentreprise. Eller sagt på en anden måde; mest med byggeproduktion og i samarbejde med projekterende firmaer.

Kunz og Fischers forståelse af VDC som *også* værende automation og integration udover visualisering i forbindelse med design (projektering) er attraktiv for en hovedentreprenør. Fokus på automation og integration som opfølgning på en projektering baseret på BIM indebærer at entreprenørens infrastruktur af systemer og deres integration kommer i fokus.

VDC bliver så mere et puslespil af systemer der dækker planlægning, både på lang (hovedtidsplaner) og kort tid (uge for uge), projektindkøb, lønadministration. Med stort fokus på hvilke automatiseringer og integrationer der giver værdi for produktionen.

Et andet vigtigt aspekt af puslespilsversion af VDC er at entreprenøren gradvist kan investere i de ønskede systemer, mere end at investere i et stort samlet system (såkaldt "big bang" investering). At dette er en fornuftig måde at investere i IT på, er tidligere blevet vist af (Vestergaard, et al., 2012).

14.4 Tilpasning til renovering

Næste trin i tilpasningen er så at anvende VDC til effektivisering af renoveringsproduktion. Første udfordring her er at renovering som forretningsområde sjældent anvender kontraktformen totalentreprise, som i øvrigt i Danmark generelt anvendes relativt sjældent (33% af kontrakterne ifølge Jørgensen 2012, (Urup, 2016) sammenlignet med mere end 50% i Sverige, (Koch & Lundholm 2018).

Når det gælder renovering i det almene boligbyggeri, kan man anvende Byggeskedefondens registreringer af renoveringssager i det almene byggeri. Byggeskedefonden registrerede fra 2011 til 2017, 5.694 byggeprojekter (både nybyg og renovering). Heraf var 1.225 renoveringer, fordelt på:

1. totalentreprise = 77
2. hovedentreprise = 301
3. fagentrepriser = 788
4. partnering = 0

Figur 61 - 77 totalentrepriser ud af 1225 renoveringer svarer til en markedsandel på 6%.

Integration mellem projektering og produktion er altså umiddelbart vanskeliggjort indenfor almennyttig renovering. Integration er som nævnt et centralt element i VDC og det svarer til en typisk problemstilling i byggeprocessen; at viden og information går tabt eller forvrænges pga. overdragelsen mellem projektering og produktion.

15 Appendix - Planlagte målinger og delmålinger

Måling 1 Programmering og projektering

Input: Opgaven og budgettet: (januar –februar 2016)

Måling 1.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig

Måling 1.5: Budgettet, tekstanalyse

Måling 1.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser).

Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektororganisation, ledelse, byggepladsindretning. (januar –februar 2016)

Måling 1.7: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam til projektering og (senere) på byggepladsen.

Måling 1.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje (projekt 1: VDC + virksomheders systemer. Projekt 2: Virksomheders systemer).

Måling 1.9: Projektororganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål. (Projekt 1: VDC-organisation + virksomheders systemer. Projekt 2: Virksomheders systemer). Virksomhedens systemer sammenlignes med VDC.

Måling 1.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet).

Procesforløb (planlagt til marts december 2016, blev januar 2016 til september 2017)

Måling 1.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Måling 1.12: Anvendelse af visualisering

Måling 1.13: Anvendelse af integration

Måling 1.14: Anvendelse af delvis automation (som f.eks. konsistenskontrol og genbrug af data af flere aktører).

Måling 1.15: Organisatorisk produktivitet, kultur, kompetenceudvikling

Måling 1.16: VDC/ BIM-modellens anvendelse til drift og vedligehold.

Måling 2 Udførsel måling 2 forløb 1

Input: Opgaven og budgettet: (januar –februar 2016)

Måling 2.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig

Måling 2.5: Budgettet, tekstanalyse

Måling 2.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser).

Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektorganisation, ledelse, byggepladsindretning. (januar –februar 2016)

Måling 2.7: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam til projektering og (senere) på byggepladsen.

Måling 2.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje (projektforløb 1: Virksomheders systemer.)

Måling 2.9: Projektorganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål.

Projektforløb 1: Virksomheders systemer. Virksomhedens systemer sammenlignes med VDC.

Måling 2.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet). Procesforløb: (marts og december 2016):

Måling 2.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Måling 2.12: Anvendelse af visualisering, integration og automation

Måling 2.13: Materialeindkøb

Måling 2.14: Anvendelse af delvis automation (som f.eks. konsistenskontrol og genbrug af data af flere aktører).

Måling 2.15: Organisatorisk produktivitet, kultur, kompetenceudvikling

Måling 2.16: VDC/ BIM-modellens anvendelse til drift og vedligehold.

Måling 3 Udførsel forløb 2

Måling 3 er identisk med måling 2 men fokuserer på forløb 2. De enkelte metodeelementer derfor ikke beskrevet igen – se ovenfor.

Input: Opgaven og budgettet: (januar –februar 2017)

Måling 3.4: Program-oplæg skriftlig og mundtlig

Måling 3.5: Budgettet, tekstanalyse

Måling 3.6: Design-specifikation (egne compliance kriterier, fleksibilitet for ekstra opgaver, tilføjelser).

Procesressourcer (transformation): Teknologi, organisation, projektorganisation, ledelse, byggepladsindretning. (januar –februar 2017)

Måling 3.7: Personaleressourcer i udgangspunktet, kompetencer, timer for projektteam til projektering og (senere) på byggepladsen.

Måling 3.8: Teknologi, IT, virksomheder og projektets portefølje (Projektforløb 2: VDC + virksomheders systemer.).

Måling 3.9: Projektorganisationens ressourcer (tidlig inddragelse af beboere og materialeleverandører, (standardiserede) procedurer, produkt-, projekt- og procesmål. (Projektforløb 1: Virksomheders systemer. Projektforløb 2: VDC-organisation + virksomheders systemer). Virksomhedens systemer sammenlignes med VDC.

Måling 3.10: Virksomhedernes organisation og arbejdsplads (med relation til projektet, eller med mulig relation til projektet).

Procesforløb: planlagt til jan-dec 2017, men i praksis september 2017-maj 2018

Måling 3.11: Longitudinalt følgestudie (observationer, interview), indsamling af PPC, KPI-målinger etc., timeregistreringer, etc.

Måling 3.12: Anvendelse af visualisering, integration og automation

Måling 3.13: Materialeindkøb

Måling 3.14: Anvendelse af delvis automation (som f.eks. konsistenskontrol og genbrug af data af flere aktører).

Måling 3.15: Organisatorisk produktivitet, kultur, kompetenceudvikling

Måling 3.16: VDC/ BIM-modellens anvendelse til drift og vedligehold

Måling 4. Output

Direkte Output: Et renoveret boligbyggeri: (planlagt til 2018)

Måling 4.1: Overensstemmelse med design specifikation (compliance)

Måling 4.2: Kundevurdering af kvalitet og værdi af det udførte

Måling 4.3: Proceserfaringer for interessenterne; bygherren, beboere, bygherrerådgiver, arkitekt og andre rådgivere, entreprenører.