

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



# Forord

Denne masteroppgaven er en avsluttende oppgave i studiet industriell økonomi ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap. Arbeidet med oppgaven er utført i høstsemesteret 2012. Oppgaven er laget på vegne av boreutstyrsleverandøren Cubility A/S.

Denne oppgaven har, med utgangspunkt i en INDØK-relevant problemstilling, gitt meg anledning til å få et første innsyn i en meget spennende bransje.

Jeg vil spesielt takke mine to veiledere; Tor Kristian Stevik ved UMB for gode råd og motivasjon både i planleggingsfasen og under selve oppgaveskrivingen, og Arne Stokknes ved Cubility A/S som har gitt meg et godt innblikk i bedriftens produksjonsrutiner.

Jeg vil rette en stor takk til alle hos Cubility A/S, som har bidratt med hjelp og støtte i forbindelse med oppgaven min.

I tillegg vil jeg takke min far, Einar Gamman, for hans hjelpsomhet og gode samtaler. Han har vært en uvurderlig ressurs og pådriver i skriveprosessen.

Til slutt vil jeg gjerne takke familie og venner for all positivitet og oppmuntring underveis i prosessen.



Ås, den 14. desember 2012

---

Adrian Gamman

## Sammendrag

Boreutstørsleverandøren Cubility A/S, heretter kalt Cubility, har nylig fått kommersielt gjennombrudd med sitt patenterte produkt, MudCube®. Bedriften laget salgsprognoser for de neste tre årene (2013-2015) som viser en betydelig vekst. Målet for oppgaven har vært å se på konkrete problemstillinger rundt håndtering av den forventede produksjonsøkningen.

Kartleggingen av Cubilitys produksjonsmetodikk viste en total gjennomløpstid for et prosjekt, fra kontraktsinngåelse til levering fra fabrikk på ca. 120 dager. 5 arbeidsdager ble brukt på ferdigstilling og testing av hver MudCube i egne lokaler. Et prosjekt er i denne sammenhengen definert som produksjon og levering av 3- 4 MudCuber.

Det ble foretatt en nedbrytning av selskapets egne prognoser, kombinert med gjennomløpsanalyser og kvalitative betraktninger rundt usikkerhet av prognosene. Denne analysen viste at Cubility må dimensjonere produksjonsapparatet sitt til å håndtere produksjon av henholdsvis 12-18, 18-27 og 27-36 MudCuber per kvartal i løpet av 2013, 2014 og 2015. En SWOT analyse ble utført, og det ble videre gjort analyser og kvalitative vurderinger rundt mulige tiltak for å kunne øke produksjonen og korte ned leveringstiden ut fra dagens nivå. Oppgaven foreslår at Cubility, med relativt enkle grep, kan doble egen kapasitet for sammenstilling, samt redusere total gjennomløpstid for et typisk MudCube-prosjekt med ca. 25 %. De forskjellige fagkategorienes produktivitet er analysert sammen med evnen til å håndtere parallellitet. Det er også tatt med finansielle analyser som viser at Cubility ser ut til å ha en meget robust brutto prosjektøkonomi fra produksjon og salg.

Med dagens bemanning og produksjonsstrategi vil Cubility klare å håndtere den forventede veksten frem til 2. kvartal i 2013. Ved optimal bruk av dagens ansatte kan produksjonen økes for å etterkomme etterspørselen, men ikke lenger enn et ekstra kvartal. Etter medio 2013 må Cubility innføre to skift, og analysene tilsier at de da vil holde tritt med veksten frem til 3. kvartal i 2015. Det anbefales at bedriften er proaktiv ved at endringer av produksjonsstrategier implementeres, og personell ansettes i god tid før den forventede volumveksten inntreffer.

## Abstract

Drilling equipment manufacturer Cubility A/S, hereinafter called Cubility, has recently achieved commercial break through for its proprietary and patented MudCube® product. Based on analysis of the market the company have established 3 year (2013-2015) sales prognosis showing a considerable growth. The objective of this thesis has been to look at possible challenges arising from the expected growth needed in manufacturing capacity.

Mapping of Cubility's production methodology shows a total throughput time from contract until delivery ex works of 120 days, whereof 5 days is needed for each MudCube for the final assembly and testing at the Cubility facility. A project is in this context defined as the manufacturing and delivery of 3-4 MudCubes.

A break-down of the prognosis provided by the company is combined with throughput analysis. This show that Cubility will have to scale its manufacturing capacity to handle delivery of 12-18, 18-27 and 27-36 MudCubes per quarter in 2013, 2014 and 2015 respectively. A SWOT analysis is provided, and analytical and qualitative assessments of possible improvement measures which could lead to increased manufacturing capacity and decreased throughout time. It is suggested that Cubility by means of relatively simple adjustments could double the manufacturing capacity at their own facility and in addition reduce the total throughput time of approximately 25% for a typical MudCube project. Analysis has been provided relative to the productivity of different staff disciplines coupled with their ability to handle parallel operations. A set of financial analysis is also included and shows that Cubility appears to have very robust gross project financials from the manufacturing and sales. With the current staffing and manufacturing strategy, Cubility will be able to handle the expected manufacturing growth up until 2<sup>nd</sup> quarter of 2013. Optimal use of its current staff could extend the capacity not more than a quarter. After mid-2013, Cubility will have to increase the assembly and testing staff with an extra shift, and will with such measures be able to supply MudCube's according to the demand prognosis up until 3<sup>rd</sup> quarter 2015. It is recommended that Cubility take a proactive approach to changes in manufacturing strategies and employment of personnel that implementation of changes is done well in advance of the expected volume growth happening.

## Innhold

1. Innledning.....	9
1.2 Tema.....	9
1.3 Bakgrunn .....	10
1.4 Problemstilling .....	11
1.5 Avgrensning.....	13
Kapittel 2 .....	14
2. Teori.....	15
2.1 Lean .....	15
2.2 Bestemme kapasitetsbehov.....	17
Kapittel 3 .....	19
3. Beskrivelse av Cubility – Produkt, kommersialisering og marked .....	20
3.1 En enkel innføring i boreslamsystemet .....	20
3.2 Kommersialisering av MudCube™ .....	23
3.3 Marked, budsjett og salgsprognoser .....	25
Kapittel 4 .....	27
4. Kartlegging/tidsstudier.....	28
4.1 Kartlegging og beskrivelse av dagens arbeidsprosesser hos Cubility.....	28
4.2 Etter levering.....	31
4.3 Tid-studie: Kartlegging av intern-tid til sammenstilling og testing - Dagens situasjon .....	32
4.4 Kartlegging av et totalprosjekt – dagens situasjon.....	35
Kapittel 5 .....	37
5. Analyser.....	38

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

---

5.1	Analyse av bedriftens prognoser .....	38
5.2	Gjennomløpsanalyser og risikjustering.....	41
5.3	SWOT-analyse av Cubilitys produksjon i dag.....	44
5.4	Analyse av mulige produksjonsforbedringer .....	47
5.5	Forbedringer på total gjennomløpstid.....	54
5.6	Analyse av parallelkapasitet .....	55
Kapittel 6	.....	58
6.	Produksjonens bidrag til lønnsomhet og kontantstrøm .....	59
6.1	Salgspriser og betalingsbetingelser fra kunde .....	59
6.2	Lønnsomhets analyse av en produsert MudCube med gjennomløpstid på 120 dager .....	60
6.3	Lønnsomhets analyse av en produsert MudCube med gjennomløpstid på 90 dager .....	61
6.4	Sensitivitet for lavere priser.....	63
6.5	Kontantstrøm fra alle forventede prosjekter hensyntatt parallellitet .....	64
Kapittel 7	.....	66
7.	Produksjonsplanlegging – anbefalinger .....	67
Tillegg	.....	72
Referanser.....	.....	73
Vedlegg .....	.....	74

### Figurliste

Figur 1: Gjennomsnittlig varighet i de fire utviklingsfasene for bedrifter i ulike bransjer (McKinsey 2001).....	10
Figur 2: Prinsippskisse /forenklet prosessdiagram av boreslamsystemet. ....	21
Figur 3: Tradisjonell "shale shaker" i operasjon (Cubility 2012). ....	22
Figur 4: MudCube™. Øverst vises en komplett MudCube, gjennomskåret for å klargjøre hvor boreslammet kommer inn og går ut. Nederst vises det roterende filteret og hvordan vakuumsystemet lager ventilering (Cubility 2012).....	23
Figur 5: Landbasert borerigg, fast bore- og produksjonsplattform og mobil borerigg (Jack up) .....	25
Figur 6: Verdikjede Cubility .....	29
Figur 7: Denne figuren viser hvordan MudCuben blir montert og testet i dag .....	32
Figur 8: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 1 (dagens situasjon). ....	34
Figur 9: Kvartalsvis prognose for hvordan veksten i antall produserte MudCuber vil være frem til 4. kvartal 2015.....	43
Figur 10: SWOT-analyse .....	44
Figur 11: Mulig utnyttelse av plassen som er tilgjengelig i dag.....	48
Figur 12: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 2.....	49
Figur 13: Fremtidig utnyttelse av bygget som benyttes i dag.....	51
Figur 14: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 3.....	52
Figur 15: Antatt betalingsplan. ....	60
Figur 16: Forventet kvartalsvis vekst sammenlignet produksjonskapasitet for forskjellige produksjonsstrategier. ....	69
Figur 17: Frekvens av oppskalering med tanke på dimensjonerende kvartalsvis vekst.....	70

### Tabelliste

Tabell 1: Budsjett og prognoser for vekst i antall produserte enheter. Kilde: <i>Cubility vekststrategi 2012</i> . .....	26
Tabell 2: Totalt antall timer brukt i forbindelse med sammenstilling og testing av MudCuben. ....	33
Tabell 3: Cubilitys viktigste underleverandører av utstyr. ....	35
Tabell 4: Produksjonsprofil 2015.....	39
Tabell 5: Produksjonsprofil 2014.....	39
Tabell 6: Produksjonsprofil 2013.....	40
Tabell 7: Dimensjonerende produksjon, med og uten justering for usikkerhet av prognose. 42	
Tabell 8: Antall arbeidstimer brukt på å ferdigstille en MudCube.....	55
Tabell 9: Antall arbeidstimer brukt på å ferdigstille 4 MudCuber .....	56
Tabell 10: Timebruk ved produksjon av 4 MudCuber på 1 måned.....	56
Tabell 11: Prosjekt- og kontantstrøms kalkyle for 120 dagers gjennomløpstid .....	61
Tabell 12: Prosjekt- og kontantstrøms kalkyle for 90 dagers gjennomløpstid .....	62
Tabell 13: Bruttomargin og brutto prosjektmargin.....	63
Tabell 14: Kontantstrøm ved 120 dagers gjennomløpstid.....	64
Tabell 15: Kontantstrøm ved 90 dagers gjennomløpstid.....	64
Tabell 16: Brutto kontantstrøm fra prosjekter 2013. ....	65
Tabell 17: Produksjonskapasitet ved forskjellige bruk av skift. ....	68

### Formelliste

Formel 1: MudCube etterspørsel i desember 2014.....	38
Formel 2: Teoretisk utnyttelse av kapasitet (Jacobs & Chase 2012). ....	56



# Kapittel 1

---

## Innledning

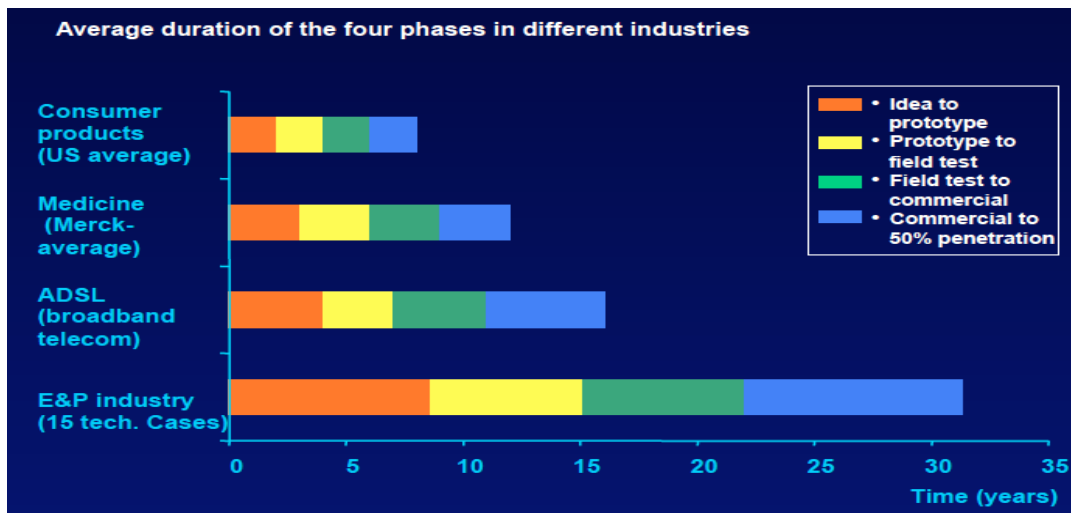
# 1. Innledning

Den gründerbaserte boreutstørsleverandøren Cubility A/S har nylig fått kommersielt gjennombrudd for sitt patenterte produkt, MudCube™. Basert på analyser og tilbakemeldinger fra markedet, har bedriften laget salgsprognoser for de neste tre årene (2013-2015), som viser en betydelig vekst.

Denne Masteroppgaven i Industriell Økonomi (INDØK) ved UMB ser på konkrete problemstillinger rundt hvordan bedriften Cubility skal være forberedt på å håndtere den forventede produksjonsøkningen.

## 1.2 Tema

Temaet for denne masteroppgaven er ” Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala ”. Når det gjelder å ta i bruk nye produkter er olje- og gass-næringen regnet som en relativt konservativ næring. Det stilles generelt sett strenge krav til nye produkter som skal benyttes i kritiske operasjoner i denne bransjen. Som et eksempel viser studier gjennomført av McKinsey (2001), at introduksjon og full kommersialisering av ”nye produkter” til oljebransjen til og med kan være mer tidkrevende enn testing og godkjenning av nye humane medisiner (**Figur 1**).



Figur 1: Gjennomsnittlig varighet i de fire utviklingsfasene for bedrifter i ulike bransjer (McKinsey 2001).

**Figur 1** viser gjennomsnittlig varighet av de fire utviklingsfasene for bedrifter i ulike bransjer. Ser man på olje- og gass-industrien, kan man se at ny teknologi kan bruke opp til 30 år fra idé, til kommersialisering med 50 % gjennomtrenging.

### 1.3 Bakgrunn

Produksjonsoppskalering av et nytt produkt kan være en utfordrende prosess, som både krever nøye planlegging og evne til å omstille seg raskt. Det som fungerte på tegnebrettet, i laboratoriet eller på prototypen, fungerer ikke nødvendigvis optimalt når man skal masseprodusere et produkt. Dette har ikke nødvendigvis bakgrunn i det tekniske, men kan også omfatte organisatoriske eller administrative problemstillinger.

Denne oppgaven er skrevet for bedriften Cubility A/S, som nettopp har gått fra å være en oppstarts-virksomhet, til å oppnå sin første kommersielle suksess. Kundemassen Cubility henvender seg til, er kjent for å stille svært strenge krav til sine leverandører. Om en leverandør, med ansvar for vitale deler, ikke leverer delene i tide, eller leverer dårlig kvalitet, kan dette både få store sikkerhetsmessige og økonomiske konsekvenser for kunden. Samtidig som dette selvfølgelig skader leverandørbedriftens rykte og renommé med tanke på nye oppdrag.

Selv om denne oppgaven er skrevet konkret rundt bedriften Cubility, og dermed er ment å være til nytte for dem, kan den ha en viss generell relevans også for andre bedrifter som står på terskelen til kommersialisering. Nye bedrifter med ny teknologi vil alltid oppstå. Slike bedrifter må dermed gjennom liknende utfordringer i kommersialiseringsfasen, når det gjelder oppskalering av bærekraftig produksjon, for å imøtekomme kundenes krav.

Som en del av oppgaven har jeg fått anledning til å få innsyn i bedriftens produksjonsplaner og overordnede budsjetter, samtidig som jeg har tilbrakt tid i produksjonen sammen med bedriftens prosjektleder, for å måle og kartlegge faktiske forhold rundt dagens produksjon.

Som masterstudent ved UMB har jeg ikke hatt noen typisk oljerelaterte fag. Denne oppgaven har, med utgangspunkt i en INDØK-relevant problemstilling, gitt meg anledning til å få et første innsyn i en spennende bransje.

### 1.4 Problemstilling

Cubility står altså foran en kraftig vekst i etterspørsel og har da en konkret problemstilling på hvordan skal de klare å møte denne etterspørselen ut fra et produksjonsståsted .

Problemstillingen for denne masteroppgaven har dermed blitt definert som:

”Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til stor skala”

For å adressere denne problemstillingen er oppgaven bygget opp som følger:

1. En konkret kartlegging, inkludert et tidsstudium, av et typisk Cubility leveranseprosjekt. Kartleggingen tar utgangspunkt i dagens produksjonsmetode, med innkjøp og delproduksjon hos underleverandører, og en endelig sammenstilling og testing av produktet i Cubilitys egne lokaler. Prosjektledelse og ingeniøroppgaver utføres også av Cubility lokalt. Kartleggingen er delt opp i tre seksjoner.
  - a. Kartlegging og beskrivelse av Cubilitys arbeidsprosesser i forbindelse med produksjon av MudCuber.

- b. Kartlegging/tidsstudium av Cubilitys egen interntid som går med til sammenstilling, testing og preservering av produktet, frem til levering. Denne delen inngår senere i total gjennomløpstid, analysert i punkt c).
  - c. Kartlegging av total gjennomløpstid, fra kontrakten med kunden blir undertegnet, til produktet MudCube er ferdig testet og forlater Cubilitys lokaler. Denne gjennomløpstiden inkluderer innkjøp og delproduksjon hos eksterne underleverandører.
2. En analyse av bedriftens egne salgsprognoser, for å gi en ramme for, og en innsiktsfull forståelse av hvordan produksjonsapparatet må dimensjoneres for oppskaleringsperioden 2013-2015.
  3. En analyse av fremtidig prosjektparallelitet med tanke på å avdekke flaskehals og utfordringer.
  4. Bedriftens styrker, svakheter, muligheter og trusler er analysert ved hjelp av en SWOT-analyse.
  5. Det er gjennomført analyser og kvalitative vurderinger rundt tiltak som kan fremme produktivitet og gi raskere gjennomløpstid
  6. Med bakgrunn i de gjennomførte analysene gir oppgaven anbefalinger med tanke på mulige produksjonsstrategier.
  7. Oppgaven har også sett på Cubilitys prosjektkalkyler og mulig sensitivitet i forhold til kontantstrøm og likviditet fra salg og produksjon av MudCuber.

For å gjøre beregninger ble det utviklet en relativt omfattende analytisk modell i EXCEL. Tabeller og grafer fra denne modellen vises og refereres til i oppgaven. Modellen er laget dynamisk og koblet, slik at den senere eventuelt kan benyttes med endrede input parametere.

### 1.5 Avgrensning

I oppgaven er det tatt utgangspunkt i bedriftens egne salgsprognoser. Utover noen kvalitative vurderinger rundt usikkerhet er det ikke gjort vurderinger rundt holdbarheten av disse prognosene. I de relativt enkle økonomiske beregningene, er det kun sett på prosjektenes isolerte egenøkonomi. Det er ikke tatt hensyn til administrative (over head) kostnader, forskning og utviklingskostnader og eventuelle kostnader forbundet med dødtid mellom vareleveransene.

# Kapittel 2

---

## Teori

## 2. Teori

### 2.1 Lean

#### *2.1.1 Kort innføring i Lean*

”Lean Management” eller Lean filosofi betegner en produksjonsmetodikk som benyttes i forbindelse med produksjon av varer og tjenester. I all hovedsak går filosofien ut på å eliminere så mye sløsing som mulig. På norsk kalles dette ofte for ”slank produksjon”. Det betyr at man skal få bort unyttige prosesser, overproduksjon, unødvendig arbeidskraft, venting, osv. Alt dette gjøres med tanke på å tilføre kunden verdi (Jacobs & Chase 2012). Hovedprinsippet er altså at man skal utføre prosesser som gir verdiskapning til kunden, samtidig som man eliminer prosesser som ikke bidrar til denne verdiskapningen.

#### *2.1.2 Historisk om Lean*

Selv om man helt tilbake til begynnelsen av 1900- tallet kan finne spor av Lean i måten å jobbe på, var det først på 1950-tallet at bilfabrikanten Toyota startet med det vi i dag kaller Lean. Bakgrunnen for at det japanske selskapet begynte med Lean, var hentet fra et annet produksjonskonsept bilfabrikanten Ford implementerte i sine fabrikker, nemlig ”just in time” (JIT).



### 2.1.3 Hva er sløsing?

I Lean-tankegangen er sløsing definert som alt som ikke gir en verdi til produktet, sett fra kundens perspektiv (Jacobs & Chase 2012). Denne definisjonen kan også ekspanderes, og det kommer da frem 7 forskjellige former for sløsing (Dennis 2007):

1. Sløsing ved overproduksjon.

Grunnen til at det kan forekomme overproduksjon av et produkt, eller en del av et produkt, er at estimatene for fremtidig salg ikke stemmer overens med det faktiske salget. Videre vil dette gi ringvirkninger i form av potensielle kostnader som ressursbruk, materialbruk, plassbruk og andre økte kostnader.

2. Sløsing ved ventetid.

Ventetid kan beskrives som den tiden det tar å vente på et tidligere ledd i verdikjeden, før man kan utføre de oppgaver som må gjøres i neste ledd. Dette blir da et ikke- verdiskapende stopp i produksjonen, og arbeidskapasiteten til bedriftens ansatte utnyttes ikke effektivt.

3. Sløsing ved transporttid.

Unødvendig transportering av materialer eller produkter er sløsing med både tid og energi, og kan potensielt føre til skader eller tap.

4. Sløsing ved over-prosessering.

Over-prosessering refererer til alle unødvendige prosesser som ikke bidrar til økt verdi av sluttproduktet.

5. Sløsing ved unødvendig bevegelser.

Denne formen for sløsing refererer til unødvendige bevegelser i forbindelse med verktøy og arbeidere, og kan innbefatte forflytning av verktøy, re-orientering av produksjonsdeler, forflytning mellom arbeidsstasjoner osv.

### 6. Sløsing ved defekte produkter.

Defekte produkter er en åpenbar sløsing av ressurser. Selv om produktet kan repareres, vil det medgå unødvendig tid til dette.

### 7. Sløsing ved inventar.

Denne formen for sløsing refererer til bedriftens inventar, i form av store lagerrom med deler til produksjonen, eller unødvendig oppbevaring av ferdige produkter. I begge tilfeller vil dette bety økte kostnader for bedriften i forbindelse med lagerplass.

## 2.2 Bestemme kapasitetsbehov

For å bestemme kapasitetsbehovet for et produkt som produseres i en fabrikk eller produksjonshall, må man se på følgende faktorer (Jacobs & Chase 2012):

- Etterspørselen på produktet som skal produseres.
- Kapasiteten til fabrikk / produksjonshallen.
- Tildeling av produksjon i fabrikk / produksjonshallen.

Vanligvis er dette gjort i henhold til følgende trinn:

1. Bruke prognoseteknikker for å anslå hvordan salget på produktet/produktene vil bli. Her kan man se om prognosene tilsier at det vil være en nedgang i salget, og bedriften må nedskalere sin produksjon, eller om det er stor sannsynlighet for vekst, noe som fører til at bedriften må oppskalere produksjonen.

2. Beregne kapasitet på utstyr og arbeidskraft, for å finne ut om det er tilstrekkelig til å møte den veksten prognosen tilsier. Ved å beregne kapasiteten på utstyr og arbeidskraft vil man finne ut hvor mye man må øke kapasiteten i forhold til produksjonsoppskaleringen.
3. Finne tilgjengelighet på utstyr og arbeidskraft i perioden veksten vil forekomme. Dette gjøres for å forsikre seg at utstyr og arbeidskraft er tilgjengelig ved økt kapasitetsbehov.

# Kapittel 3

---

Beskrivelse av Cubility – Produkt,  
kommersialisering og marked

## 3. Beskrivelse av Cubility – Produkt, kommersialisering og marked

Cubility ble etablert i 2005 av to gründere, Jan Kristian Vasshus og Trond Melhus. De hoppet da av fra gode ingeniørjobber i oljebransjen for å satse på utviklingen av en helt ny og patentsøkt teknologi – ”MudCube”™.

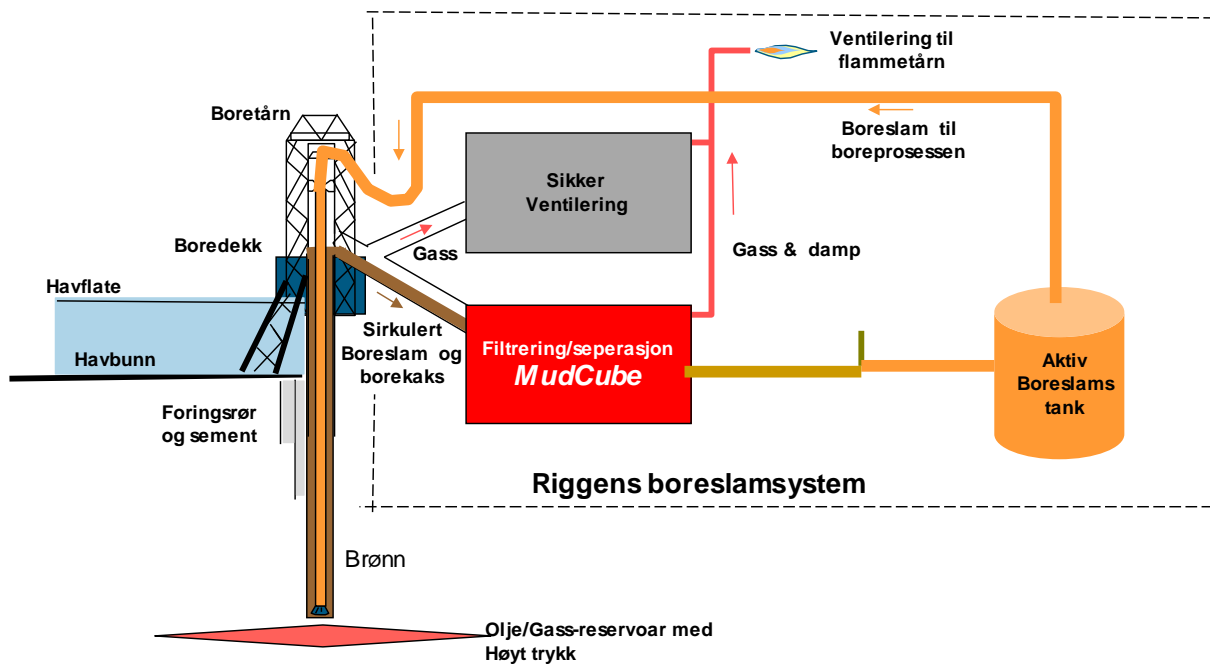
Cubility er å regne som en utstyrsleverandør til oljeindustrien, og MudCube™ er et produkt som retter seg inn mot boreutstyrsmarkedet. Mer spesifikt er MudCube en avansert elektromekanisk innretning som brukes for behandling og rensing av boreslam (drilling mud), som kommer i retur fra borehullet.

### 3.1 En enkel innføring i boreslamsystemet

Under boreoperasjoner brukes boreslam i store volumer og dette slammet har 3 hovedfunksjoner:

- a) Boreslammet skal i sikkerhetssammenheng stå som en hydrostatisk motvekt til undergrunnens formasjonstrykk og dermed hindre at man får ukontrollerte utblåsninger.
- b) Boreslammet skal smøre og kjøle ned borestreng og borkroner under boreoperasjonen, samt sørge for at det dannes en ”glatt” overflate mot bergformasjonen man borer i.
- c) Boreslammet skal transportere/sirkulere ut borkaks (knust bergformasjon) som bores ut av borehullet.

Nedenfor (**Figur 2**) vises en prinsippskisse og et forenklet prosessdiagram for hvordan boreslam brukes når man borer etter olje og gass. Det samme prinsippet gjelder enten man borer en letebrønn, produksjons- eller avgrensningsbrønn og utstyret man bruker rundt håndteringen av boreslammet er mer eller mindre det samme om man borer på land eller fra faste, eller mobile enheter offshore. Med MudCube har Cubility introdusert en banebrytende ny løsning for å rense/filtrere boreslammet som kommer i retur fra borehullet, slik at det effektivt kan gjenbrukes. I prinsippskissen ser man hvor Cubilitys MudCube passer inn i prosessen - markert med en rød boks.



*Figur 2: Prinsippskisse /forenklet prosessdiagram av boreslamssystemet.*

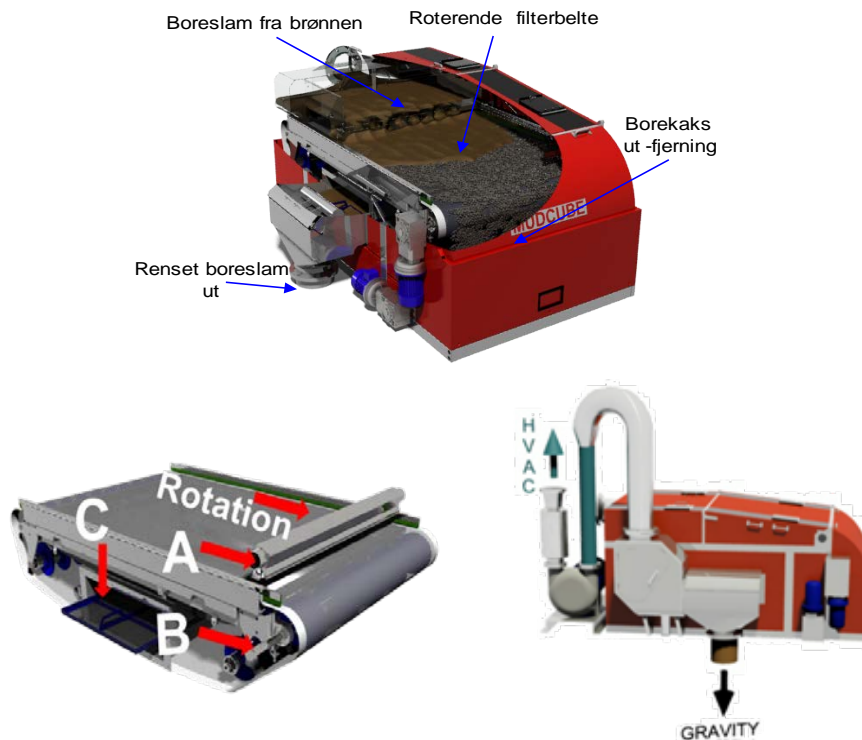
Cubility har, med MudCube, valgt å konkurrere mot en løsning som har vært mer eller mindre uendret i mange tiår. Over alt i verden hvor det bores etter olje og gass, brukes i dag såkalte "shale shakere" for å rense og filtrere boreslammet, se **Figur 2**. En "Shale Shaker" er et kraftig mekanisk "ristebord", en maskin hvor boreslammet utsettes for gjentatte G-krefter over et filter. Teknologien er videreutviklet fra det man kjenner fra både gruvedrift og landbruk. Dette er imidlertid en løsning med klare effektivitetsbegrensninger, samtidig som den også har store HMS(helse, miljø og sikkerhet)-utfordringer i forhold til høyt støynivå og bidrag til dårlig/helsefarlig luftkvalitet i operasjonslokalet.



*Figur 3: Tradisjonell "shale shaker" i operasjon (Cubility 2012).*

På en borerigg står det normalt 3 til 6 shale shakere i parallell operasjon og i dimensjonerende boreoperasjoner skal hver enkelt shale shaker kunne prosessere så mye som 1500-2000 liter slam/minutt.

I stedet for å bruke G-krefter baserer Cubilitys patenterte MudCube seg på bruk av et kraftig vakuum, der boreslammet suges gjennom et roterende filter, se **Figur 4**. Hele maskinen er innebygd og opererer med et visst undertrykk. Dette gir en veldig effektiv slamfiltrering, med mindre vedheng av slam på borkaksen og der all farlig avdampning blir sugd ut med luftventileringen (HVAC= heating, ventilation and air conditioning).



Figur 4: MudCube™. Øverst vises en komplett MudCube, gjennomskåret for å klargjøre hvor boreslammet kommer inn og går ut. Nederst vises det roterende filteret og hvordan vakuumsystemet lager ventilering (Cubility 2012).

### 3.2 Kommersialisering av MudCube™

Oljebransjen er regnet som svært konservativ i forhold til implementering av nye produkter, og er dermed et marked der kommersialisering av nytt utstyr tar relativt lang tid. Ikke minst gjelder dette når utstyret inngår i en sikkerhetskritisk operasjon, slik som boring. Med dette som utgangspunkt tok gründerne i Cubility tidlig kontakt med Statoil, som den viktigste norske oljeselskapskunden, for å få dem til å være med på et utviklingsprogram for å fastlegge ytelseskrav og for å kvalifisere selve MudCube – teknologien. Statoil ble begeistret for ideen og har i prinsippet hatt en rolle i utviklingen helt siden 2006 og frem til de gav teknologien sin "godkjent for bruk stempel" tidlig i 2012. Gjennom dette utviklingsløpet har Cubility fått dokumentert MudCubens fortrinn på en systematisk og industrielt rettet måte.



Selv om dette til tider har vært et tungt og tidkrevende initiativ, synes konklusjonen å være at samarbeidet med Statoil har vært til uvurderlig hjelp, og avgjørende for hvor Cubility står i dag.

En annen fordel med å få denne type hjelp av Statoil, er at deler av utviklingskostnadene blir dekket inn i en kombinasjon av direkte støtte til bygging og testing av utstyret. Samtidig kan det være en døråpner i forhold til å få ytterligere finansiell støtte fra offentlige støtteordninger, som for eksempel fra Forskningsrådet eller Innovasjon Norge. For å lykkes med tildeling av midler i industrielle utviklingskontrakter av denne typen, kreves det normalt også betydelig med risikovillig egenkapital. Dette kan være en utfordring i bedrifter som startes av gründere uten denne typen kapital tilgjengelig.

Cubility har imidlertid klart å tiltrekke seg profesjonelle og finansielt sterke eiere, representert ved Energy Ventures, Kommunal Landspensjonskasse (KLP) og Chevron Technology Ventures. Samlet sett har disse aktørene gjennom utviklingsløpet og siden 2007 bidratt med ca. 100 millioner norske kroner i frisk egenkapital, samt med å profesjonalisere ledelse og styring av selskapet. Om man legger til bidragene fra Statoil, Innovasjon Norge og Forskningsrådet har det i alt blitt investert ca. 150 millioner kroner i utviklingen av MudCube-teknologien. Gründerne eier fremdeles en betydelig andel av selskapet.

Cubility har siden oppstarten drevet forsiktig, men aktiv markedsføring av sin nye og banebrytende teknologi. MudCuben har blant annet vunnet innovasjonspriser på store internasjonale oljemesser i Norge (ONS) og i USA (OTC). I en konservativ oljebransje har imidlertid kontraktene latt vente på seg. Etter mange års hardt og målrettet arbeid ser man endelig at kundenes reelle interesse for å kjøpe MudCuber øker betydelig. Mengden av forespørsler og tilbud som gis indikerer en interessant og betydelig vekst i tiden fremover.

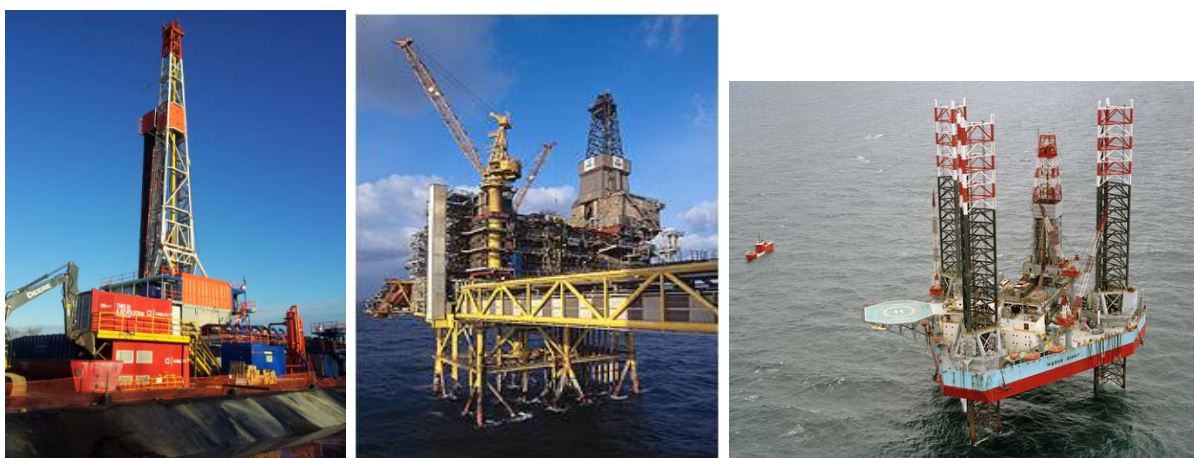
Like etter at Statoil hadde gitt sitt "godkjent for bruk stempel" til Cubility og dets MudCube, fikk selskapet sin første kommersielle kontrakt med boreselskapet Maersk Drilling for leveranse av 3 MudCuber til boreriggen Maersk Giant. Som første reelle kunde valgte Maersk å skifte ut sine gamle konvensjonelle shale shakere med den nye MudCube-teknologien. Samlet kontraktsverdi for Cubility var på ca. 15 millioner kroner. Utstyret ble

levert og installert i september 2012. Boreriggen Maersk Giant utfører nå offshore boreoperasjoner i Nordsjøen med MudCubene som en del av det kritiske utstyret. Tilbakemeldingene fra kunden så langt er at MudCubene fungerer over all forventning, og dette er med andre ord en svært viktig milepæl i kommersialiseringen av MudCube teknologien (*Talisman pioneering Cubility's fluid processing technology 2012*).

### 3.3 Marked, budsjett og salgsprognoser

Cubility har, med MudCuben, et produkt som henvender seg til et svært stort og attraktivt marked. Enhver innretning som borer etter olje og gass vil i prinsippet være et potensielt marked for salg av MudCuber. Generelt kan man dele markedet inn i 3 hovedsegmenter:

1. Landbaserte borerigger – spesielt store markeder i USA og Midt Østen.
2. Faste offshore baserte bore- og produksjonsplattformer – store markeder i Nordsjøen, Brasil, Vest Afrika, Mexico Gulven og sørøst Asia.
3. Mobile offshore baserte borerigger – med store markeder som i punkt 2 over.



*Figur 5: Landbasert borerigg, fast bore- og produksjonsplattform og mobil borerigg (Jack up)*

Markedet for denne type utstyr til oljebransjen er imidlertid dominert av store multinasjonale selskaper, som Schlumberger, National Oilwell Varco, Baker og Halliburton. Dette er såkalt integrerte oljeservice- og utstyrsleverandører, som leverer komplette

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

boretstyrspakker og relaterte tjenester. Cubility må derfor forvente tøff konkurranse om de fleste kontrakter.

Basert på en totalgjennomgang av markeder, muligheter og direkte forespørsler, har ledelsen og styret i Cubility utarbeidet budsjetter og prognoser som en del av selskapets vekststrategi. Disse budsjettene og prognosene danner hovedgrunnlag som beregningsgrunnlag i denne masteroppgaven.

Tabell 1: Budsjett og prognoser for vekst i antall produserte enheter. Kilde: *Cubility vekststrategi 2012*.

		Budsjett	Prognose	Prognose
Årstall	2012	2013	2014	2015
Antall MudCuber	7	30	60	85
Årlig vekst	-	329 %	100 %	42 %

**Tabell 1** viser hvordan Cubility ser for seg at veksten, i antall produserte MudCuber, vil bli frem til 2015. Cubilitys budsjett tilsier at det vil være en kraftig salgsvekst i 2013 med hele 329 % økning i forhold til 2012. Prognosene tilsier at det vil bli en dobling i antall produserte MudCuber i 2014. Videre sier prognosene at det i 2015 vil produseres 85 MudCuber som tilsvarer en vekst på 42 % fra 2014.

# Kapittel 4

---

## Kartlegging

## 4. Kartlegging/tidsstudier

Som en nødvendig inputparameter til produksjonsplanleggingen har det vært viktig å få etablert en "mal" for hvordan arbeidsprosessene foregår i bedriften i dag, samt å foreta en konkret tidsstudie av et typisk Cubility leveranseprosjekt. Gjennom sommeren/høsten 2012 er det ved besøk i bedriften observert, foretatt målinger og undersøkelser rundt ferdigstillelsen av MudCuber til "Maersk Giant"-prosjektet. I tillegg er en betydelig del av informasjonen tilegnet gjennom samtaler/intervjuer med bedriftens Chief Operations Officer (COO), Arne Stokknes. Kartleggingen tar utgangspunkt i dagens måte å produsere MudCuben på, og er delt opp i tre seksjoner.

- a. Kartlegging og beskrivelse av Cubilitys arbeidsprosesser i forbindelse med produksjon av MudCuber.
- b. Kartlegging av tiden Cubilitys egne ansatte bruker på avsluttende sammenstilling, testing og preservering av MudCuben frem til levering. Denne delen inngår senere i total gjennomløpstid analysert i c) under.
- c. Kartlegging av total gjennomløpstid fra kontrakten blir underskrevet med kunden, til produktet MudCube er ferdig testet og forlater Cubilitys lokaler. Denne gjennomløpstiden inkluderer innkjøp og delproduksjon hos eksterne underleverandører.

### 4.1 Kartlegging og beskrivelse av dagens arbeidsprosesser hos Cubility

#### 4.1.1 Prosjektmodell

Cubility benytter i dag det man kaller prosjektbasert produksjon. Det betyr at hvert produkt eller produktpakke blir utført som et prosjekt fra Cubilitys side.

På generell basis er et prosjekt kjennetegnet ved (Westhagen et al. 2008):

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

- Prosjektet har som regel klarlagte og til dels kontraktsfestede krav til ytelse, tids- og kostnadsrammer.
- Det arbeides ofte på kryss av organisasjonen og personer med tverrfaglig bakgrunn jobber sammen.
- Prosjektgjennomføring måles mot oppnåelsen av de fastsatte rammene.
- Prosjektet har en klar intern organisering.

Hos Cubility kan man si at prosjektorganiseringen følger en verdikjede, som kort skissert ser ut som følger:



*Figur 6: Verdikjede Cubility*

Cubility produserer per i dag kun på bestilling, og har av den grunn ingen lager av ferdige varer. Da hver ordre/bestilling har større eller mindre forskjeller, er det hensiktsmessig å gjøre det på denne måten. For å tilfredsstille kundens krav, er arbeidsprosessen derfor lagt opp til at man må gjøre beregninger og tilpassing på hver leveranse. Hele prosjektet kontrolleres og styres av en prosjektleder. I de påfølgende avsnittene gis en kort beskrivelse av hvert enkelt ledd i denne verdikjeden.

I de neste kapitlene gjennomgås tidsbruk/gjennomløpstid og avhengighet av de forskjellige leddene i prosjektverdikjeden. Her blir denne informasjonen systematisert på en slik måte at den kan brukes i produksjonsplanleggingen.

### **4.1.2 Salg/Kontrakt**

Cubility har fire selgere per dags dato (05.10.2012). To selgere holder til i Cubilitys hovedkontor på Kvål i Sandnes, en har base i Aberdeen og en holder til i Houston.

Selve salget blir slutført sammen med ledelsen. Det skrives da en detaljert kontrakt med kunden som ivaretar spesifikasjoner, leveringsbetingelser, ansvar og rettigheter. Et prosjekt blir formelt etablert og dette setter i gang en systematisert og veldokumentert prosess hos Cubility.

### *4.1.3 Ingeniørtjenester - tilpassing/Design*

Cubility har satset på stor grad av standardisering i produksjonsprosessen. Dette betyr at mesteparten av produksjonsunderlaget vil være likt fra prosjekt til prosjekt. Ingen borerigg er imidlertid lik, og noe av det første som skjer etter et salg er derfor kundespesifikke designendringer på produktet. Dette kan f. eks gjelde hvor stor plass den spesifikke boreriggen har til å plassere MudCubene eller hvilke strømstyrker og spenningsnivåer riggens elektriske anlegg har. Her vil ingeniørene hos Cubility jobbe med å finne løsninger og hente inn de data som trengs for å utføre disse endringene. Når slike løsninger er konkludert, korrigeres som regel produksjonsunderlaget og prosjektplanene.

Ingeniørene tilpasser MudCuben og tar ansvar for alle sentrale ingeniørdisipliner, så som mekanisk, struktur, elektro og instrument. I dette arbeidet brukes moderne verktøy, som CAD, 3D moduleringer, osv. Ingeniøravdelingen har også ansvaret for produksjonsunderlaget og de spesifikasjoner som brukes mot underleverandører.

### *4.1.4 Innkjøp og delproduksjon*

Cubility lar store deler av produksjonen av komponenter og utstyr foregå hos underleverandører og kjente utstyrprodusenter. Dette er til dels innkjøp med betydelig økonomisk verdi og har naturligvis innvirkning på et prosjekt. Produksjonen av rammen /chassiet til selve MudCuben og mindre deler som pumper, vakuumenheter, el-motorer og datastyrt kontrollsystemer er eksempler på deler som produseres utenfor bedriften, og er det man kaller "outsorcet".

Forsinkelser og mangler ved innkjøpte varer og produkter kan få store konsekvenser for prosjektet. Det er derfor viktig at kontrakter, produksjonsunderlag og spesifikasjoner følges opp på en tett og profesjonell måte. Dette ansvaret ligger hos prosjektlederen.

### *4.1.5 Sammenstilling og testing - Ferdigstilling*

Den mest kritiske delen av produksjonen er sammenstilling og uttesting av det ferdige MudCube-produktet, en prosess som kalles ferdigstilling. Denne delen har Cubility foreløpig valgt å kontrollere selv, med eget personell i egne lokaler, det såkalte testsenteret. Etter at man har fått inn alle delene fra de forskjellige underleverandørene og utstyrproduzentene, foregår en nøye planlagt montering. Etter at monteringen av produktet er ferdig, må MudCuben testes grundig. Det utføres først en tørr-test for å påse at alt av mekanisk og elektronisk fungerer som det skal. Deretter blir MudCuben testet med væske (normalt vann) for å sjekke at alle pumper, rør og koblinger fungerer tilfredsstillende – uten lekkasjer. Dette kalles en "Factory Acceptance Test" (FAT). Når testene er utført og produktet kvalitetssikret, preserveres og pakkes MudCuben for transport og leveranse.

### *4.1.6 Dokumentasjon*

Kravet til dokumentasjon og materialsparing er høyt og detaljert i oljebransjen. Gjennom hele prosjektet må derfor prosjektleder, innkjøper, ingeniører, og ansatte ved testsenteret, både skriftlig og elektronisk dokumentere det produktet organisasjonen lager. Dette gjelder også produkter og utstyr som kommer fra underleverandører. Ved hver overlevering av en ferdigstilt MudCube, leveres en fullstendig dokumentasjonspakke som en kvalitetssikring av produktet.

## **4.2 Etter levering**

Selv om det ikke direkte påvirker selve produksjonen, har Cubility et ansvar og deltar derfor aktivt i følgende aktiviteter.

### *4.2.1 Installering på borerigg*

Etter at MudCuben har ankommet kunden, må den installeres. Dette gjøres som regel ved et skipsverft, der boreriggen bygges eller modifiseres. Cubility deltar ved at 1 eller 2 egne ansatte er om bord og leder installasjonen.

### *4.2.2 Live test*

Etter installasjonen er ferdig skal MudCuben testes i en live-test. Denne testen utføres også under oppsyn fra ansatte i Cubility, sammen med representanter fra kunden.

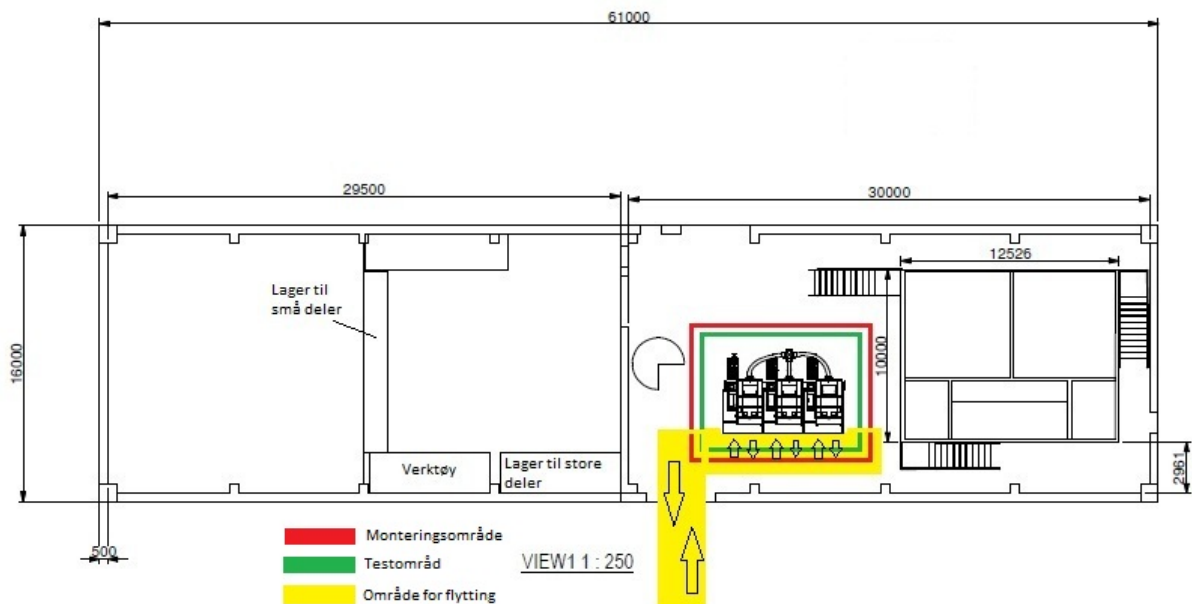


### 4.2.3 "Babysit"

Ansatte ved Cubility blir også ofte bedt om å "babysitte" MudCuben i den første innkjøringsfasen. Dette er både for å rette opp eventuelle mangler, men også for å lære opp kundens personell i hvordan MudCuben skal driftes og vedlikeholdes.

### 4.3 Tid-studie: Kartlegging av intern-tid til sammenstilling og testing - Dagens situasjon

I dag er situasjonen i "testsenteret" slik at både montering og testing av MudCubene foregår på samme plass.



Figur 7: Denne figuren viser hvordan MudCuben blir montert og testet i dag

Fra denne arealplanen fra Cubilitys produksjonsanlegg (**figur 7**) blir komponentene som skal sammenstilles ført inn gjennom hoveddøra. Det meste fraktes inn med truck. Når hovedrammen /chassiet er plassert starter selve sammenstillingsprosessen. Tørrtesting og FAT utføres på samme sted. Når MudCubene er ferdig testet og pakket for transport blir de fraktet ut av samme dør som de kom inn.

Det er altså foretatt en detaljert kartlegging av hele denne prosessen slik den foregår i dag og dette er dokumentert i følgende flytskjema og gantt-diagram. Det vil være hensiktsmessig å se på et prosjekt av denne typen ved bruk av gantt-diagram (Westhagen et al. 2008).

Flytskjemaet i **Figur 8** viser hvilke tidsfaktorer som påvirker MudCube-prosjektet. Det tar med alle faktorer og operasjoner som spiller inn, fra start via monteringen av enkeltdeler, til ferdigstilling og pakking av produktet. Analysen ble gjennomført ved å gå i detalj på hver del av monteringen.

Gantt-diagrammet i vedlegg 1 viser hvordan de forskjellige aktivitetene i flytskjemaet henger sammen, både tidsmessig og hvordan de avhenger av hverandre i logisk, praktisk rekkefølge. Videre ser gantt-diagrammet på hvilke ressurser som brukes og hva som er produktiv kontra ikke-produktiv tid.

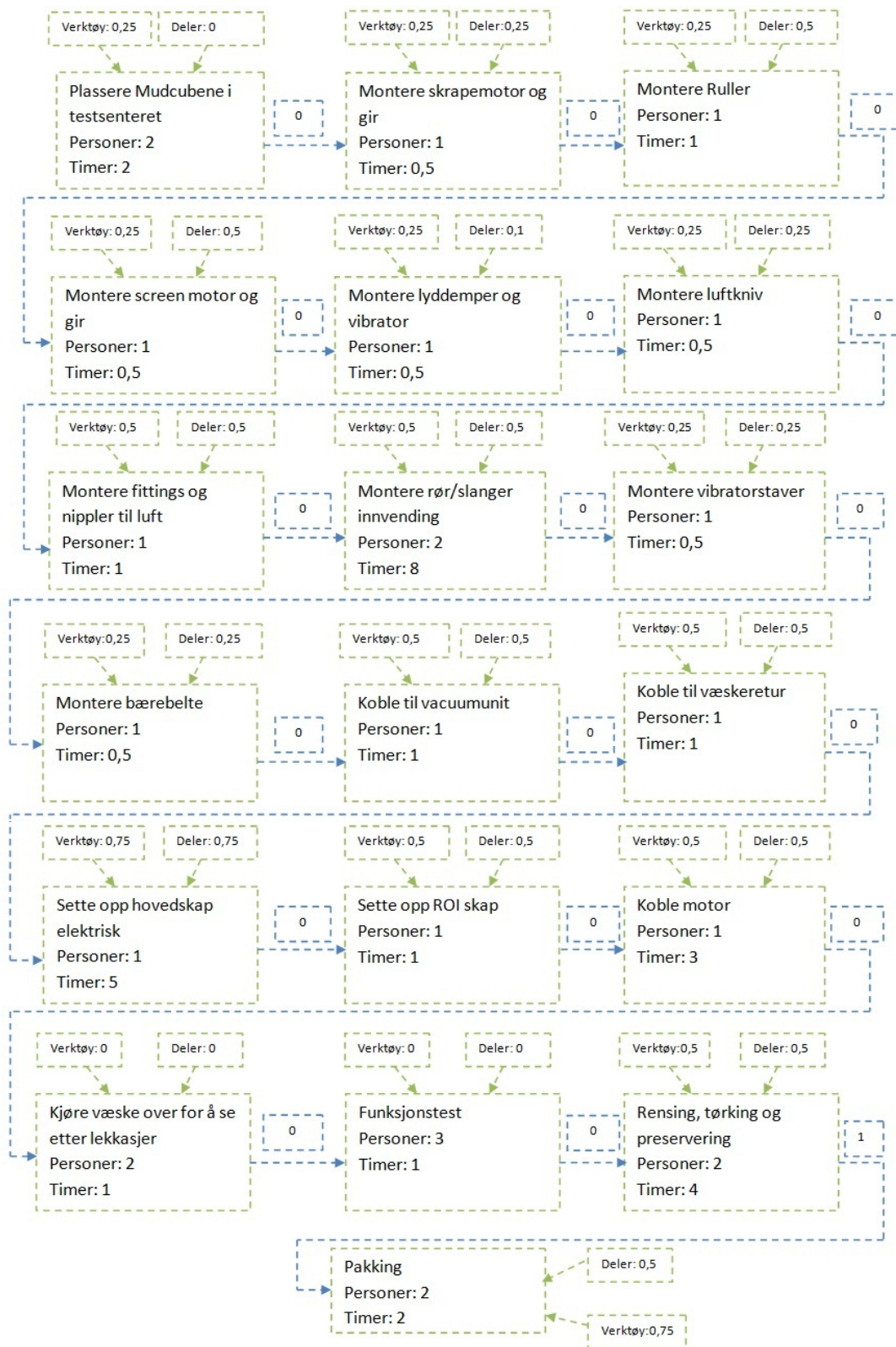
Prosjektplanen/gantt-diagrammet viser at montering/sammenstilling og testing av en MudCube kan utføres på 5 dager eller 36 timer. I dette estimatet er det lagt til en sikkerhetsmargin på 20 %.

Totalt viser kartleggingen og målingene at det går med 91.2 arbeidstimer fra Cubilitys ansatte. Disse timene er fordelt på 2 mekanikere, 1 elektriker/instrumenttekniker, 1 assistent og noe oppfølging/veiledning fra prosjektleder. Assistenten utfører mye av det ikke-produktive arbeidet forbundet med henting av verktøy og deler. Dette presenteres i

### Tabell 2.

Tabell 2: Totalt antall timer brukt i forbindelse med sammenstilling og testing av MudCuben.

Kategori	Antall Timer
Mekaniker	32,5
Mekaniker 2	19,5
Assistent	18
Elektriker / Instrument	15
Prosjekt leder	6,2
<b>Sum</b>	<b>91,2</b>



Figur 8: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 1 (dagens situasjon).

Det er laget et flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 1 (dagens situasjon), vist i **Figur 8**. Hovedoperasjonene i forbindelse med montering og testing er notert inne i de store grønne boksene. Disse gir informasjon om hva som blir gjort, timeforbruk, og antall personer som må være med på operasjonen. De små grønne boksene oppgir tid brukt til å finne verktøy eller deler. De blå boksene henviser til tidsbruk i forbindelse med flytting av MudCuben fra et sted til et annet. Alle tall er oppgitt i timer.

### 4.4 Kartlegging av et totalprosjekt – dagens situasjon

Dette kapittelet inneholder en kartlegging av den totale gjennomløpstiden fra kontrakten blir skrevet med kunden, til produktet MudCube er ferdig testet og forlater Cubilitys lokaler. Denne gjennomløpstiden inkluderer tiden forbundet med innkjøp med tilhørende delproduksjon hos underleverandør. I dag har Cubility en rekke underleverandører, hvor Lie CNC AS leverer hovedkomponenten, selve skallet eller chassiset til MudCuben. Andre kritiske deler som skal monteres på MudCuben blir levert fra underleverandører både i Norge og utlandet. De viktigste leverandørene, delene og tilhørende leveringstider og er listet i tabellen nedenfor (**Tabell 3**).

Tabell 3: Cubilitys viktigste underleverandører av utstyr.

Underleverandør	Del	Leveringstid
Lie CNC	MudCube	6
Geartek	Motor	8
Oneco	EL- og styringssystemer	8
Mapro	Generator	8
Haver & Boecker	Filter belter	5
Aanestad Service	Vibratorstaver	4
Mento	Pneumatikk	4
Svafas	Fittings	1
Foodtech/Kaak	Bærelte og drivruller	4
IK rør	Vannkniv	2
Exair	Luftkniv	4
Accustrip	Revenfilter	5
FB-kjeder	Skraper	2
Rodin	Pakninger	2

Som definisjon av et totalprosjekt ble det, i enighet med Cubility, valgt produksjon av 3 eller 4 MudCuber, og der sammenstilling foregår i serieproduksjon og i henhold til kartlegging i kapittel 4.2. Kartlegging av aktivitetene i totalplanen er basert på intervjuer med ansatte ved Cubility, hvor det estimerte tidsforbruket baserer seg på Mærsk Giant prosjektet. Det må merkes at Cubility ikke gjennomførte nøyaktig loggføring av timer i dette prosjekt, og noe usikkerhet i forbindelse med tallene må dermed påregnes. Kartleggingen skal også gi en detaljert oversikt over avhengigheter mellom de forskjellige aktivitetene i et totalprosjekt. Dataene er visuelt presentert i et gantt-diagram. Se vedlegg 2. Kartleggingen konkluderer med at Cubility i dag kan gjennomføre et totalprosjekt på 3-4 Mudcuber i løpet av 4 måneder (120 dager). Dette stemmer godt overens med tall bedriften selv operer med.

# Kapittel 5

---

## Analyser

## 5. Analyser

Dette kapittelet samler alle analyser som er blitt gjort, blant annet med bakgrunn i data fra kapittel 4.

### 5.1 Analyse av bedriftens prognoser

Med utgangspunkt i **Tabell 1** er det laget en nedbrytning av disse relativt overordnende tallene, til noe som gir fornuftig analytisk informasjon for planlegging av fremtidig produksjon. Først av alt må dataene søkes omformulert i tilstrekkelig detaljer.

Cubility vil, med stor sannsynlighet, oppleve det de aller fleste oppstarts-bedrifter opplever når det gjelder salg og produksjon, nemlig en treg start, fulgt av bratt vekst med påfølgende utflating (Bjørnåli 2009). Når man gjennomfører en god produksjonsplanlegging gir det ingen reell mening å se på årlig tilvekst. Som et minimum bør man derfor bryte ned produksjonen og veksten i antall enheter/måned. Dette er detaljer bedriften per i dag ikke har.

Antagelser: Ut fra ledelsens budsjett og prognoser antar denne analysen at Cubility først i 2015 har nådd en fast vekst på 42 % per år og at denne veksten er jevnt fordelt (42/12) med 3,5 % per måned. I et "normalisert" produksjonsbilde er det videre antatt at selskapets leveranser vil være på enten 3 eller 4 MudCuber per salg. Med utgangspunkt i en prognosert produksjon av 85 Mudcuber i 2015, samt ved å benytte formelen under, kan man estimere forventet salg i desember 2014.

Formel 1: MudCube etterspørsel i desember 2014

$$X(Des - 14) = 85 / ((1,035) + (1,035)^2 + \dots + (1,035)^{12})$$

Det vil i følge formelen være en etterspørsel på 5,6 MudCuber i desember 2014. Dette gir grunnlag for tabellen under.

### 5.1.1 Detaljert salgsprognose 2015

I produksjonsåret 2015 antar man at selskapet har kommet inn i den såkalte utflatingsfasen og salgsprognosene beregnes med utgangspunkt i en fast tilvekstfase på 3.5 %.

Tabell 4: Produksjonsprofil 2015

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Total	
5,8	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9	7,2	7,4	7,7	7,9	8,2	8,5	85	
3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%		
6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	85

**Tabell 4** viser en antatt produksjonsprofil for MudCuber for året 2015. Verdiene er beregnet ved hjelp av **Formel 1** i avsnitt 5.1, med en fast tilvekstrate på 3.5 % pr måned. Som man ser av tabellen vil det totale antallet produserte enheter i 2015 være 85 ifølge dette estimatet. Desimaltall er rundet opp eller ned til nærmeste hele tall.

### 5.1.2 Detaljert salgsprognose 2014

For 2014 kan en ikke bruke samme antagelser om jevn månedlig vekst som i 2015, da produksjonen antas å være inne i den bratte tilvekstfasen. Selskapets prognose tilsier at det skal produseres 60 enheter i dette året. Analysen og antagelsene for 2015 tilsier videre at produksjonen i desember 2014 er 6.2 enheter eller  $6 = 2 \times 3$  enheter. I mangel på detaljerte salgsprognoser (brutt ned pr måned), er følgende produksjonsprofil beregnet.

Tabell 5: Produksjonsprofil 2014

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Total
4	4	4	4	6	4	4	6	6	6	6	6	60,0
9,1%			16,7%			14,3%			12,5%			

**Tabell 5** viser hvordan produksjonsveksten vil være i 2014. Prosentvis vekst er lagt opp pr kvartal, og man ser at det vil være en variert vekst. I begynnelsen av 2014 vil Cubility måtte



## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

produsere 4 MudCuber pr. måned, mens de i slutten av året må regne med å produsere opp mot 6 enheter.

### 5.1.3 Detaljert salgsprognose 2013

For 2013, som egentlig er det første hele kommersielle produksjonsåret, anvendes samme metodikk som for 2014. En antar at året avsluttes med 4 produserte MudCuber per måned. Starten på året vil imidlertid gjenspeile at selskapet fremdeles er i en tidlig kommersialiseringsfase og en forventer derfor færre og mer spredte salg i denne fasen.

Tabell 6: Produksjonsprofil 2013

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Total
0	3	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	30,0
NA			100,0%			50,0%			33,3%			

I første og andre kvartal vil Cubility fortsatt være i en tidlig fase av kommersialiseringen, noe som vil gi utslag som sporadiske bestillinger. Som **Tabell 6** viser, vil det derfor være måneder der det ikke produseres noen enheter. Videre viser tabellen at salgstallet, og derfor også produksjonstallet vil stige utover i 3 og 4 kvartal, noe som vil gi produksjon hver måned.

### 5.2 Gjennomløpsanalyser og risikojustering

Med utgangspunkt i den forventede produksjonen, som analysert over, er tallene videre analysert med tanke på tilgjengelig produksjonstid. En kvalitativ vurdering av usikkerheten av prognosene er også inkludert under dette avsnittet. En bedrifts salgsprognoser vil være et resultat av salgs- og markedsarbeidet. I en tidlig kommersialiseringsfase for et nytt produkt, vil både kortsiktige og langsiktige budsjetter og prognoser være forbundet med større usikkerhet enn for produkter som er veletablert med gode markedsandeler og klart definerte markeder. Cubility faller inn i første kategori. Det vil være logisk å se på antall prosjekter som Cubility planlegger å gjennomføre.

Som et eksempel skal Cubility, i henhold til den foregående analysen og selskapets prognoser, levere et prosjekt med 3 MudCuber i første kvartal 2013. Hva skjer om man plutselig må forholde seg til at dette blir 2 prosjekter? Kan bedriften håndtere dette? Som en kvalitativ risikojustering er det derfor lagt til en volumøkning for første kvartal med 1 prosjekt eller 3 Mudcuber -100 % økning. Det kan selvfølgelig også hende at kunde-kontrakter sklir ut i tid og at Cubility står uten ordre som skal leveres i 1 kvartal. Det er imidlertid ikke tatt med risikojustering mot mindre volum, da dette ikke setter produksjonskapasiteten under press. Tilsvarende vurderinger er gjort for hele prognoseperioden frem til utgangen av 2015, og en vil se at risikojusteringen i prosent vil reduseres etter hvert som produktet oppnår større aksept i markedet.

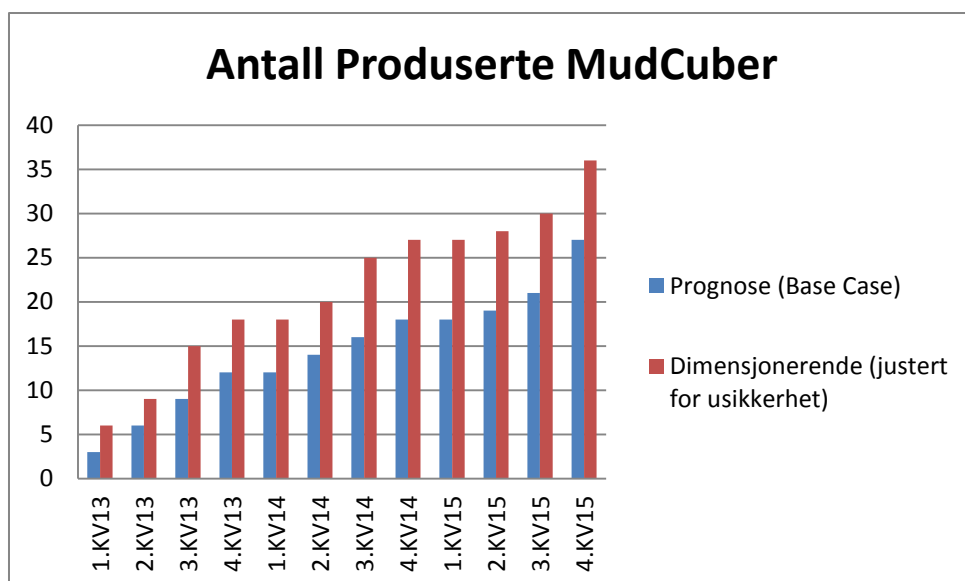
Forhåpentligvis gir denne tilnærmingen aktuelle produksjonstall som bedriften kan bruke som underlag for å kunne planlegge og for å være forberedt til å håndtere en fremtidig produksjonsvekst. Det er viktig å understreke at denne analysen ikke tar hensyn til hvilken produksjonstid Cubility har i dag, men den gir altså et svar på hvordan Cubility må eller bør dimensjonere produksjonsapparatet sitt for fremtiden.

Tabell 7: Dimensjonerende produksjon, med og uten justering for usikkerhet av prognose

	2013				2014				2015			
	1.KV13	2.KV13	3.KV13	4.KV13	1.KV14	2.KV14	3.KV14	4.KV14	1.KV15	2.KV15	3.KV15	4.KV15
Antall arbeidsuker pr kvartal (ekskl ferie)	12	11	9	12	12	11	9	12	12	11	9	12
Antall arbeidsdager pr kvartal (eksl ferie)	60	55	45	60	60	55	45	60	60	55	45	60
<b>Kvartalsvis forventet produksjon i antall MudCuber (Base Case)</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>27</b>
Antall kontrakter som skal leveres med 3 Cuber på hver kontrakt	1	2	3	4	4	2	4	2	2	1	3	1
Antall kontrakter som skal leveres med 4 Cuber på hver kontrakt	0	0	0	0	0	2	1	3	3	4	3	6
Gjennomsnitt antall produksjonsdager mellom hver ferdigstilt MudCube (Base Case)	20,0	9,2	5,0	5,0	5,0	3,9	2,8	3,3	3,3	2,9	2,1	2,2
Antatt usikkerhet i prognosene for salg i antall kontrakter (3 MudCuber pr kontrakt)	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Antatt usikkerhet i prognosene i antall produserte MudCube enheter	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9
Antatt usikkerhet i % av prognose (Base Case)	100 %	50 %	67 %	50 %	50 %	43 %	56 %	50 %	50 %	47 %	43 %	33 %
<b>Dimensjonerende Kvartalsvis produksjon av antall MudCuber -Justert for usikkerhet</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>36</b>
Antall kontrakter som skal leveres med 3 Cuber på hver kontrakt	2	3	5	6	6	4	7	5	5	4	6	4
Antall kontrakter som skal leveres med 4 Cuber på hver kontrakt	0	0	0	0	0	2	1	3	3	4	3	6
Dimensjonerende gjennomsnitt antall produksjonsdager mellom hver ferdigstilt MudCube - Justert for usikkerhet	10,0	6,1	3,0	3,3	3,3	2,8	1,8	2,2	2,2	2,0	1,5	1,7

Av tabellen over (**Tabell 7**) og grafen under (**Figur 9**) kan man lese hva som foreslås å være dimensjonerende produksjon av MudCuber pr kvartal i de kommende årene. Disse verdiene vil danne grunnlaget for videre analyser i denne masteroppgaven.

**Tabell 7** viser hva forventet antall leverte MudCuber vil være fra 1. kvartal 2013 til 4. kvartal 2015. Tabellen viser også hvor mange kontrakter som skal leveres på henholdsvis 3 og 4 MudCuber. Basert på ren matematisk beregning av tilgjengelig tid, hensyntatt helger og ferier, gir analysen viktig informasjon om gjennomsnittlig antall produksjonsdager mellom hver ferdigstilte MudCube, altså hvor mange dager det går mellom hver gang en ferdigstilt MudCube forlater Cubilitys produksjonshall. Analysene er, som tidligere nevnt, gjort både med og uten den kvalitative justeringen for usikkerhet i prognosene.



*Figur 9: Kvartalsvis prognose for hvordan veksten i antall produserte MudCuber vil være frem til 4. kvartal 2015.*

**Figur 9** viser hvordan prognosene for kvartalsvis vekst vil være frem til 4. kvartal 2015. Det er også inkludert en dimensjonerende prognose i **Figur 9**, hvor usikkerheten er justert for. Denne prognosen antyder en kraftigere vekst enn det Cubility selv antar.

### 5.3 SWOT-analyse av Cubilitys produksjon i dag

	Nyttig	Skadelig
Interne	Styrker	Svakheter
Eksterne	Muligheter	Trusler

Figur 10: SWOT-analyse

En SWOT-analyse (**Figur 10**) brukes for å oppsummere en bedrifts interne styrker og svakheter. Analysen oppsummerer også bedriftens eksterne muligheter og trusler.

#### 5.3.1 Styrker

- **Teknologi.** Den teknologien Cubility kan tilby sine kunder har vist seg å være et bedre alternativ enn den teknologien som tilbys av konkurrentene i dag. Teknologien er patentbeskyttet.
- **Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS).** MudCuben gir målbare forbedringer på det menneskelige arbeidsmiljøet, både når det gjelder luftkvalitet og støy. Cubilitys teknologi innfører også automatisering av prosesser som i dag krever manuelt arbeid.
- **Gode finansielle marginer.** Selv med produksjon i liten målestokk viser Cubility at man foreløpig klarer å produsere og levere Mudcuber med gode bruttomarginer.

#### 5.3.2 Svakheter

- **Manglende rutiner.** Siden Cubility akkurat har oppnådd sine første kommersielle salg, er det ikke opprettet tilstrekkelige rutiner for prosjektarbeid.
- **Fysisk avstand mellom administrasjon og produksjonslokaler.** Det er en fysisk avstand mellom administrasjonen, hvor ingeniører og ledelsen sitter, og produksjonslokalene. Dette kan skape en barriere for kontakt og kommunikasjon, for eksempel i forbindelse med problemløsning.

### 5.3.3 Muligheter

- **Stort globalt marked både onshore og offshore.** Markedet for boreutstyr er gigantisk. Får man suksess og gjennombrudd med et produkt som både effektiviserer boreprosessen, samt gir HMS gevinster, er mulighetene store.
- **Kapitalsterke kunder.** Om man leverer produktet til riktig tid og til avtalt kvalitet er betalingsevnen til kunder i oljeindustrien generelt sett god.
- **Politisk støtte.** Siden teknologien kan forbedre HMS betraktelig for arbeidere på borerigger, kan det bli lovpålagt å benytte seg av denne teknologien. Spesielt i forhold til å fjerne avdamping fra det helsefarlige boreslammet.
- **Bruksområde utenom sitt egentlige formål.** MudCuben har egenskaper som gjør at den kan brukes utenfor det området den egentlig er tiltenkt. Et slikt eksempel kan være bedre separering og tørking av avfallsprodukter fra gruveindustri.
- **Rekruttere arbeidskraft fra utlandet.** I følge en undersøkelse utført av NAV, brukte 38 % av Rogalands bedrifter i 2011/2012, arbeidskraft fra EU/EØS. (NAV 2012). Siden arbeidsledigheten er lav i Rogaland, kan det benyttes arbeidskraft fra utlandet.
- I den første måneden etter levering og installasjon vil det være to ansatte fra Cubility til stede for å "babysitte" det nye produktet. I praksis betyr dette en dagvakt og en nattevakt. Over en periode på 1 måned vil Cubility måtte trenge 6 ansatte til å utføre denne jobben. Disse ansatte er også mekanikere på verkstedet og vil derfor ha god kunnskap om MudCuben. Det vil være en rulleringsordning på de ansatte i forhold til å være offshore på "babysitting", og jobbe hos Cubility som montør av MudCuben i produksjonshallen.

### 5.3.4 Trusler

- **Konservativ industri.** Som nevnt i kapittel 3.2 er oljebransjen en veldig konservativ industri. Ny teknologi kan bruke lang tid på å nå et fullt kommersialisert stadium.
- **Tilgang til kvalifisert arbeidskraft.** Det er lav arbeidsledighet i Rogaland, og Norge generelt. I 2011 var det kun 1,9 % arbeidsledighet blant arbeidsstyrken i Rogaland

(NAV 2012). Konjunkturbarometeret for Rogaland (NAV 2012) viser at denne trenden har fortsatt i 2012 og er forventet å fortsette inn i 2013. Hvis prognosene for vekst stemmer, vil Cubility trenge flere ansatte allerede i januar 2013.

- **Underbemanning.** I en kommersialiseringsfase, slik Cubility er nå, er det viktig å kunne bevise ovenfor kunden og fremtidige kunder, at bedriften kan levere produktet som blir solgt, innenfor gitte leverings- og kvalitetsrammer. Underbemanning kan føre til forsinket leveranse, som igjen kan føre til et "dårlig" rykte.
- **Overbemanning.** Det vil alltid være en usikkerhet når det kommer til prognoser for vekst. Derfor kan faren for overbemanning være til stede. Overbemanning kan få økonomiske konsekvenser for bedriften.
- **Opplæring.** Ved nye ansettelser må man alltid medregne opplæringstid. Dette gjelder spesielt i Cubility, siden MudCuben er en helt ny maskin som ingen har erfaring med fra før.
- **Underleverandører.** Cubility har i dag en liste av underleverandører som er viktige for å sikre levering av produkter til avtalt tid. Eksklusiv avhengighet til underleverandører kan utgjøre en stor trussel dersom disse ikke greier å levere til angitt tid. Underleverandørene kan for eksempel ha svak økonomi, de kan ha påtatt seg for mye arbeid for andre kunder, eller ha andre problemer som påvirker leveransen av bestilte varer. Cubility bør derfor skaffe seg en god oversikt over alternative underleverandører.
- **Store og sterke konkurrenter.** Cubility opererer i et marked som er dominert av store multinasjonale oljeservice bedrifter som MI-Swaco (del av Schlumberger konsernet) og National Oilwell. Denne type aktører har store finansielle og markedsmessige krefter som kan få konkurransemessig betydning når fremtidige kontrakter og prisnivå skal etableres.
- **Internasjonale kunder.** Salg til fjerne strøk og til kunder med andre kulturer enn den man er mest vant med, kan by på utfordringer. Fra et produksjonssted kan det nevnes eksempler på slike utfordringer som enhetlig forståelse av spesifikasjoner, betalingsbetingelser og lange transportavstander.

## 5.4 Analyse av mulige produksjonsforbedringer

Kapittel 3 kartlegges hvordan dagens produksjonsbilde, videre kalt situasjon 1. Den påfølgende analysen vil se på mulige produksjonsforbedringer.

Fordeler og ulemper ved situasjon 1 (dagens situasjon):

Fordeler:

- Ikke-produktiv tidsbruk i form av flytting av MudCuben mellom montering og testing er null, siden både montering og testing foregår på samme sted.
- Oversiktlig situasjon når produksjonen er liten.

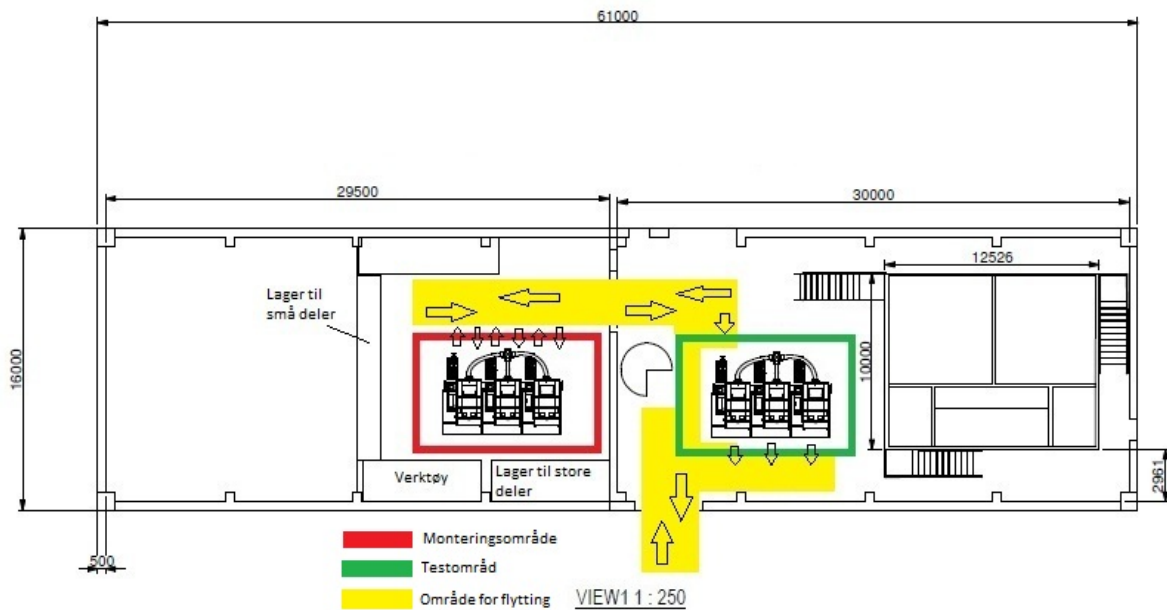
Ulemper:

- Begrensning på 3 MudCuber i produksjonskapasitet.
- Montering og testing foregår på samme plass, som gjør at man ikke kan jobbe parallelt med MudCubene.

### 5.4.1 Situasjon 2

Nedenfor vises et forslag til hvordan Cubility bedre kan utnytte den plassen de har i dag. Arealberegninger og betraktninger viser nemlig at det er plass til 6 MudCuber i lokalene samtidig. Se **Figur 11**.





*Figur 11: Mulig utnyttelse av plassen som er tilgjengelig i dag*

I Situasjon 2 vil det meste av monteringen kunne skje i rommet som ligger nærmest lagrene. På denne måten eliminerer man sløsing av tid i forbindelse med henting av deler. Etter monteringen vil MudCubene bli fraktet med truck til rommet til høyre i figuren. Her vil MudCubene gjennomgå en tørr-test og en Factory Acceptance Test (FAT), før de blir pakket og gjort klar til levering. Problemet med denne løsningen er en avbrutt flyt i monteringen. Det vil muligens også oppstå problemer når nye MudCuber skal inn til montering samtidig som MudCubene som er ferdige går ut av bygget.

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala



Figur 12: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 2

Tilsvarende som i flytskjema for situasjon 1 (**Figur 8**), er det laget flytskjema for situasjon 2.

Fordeler og ulemper ved situasjon 2:

Fordeler:

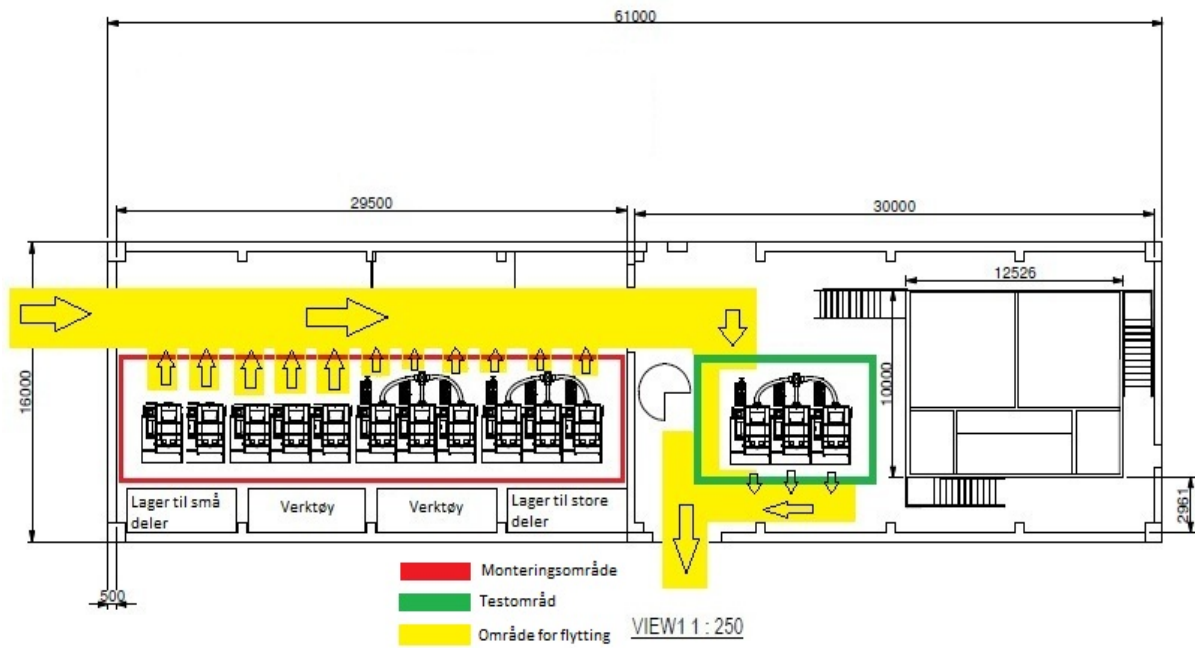
- Større produksjonskapasitet. Her kan 3 MudCuber monteres, mens 3 MudCuber testes parallelt.
- Fysisk skille mellom monterings- og test-område. Dette gjør at man ikke går i veien for hverandre eller blander verktøy.

Ulemper:

- Flytting av MudCubene. Monteringen foregår i området innenfor det området testingen skjer. Det ikke er noen mulig å frakte MudCubene fra ankomst til Cubility og inn til området monteringen foregår på uten å måtte flytte MudCubene som står på test-området.
- Venting. Det kan forekomme venting dersom testingen ikke er ferdig når det kommer nye MudCuber inn til Cubility for montering.

### 5.4.2 Situasjon 3

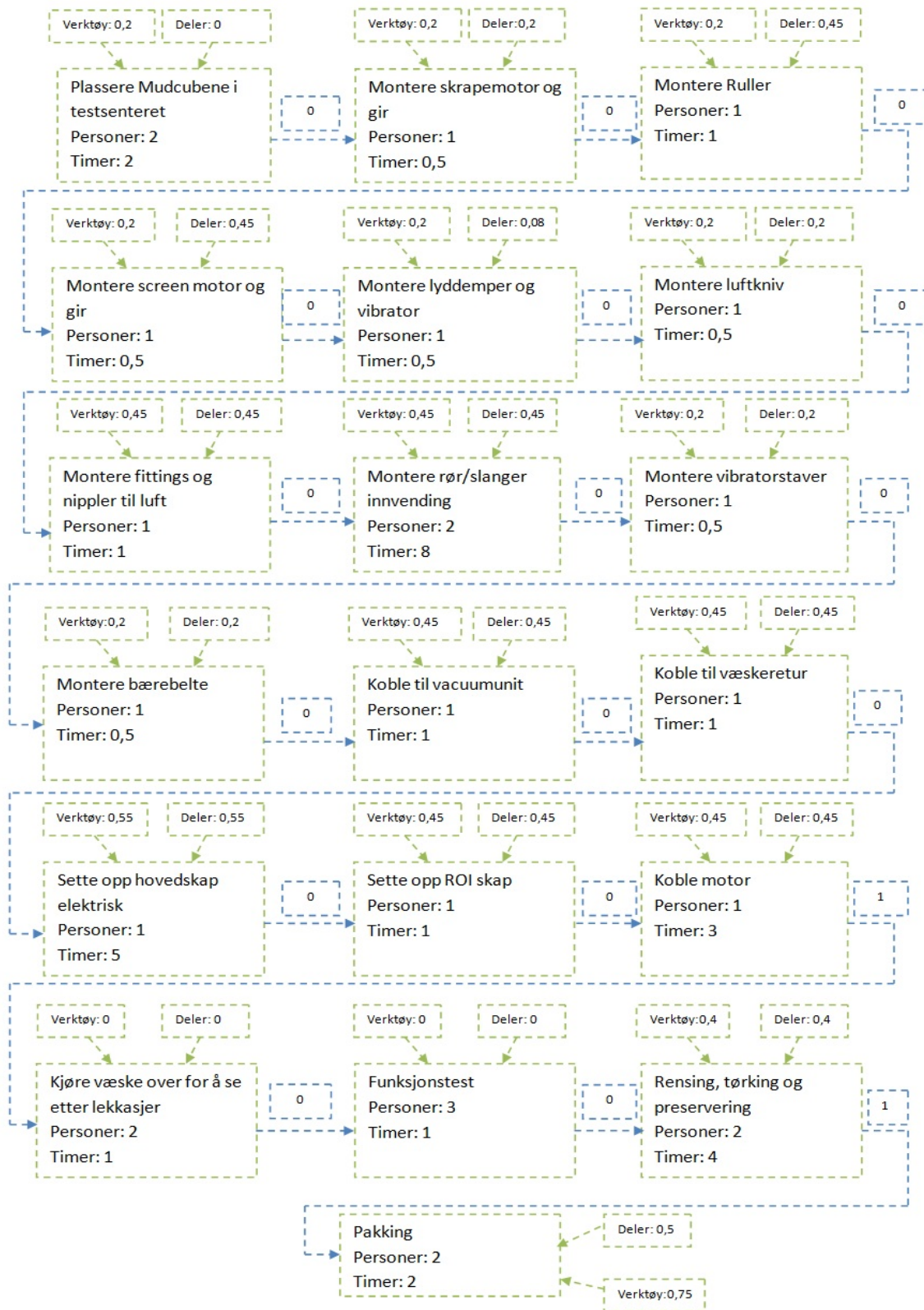
I **Figur 13** vises et forslag på hvordan bygget kan bli brukt i fremtiden. Som vist blir monteringen av MudCubene utført i et linjeformet samleband. Her kommer MudCubene inn fra venstre i bygget, blir montert litt etter litt, og ender til slutt opp i testdelen av bygget hvor MudCubene blir testet, pakket og sendt til kunden.



Figur 13: Fremtidig utnyttelse av bygget som benyttes i dag

Ved denne løsningen (**Figur 13**) vil monteringen og flytting av MudCubene være mye enklere. Alt blir flyttet en vei. Dette bør muliggjøre en lettere kontroll av hvordan hver MudCube ligger an i monteringsprosessen. Lagrene er også plassert hensiktsmessig i forhold til aktuelle steg i monteringsprosessen. Denne løsningen forutsetter at Cubility kan utvide leiearealet sitt mot venstre og at det foretas endringer av porter osv.

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala



Figur 14: Flytskjema for montering av MudCuben ved situasjon 3

Tilsvarende som i flytskjema for situasjon 1 (**Figur 8**), er det laget flytskjema (**Figur 14**) for situasjon 3.

Fordeler og ulemper ved situasjon 3:

Fordeler:

- Økt produksjonskapasitet: Denne situasjonen øker produksjonskapasiteten fra 3 til 11 MudCuber i monteringsområdet.
- Økt lagerkapasitet. Ved å benytte seg av hele bygget vil lagerplassen for deler til MudCuben øke betraktelig.
- Flyt i monteringen. I situasjon 3 vil det bli en naturlig flyt i monteringsdynamikken.

Ulemper:

- Leie av bygget. Cubility har per dags dato ikke rettigheter til å leie den delen av bygget som skal benyttes i Situasjon 3.
- Leiekostnader. De månedlige kostnadene forbundet med leie av lokaler vil øke.

Vist i **Figur 7** vil situasjon 1 ha den laveste produksjonskapasiteten, siden MudCubene både monteres og testes på samme sted. I situasjon 2 kan det monteres 3 MudCuber samtidig som det testes 3 MudCuber, men her vil selve gjennomløpstiden bli lengre. Situasjon 3 gir en markant økning i produksjonskapasiteten, selv om testkapasiteten vil være den samme som i situasjon 1 og 2, vil Cubility kunne produsere flere MudCuber på kortere tid.

### 5.4.3 Sammenligning av Situasjon 1, 2 og 3

Fra flytskjemaene for de tre situasjonene ser man at tiden og avhengigheten til de forskjellige aktivitetene i fremstillingen av en MudCube kun varierer marginalt, og kun på de "ikke-produktive" delene av planen. Man antar derfor i videre analyser at endring i situasjon ikke medfører merkbare endringer i gjennomløpstid per MudCube. De forskjellige

situasjonene har derimot stor påvirkning på bedriftens evne til å kunne håndtere parallellitet i testsenteret.

- Situasjon 1 håndterer 3-4 Mudcuber parallelt
- Situasjon 2 håndterer 6-8 Mudcuber parallelt
- Situasjon 3 håndterer 9-12 Mudcuber parallelt

### 5.5 Forbedringer på total gjennomløpstid

Denne analysen tar utgangspunkt i den total prosjektplanen referert i kapittel 4.3 og gjengitt i vedlegg 1.

I det foregående kapittelet har det blitt vist at endring i produksjonsplan for sammenstilling og testing, øker muligheten for å håndtere flere prosjekter parallelt. Man kan med andre ord spare tid i sammenstillings- og testfasen. Dette krever imidlertid flere ansatte og evt. flere skift. I denne analysen er det antatt at to og to Mudcuber kan ferdigstilles i testsenteret samtidig – dette gir en besparelse på 2 uker (2 x 5 arbeidsdager).

Det er kanskje mulig å knipe noe tid i den initiale prosjektfasen fra kontraktinngåelse til igangsetting av underleverandører. For denne analysen har man antatt at denne delen av et totalprosjekt forblir uendret.

Underleverandørene utgjør en stor del av totalplanen. Jo lenger man kommer med standardisering, jo lettere vil det være å redusere leveringstiden fra underleverandørene. Det antas derfor at man på sikt bør kunne hente 25 % reduksjon av leveringstiden til de tidskritiske underleverandørene.

Samlet sett kan man argumentere for at Cubility på sikt bør kunne nedkorte total gjennomløpstid for et MudCube prosjekt med 2+2 uker. I praksis vil det si en reduksjon fra 120 dager, som i dag, til 90 dager for å produsere 3-4 Mudcuber. Det videre analysearbeidet i denne rapporten tar for seg ulike sider ved produksjonsplanleggingen, ser på betydningen av redusert gjennomløpstid.

### 5.6 Analyse av parallelkapasitet

For å danne et eksakt bilde av total produksjonskapasitet må en analysere hvor stor produksjon det er mulig for bedriften å håndtere parallelt (samtidig). I en slik analyse tar man utgangspunkt i hva dagens ansatte kan klare å produsere på et skift (37.5 timer). Fra gantt-diagrammet i **Error! Reference source not found.** kan en hente ut følgende informasjon over hva hver enkelt ansatt legger ned av arbeidstimer i en ferdigstilt MudCube i løpet av 5 arbeidsdager.

Tabell 8: Antall arbeidstimer brukt på å ferdigstille en MudCube.

DAG #		1	2	3	4	5	timer
Mekaniker 1	Cube 1	7.5	7.5	4	7.5	6	32.5
Mekaniker 2	Cube 1	3.5	6.5	2	7.5	0	19.5
Assistent	Cube 1	5.15	2.1	7	2.2	1.5	18.0
Elektriker 1	Cube 1	0	3	7	0	5	15.0
Prosjekt leder	Cube 1	0	0	1	0	5	6.2

I dag foregår produksjonen av MudCuber i serie, med ferdigstillelse av et produkt før et nytt prosjekt begynner. Informasjonen fra **Tabell 8** er derfor lagt inn i en analyse av samlet arbeidstid som går med fra de samme ansatte til å produsere 4 MudCuber i serie på 1 måned.



Tabell 9: Antall arbeidstimer brukt på å ferdigstille 4 MudCuber

		DAG#																				Produktivitet		
																						timer	timer	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	SUM	SUM 20 Dager	utnyttelses grad
Mek 1	Cube 1	7,5	7,5	4,0	7,5	6,0																32,5	130	87 %
	Cube 2						7,5	7,5	4,0	7,5	6,0											32,5		
	Cube 3										7,5	7,5	4,0	7,5	6,0							32,5		
	Cube 4															7,5	7,5	4,0	7,5	6,0		32,5		
Mek 2	Cube 1	3,5	6,5	2,0	7,5																	19,5	78	52 %
	Cube 2						3,5	6,5	2,0	7,5												19,5		
	Cube 3										3,5	6,5	2,0	7,5								19,5		
	Cube 4															3,5	6,5	2,0	7,5			19,5		
Assistent	Cube 1	5,2	2,1	7,0	2,2	1,5																17,95	71,8	48 %
	Cube 2						5,2	2,1	7,0	2,2	1,5											17,95		
	Cube 3										5,2	2,1	7,0	2,2	1,5							17,95		
	Cube 4															5,2	2,1	7,0	2,2	1,5		17,95		
El 1	Cube 1	0,0	3,0	7,0	0,0	5,0																15	60	40 %
	Cube 2						0,0	3,0	7,0	0,0	5,0											15		
	Cube 3										0,0	3,0	7,0	0,0	5,0							15		
	Cube 4															0,0	3,0	7,0	0,0	5,0		15		
Prosj Leder	Cube 1	0,0	0,0	1,0	0,0	5,2																6,2	24,8	17 %
	Cube 2						0,0	0,0	1,0	0,0	5,2											6,2		
	Cube 3										0,0	0,0	1,0	0,0	5,2							6,2		
	Cube 4															0,0	0,0	1,0	0,0	5,2		6,2		

**Tabell 9** viser en oversikt over hvor mye hver person jobber i et prosjekt på 4 MudCuber. Man kan se av tabellen at mekaniker 1 må jobbe 130 timer for å ferdigstille MudCubene over en periode på 1 måned. Mekaniker 2 må tilsvarende jobbe 78 timer. Assistenten, elektrikerens og prosjektlederen jobber henholdsvis 71, 8 timer, 60 timer og 24,8 timer for å ferdigstille 4 MudCuber. Av denne fremstillingen ser man at hver person ikke fullt ut utnytter de 150 arbeidstimerne som er tilgjengelig i løpet av en måned. Fagkategoriene er så gruppert sammen for å se på totalt timeforbruk over en periode på en måned. Dette er gjengitt i **Tabell 10** nedenfor.

Formel 2: Teoretisk utnyttelse av kapasitet (Jacobs & Chase 2012).

$$\text{Teoretisk utnyttelse av kapasitet} = \frac{\text{Timeforbruk}}{\text{Tilgjengelig tid}}$$

Denne formelen (**Formel 2**), ble benyttet for å regne ut teoretisk utnyttelse av kapasitet. Dette ble gjort ved å bruke 150 timer i måneden som maksimal tilgjengelig tid, og dele dette på faktisk tid brukt.

Tabell 10: Timebruk ved produksjon av 4 MudCuber på 1 måned.

	Timeforbruk	Antall posisjoner	Teoretisk utnyttelse	Teoretisk tilgjengelighet (timer)
<b>Mekaniker(e)</b>	208	2	69 %	92
<b>Assistent</b>	71,8	1	48 %	78,2
<b>Elektriker</b>	60	1	40 %	90
<b>Prosjektleder</b>	24,8	1	17 %	125,2

Tabellen gir en oversikt over teoretisk utnyttelse av tid, og hva som eventuelt er igjen av teoretisk tilgjengelig tid for hver av de aktuelle fagkategoriene. Denne teoretisk tilgjengelige tiden er med andre ord "ikke-produktiv" tid som eventuelt (og med fordel) kan brukes på andre oppgaver. Fra denne analysen av parallellitet kan man trekke noen viktige konklusjoner:

- Mekaniker 1 og 2 utnytter sammen 69 % av samlet tilgjengelig tid. Det betyr at mekanikerne er flaskehalsen i denne bedriften. Etter at 4 MudCuber er produsert vil de to mekanikerne ha 92 timer tilgjengelig. Det tar 32.5 pluss 19.5 mekanikertimer (kategori 1 og 2) på å produsere en MudCube (**Tabell 8**). Ved optimal utnyttelse av teoretisk tilgjengelig tid kan 2 mekanikere samlet klare å ferdigstille en femte MudCube pr måned per skift.
- Assistenten, elektriker og prosjektlederen utnytter alle mindre en 50 % av den tilgjengelige tiden, noe som betyr at de kan være med på parallelle prosjekter.
- 2 parallelle skift med 4 mekanikere og 1 assistent i produksjonshallen samtidig kan klare maksimalt 10 MudCuber per måned. Det samme vil gjelde dersom man har ett dag- og ett kveldsskift.
- Ett dagskift og ett kveldsskift med 1 assistent på hvert skift vil også kunne produsere 10 kuber i måneden.
- 1 elektriker kan teoretisk klare å betjene ferdigstillingen av 10 Mudcuber per måned, men da må arbeidsrekkefølgen omorganiseres.
- Prosjektledertimene er selvfølgelig viktige, men i denne sammenhengen må det antas at hans kapasitet ikke er en flaskehals.

# Kapittel 6

---

## Produksjonsbidrag til lønnsomhet og kontantstrøm

## 6. Produksjonens bidrag til lønnsomhet og kontantstrøm

Som en ekstra analyse, og med en viss relevans for produksjonsplanleggingen, er det sett på lønnsomhet og forventet kontantstrøm fra produksjonen. Fra de foregående analysene kan en se at det, som et resultat av en forventet kraftig vekst, også vil være en betydelig andel prosjekter som etter hvert vil måtte løpe parallelt. Analysen ble inkludert for å undersøke om denne økningen kan bli en utfordring i forhold til bedriftens likviditet. Det er viktig å understreke at det kun er prosjektenes isolerte økonomi som er analysert, og at det ikke er tatt hensyn til andre administrative utgifter, driftsutgifter, forskning og utvikling. Denne delen av analysen er, i likhet med tidligere analyser, basert på inputdata hentet fra og frigitt av Cubility.

### 6.1 Salgspriser og betalingsbetingelser fra kunde

Cubility har per dags dato kun inngått en fullt ut kommersiell kontrakt, og har derfor få data tilgjengelig i forhold til salgspriser og betalingsbetingelser fra kunder. Samtaler med bedriftens ledelse har gitt innsyn i prosjektenes pris og kostnadsbilde og fremstillingene i dette avsnittet er gjort med utgangspunkt i disse samtalene

#### **Antagelse – Salgspris:**

I følge ledelsen i Cubility kan en anta at en MudCube selges for 6 Millioner Norske kroner.

#### **Antagelse – betalingsbetingelser:**

Med bakgrunn i samtaler med bedriften, er det videre etablert følgende mal på betalingsplan for en kunde ved kjøp av Mudcuber (**Figur 15**). 10 % av total salgspris blir betalt ved kontraktinngåelse. 30 % av total salgspris blir betalt 60 dager inn i

kontraktperioden. 40 % av total salgspris blir betalt 30 dager etter levering, mens de siste 20 % av den totale salgsprisen blir betalt 60 dager etter levering.

Antatt Betalingsplan	
10%	Ved kontraktsinngåelse
30%	60 dager inn i kontraktperioden
40%	30 dager etter levering
20%	60 dager etter levering

*Figur 15: Antatt betalingsplan.*

Ledelsen mener og tror at de kan opprettholde dette prisnivået og disse betalingsbetingelsene på lang sikt. Effekten av forverrede betingelser er allikevel inkludert som en analyse under dette kapitlet.

## 6.2 Lønnsomhets analyse av en produsert MudCube med gjennomløpstid på 120 dager

Basert på priser og betalingsbetingelser som angitt i kapitlet over, samt innhentede priser og estimater når det gjelder egne utgifter og betaling til underleverandører, er det etablert følgende oppstilling for bruttomargin og kontantstrøm for et enkelt MudCube-prosjekt.

Tabell 11: Prosjekt- og kontantstrøms kalkyle for 120 dagers gjennomløpstid

<b>Totalprosjekt 1 MudCube KOSTNAD</b>								
Gjennomløpstid - dager	120		mnd1	mnd2	mnd3	mnd4	mnd5	mnd6
Kundens betalingsplan			10 %	0 %	30 %	0 %	40 %	20 %
<b>Salgspris (kontrakt)</b>	<b>6 000 000</b>		600000	0	1800000	0	2400000	1200000
<b>Cubility Egne direkte kostnader</b>								
Prosjektledelse	(40 000)		(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)	-	-
Ingeniørkostnader	(30 000)		(7 500)	(7 500)	(7 500)	(7 500)	-	-
Innkjøp og kvalitetsikring	(20 000)		(5 000)	(5 000)	(5 000)	(5 000)	-	-
transport og forsikring	(50 000)		(12 500)	(12 500)	(12 500)	(12 500)	-	-
sammenstilling og testing	(220 000)					(220 000)	-	-
Montering på borerigg	(100 000)						(100 000)	-
Annet/reserve	(100 000)		(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	-	-
<b>Underleverandører:</b>								
Lie CNC -Chassis Mudcube	(380 000)		(253 333)			(126 667)	-	-
Standardiserte deler - Mek	(50 000)		(50 000)	-	-			
Standardiserte deler - El og Instr	(70 000)		(70 000)					
Turbotron	(90 000)		(9 000)		(81 000)			
Kundespesifikke deler	(100 000)		(33 333)	(33 333)	(33 333)			
Kontrollsystem	(400 000)		(100 000)	(100 000)	(100 000)	(100 000)		
<b>Mudcube total</b>	<b>4 350 000</b>		24 333	(193 333)	1 525 667	(506 667)	2 300 000	1 200 000
Brutto Prosjektmargin	73 %							

Som en kan se av **Tabell 11**, er betalingsbetingelsene fra kunden svært viktige. For Cubility vil første delbetaling fra kunden være med på å finansiere oppstarten av prosjektet, inkludert nødvendig betaling av underleverandører. Med en salgspris på 6 millioner kroner viser analysen at en MudCube vil levere en brutto prosjektmargin på hele 4 350 000 kroner, eller 73 %. I tillegg vil den isolerte kontantstrømmen fra prosjektet, basert på disse prisene og utgiftene, være svært gunstig.

### 6.3 Lønnsomhets analyse av en produsert MudCube med gjennomløpstid på 90 dager

Basert på de samme forutsetningene, med priser og betalingsbetingelser som for et prosjekt med en gjennomløpstid på 120 dager, er det i tillegg etablert en prosjektkalkyle for et prosjekt med nedkortet gjennomløpstid 90 dager.

Tabell 12: Prosjekt- og kontantstrøms kalkyle for 90 dagers gjennomløpstid

<b>Totalprosjekt 1 MudCube KOSTNAD</b>						
Gjennomløpstid - Dager	90	mnd1	mnd2	mnd3	mnd4	mnd5
Kundens betalingsplan		10 %	0 %	30 %	40 %	20 %
<b>Salgspris (kontrakt)</b>	<b>6 000 000</b>	600000	0	1800000	2400000	1200000
<b>Cubility Egne direkte kostnader</b>						
Prosjektledelse	(30 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)		
Ingeniørkostnader	(30 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)		
Innkjøp og kvalitetsikring	(15 000)	(5 000)	(5 000)	(5 000)		
transport og forsikring	(50 000)	(16 667)	(16 667)	(16 667)		
sammenstilling og testing	(198 000)			(198 000)		
Montering på borerigg	(100 000)				(100 000)	
Annet/reserve	(100 000)	(33 333)	(33 333)	(33 333)		
<b>Underleverandører:</b>						
Lie CNC -Chassis Mudcube	(380 000)	(253 333)		(126 667)		
Standardiserte deler - Mek	(50 000)	(50 000)				
Standardiserte deler - El og Instr	(70 000)	(70 000)				
Turbotron	(90 000)	(9 000)	(81 000)			
Kundespesefikke deler	(100 000)	(33 333)	(33 333)	(33 333)		
Kontrollsystem	(400 000)	(133 333)	(133 333)	(133 333)		
<b>Mudcube total</b>	<b>4 387 000</b>	(24 000)	(322 667)	1 233 667	2 300 000	1 200 000
<b>Brutto Prosjektmargin</b>	<b>73 %</b>					

**Tabell 12** viser prosjektrengskapet og kontantstrømmen når gjennomløpstiden er 90 dager. Inntektene fra kunden vil i dette tilfellet komme i henholdsvis mnd. 1, mnd. 3, mnd. 4 og mnd. 5. Kostnadene vil komme tidligere, men disse vil også være noe lavere, siden gjennomløpstiden er forkortet med 30 dager. Prosjektoverskuddet, eller bruttomarginen, vil i dette eksempelet ende på 4 387 000 NOK, eller 73 %. I dette scenarioet vil kontantstrømmen være negativ i de to første månedene, mens den tar seg kraftig opp i måned 3, 4 og 5.

### 6.4 Sensitivitet for lavere priser

Selv om ledelsen i Cubility mener de kan opprettholde nåværende prisnivå, bør man være forberedt på at markedskreftene, både fra kunder og konkurrenter, på sikt vil kunne ha en innvirkning på prisnivået.

Med utgangspunkt i prosjektkalkylene, som vist i **Tabell 11** og **Tabell 12**, for henholdsvis 120 og 90 dagers gjennomløpstid, er det i påfølgende tabell etablert både bruttomarginer og kontantstrøms profiler for synkende priser ned til 2 millioner kroner per MudCube. Marginbildet er fremstilt i **Tabell 13**, mens **Tabell 14** og **Tabell 15** viser kontantstrømmen fra henholdsvis 120 og 90 dagers gjennomløpstid med stegvis synkende (intervall på 1 millioner kroner) priser.

Tabell 13: Bruttomargin og brutto prosjektmargin.

Gjennomløpstid (dager)	Salgspris (MNOK)	Bruttomargin (MNOK)	Brutto prosjektmargin
120	6000000	4 350 000	73 %
90	6000000	4 387 000	73 %
120	5000000	3 350 000	67 %
90	5000000	3 387 000	68 %
120	4000000	2 350 000	59 %
90	4000000	2 387 000	60 %
120	3000000	1 350 000	45 %
90	3000000	1 387 000	46 %
120	2000000	350 000	18 %
90	2000000	387 000	19 %

**Tabell 13** viser hvilken effekt gjennomløpstid og salgspris har på bruttomargin og brutto prosjektmargin. Analysen viser at selv ved en salgspris på 2 millioner kroner pr MudCube, vil Cubility levere positiv bruttomargin.



Tabell 14: Kontantstrøm ved 120 dagers gjennomløpstid.

(i hele 1000 kroner)

120 dager gjennomløpstid	Mnd1	Mnd2	Mnd3	Mnd4	Mnd5	Mnd6	Brutto	%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 6 MNOK	24	(193)	1,526	(507)	2,300	1,200	4,350	73%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 5 MNOK	(76)	(193)	1,226	(507)	1,900	1,000	3,350	67%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 4 MNOK	(176)	(193)	926	(507)	1,500	800	2,350	59%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 3 MNOK	(276)	(193)	626	(507)	1,100	600	1,350	45%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 2 MNOK	(376)	(193)	326	(507)	700	400	350	18%

Tabell 15: Kontantstrøm ved 90 dagers gjennomløpstid.

(i hele 1000 kroner)

90 dagers gjennomløpstid	Mnd1	Mnd2	Mnd3	Mnd4	Mnd5	Brutto	%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 6 MNOK	(24)	(323)	1,234	2,300	1,200	4,387	73%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 5 MNOK	(124)	(323)	934	1,900	1,000	3,387	68%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 4 MNOK	(224)	(323)	634	1,500	800	2,387	60%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 3 MNOK	(324)	(323)	334	1,100	600	1,387	46%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 2 MNOK	(424)	(323)	34	700	400	387	19%

**Tabell 14** og **Tabell 15** viser at jo lavere salgsprisen blir desto mer krevende blir prosjektenes kontantstrøm. Dette vil si at Cubility må klare å leve med en negativ oppstart av hvert prosjekt, samtidig som likviditeten bedrer seg mot slutten.

## 6.5 Kontantstrøm fra alle forventede prosjekter hensyntatt parallellitet

Som vist fra de foregående analysene, må Cubility dimensjonere produksjonen sin for en kraftig økning i produksjonsvekst. Når man vet at hvert prosjekt har en total gjennomløpstid på 90-120 dager ser man videre at dette vil innebære større og større grad av parallellitet i produksjonen.

Hvilken effekt har dette på kontantstrømmen?

I vedlegg 4 og 5 vises en analyse av det totale kontantstrøms-bildet, hensyntatt alle MudCuber som prognosene tilsier at man må produsere og levere med henholdsvis 90 og 120 dagers gjennomløpstid. Nedenfor gjengis utdrag av denne analysen i form av en tabell som kun gjelder for 2013 og basert på 120 dagers leveringstid.

Tabell 16: Brutto kontantstrøm fra prosjekter 2013.

Analyse av maksimalt antall MudCuber parallelt i arbeid - alle tall i 1000Kroner  
Alternativ 1 med Totalprøktivitet:120 dager

	2013											
	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Antall leverte/ferdigstilte MudCuber	0	3	0	0	3	3	3	3	3	3	4	4
<b>Parallelt antall Mudcuber i arbeid</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
Antall Mudcuber i mnd 1	0	3	0	0	3	3	4	4	4	4	4	4
Antall Mudcuber i mnd 2	0	0	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Antall Mudcuber i mnd 3	3	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Antall Mudcuber i mnd 4	0	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 6 MNOK	4577	-1447	9957	6077	2550	9450	13074	12881	14407	13900	16200	17400
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 5 MNOK	3677	-1747	7857	4577	1350	7050	9974	9781	11007	10500	12400	13400
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 4 MNOK	2777	-2047	5757	3077	150	4650	6874	6681	7607	7100	8600	9400
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 3 MNOK	1877	-2347	3657	1577	-1050	2250	3774	3581	4207	3700	4800	5400
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 2 MNOK	977	-2647	1557	77	-2250	-150	674	481	807	300	1000	1400
Kumulativ Kontantstrøm - 6MNOK	4577	3130	13087	19164	21714	31164	44238	57119	71526	85426	101626	119026
Kumulativ Kontantstrøm - 5MNOK	3677	1930	9787	14364	15714	22764	32738	42519	53526	64026	76426	89826
Kumulativ Kontantstrøm - 4MNOK	2777	730	6487	9564	9714	14364	21238	27919	35526	42626	51226	60626
Kumulativ Kontantstrøm - 3MNOK	1877	-470	3187	4764	3714	5964	9738	13319	17526	21226	26026	31426
Kumulativ Kontantstrøm - 2MNOK	977	-1670	-113	-36	-2286	-2436	-1762	-1281	-474	-174	826	2226

**Tabell 16** viser først hvor mange MudCuber som er i de forskjellige produksjonsmånedene (1,2, 3 eller 4). Så har man koblet dette mot kontantstrøms-beregningene og videre lagt alle prosjektene sammen for å finne brutto kumulativ oppbygging av kontantstrøm fra produksjonen. Alle tall i tabellen vises i hele 1000 kroner. Det er igjen verdt å merke at disse beregningene ikke tar hensyn til selskapets andre og ikke prosjektrelaterede kostnader og dermed ikke vil gi et fullstendig bilde. Analysen viser imidlertid hvilket bidrag prosjektene har til selskapets totaløkonomi.

For eksempel kan det leses fra **Tabell 16** at om Cubility oppnår 4 millioner kroner i salgspris per MudCube i 2013, så vil samlet brutto kontantstrøm fra den forventede produksjonen være på i alt ca. 60 millioner kroner.

Vedlegg 6 ser videre på tilsvarende prosjektkalkyler og kontantstrømsanalyser hvor sensitiviteten på både økte priser fra underleverandører, og forverrede betalingsbetingelser fra kunden analyseres. Disse analysene gjengis ikke i hovedrapporten.

Men ut fra disse økonomiske analysene synes det riktig å kunne konkludere med at Cubility har et solid og robust utgangspunkt. Og selv om ledelsen mener de vil kunne opprettholde dagens priser og betingelser, så viser analysene altså at bedriften, i fremtiden vil kunne leve med et betydelig prispress, økte utgifter og forverrede betalingsbetingelser, basert på dagens situasjon.

# Kapittel 7

---

## Produksjonsplanlegging - Anbefalinger

## 7. Produksjonsplanlegging – Anbefalinger

Gjennom denne oppgaven er det til nå fremskaffet et betydelig datasett for å muliggjøre bedre planlegging av fremtidig produksjonsvekst hos Cubility A/S.

- Det er kartlagt hvor lang tid det tar å ferdigstille hver enkelt MudCube, både som egen sammenstilling og som totalleveranse, inkludert underleveranser.
- Bedriftens prognoser er analysert for å bedre forståelsen av hvordan produksjonsapparatet må dimensjoneres for å håndtere den økte etterspørselen.
- Man har laget en analyse av mulige forbedringsområder.
- Produksjonsapparatets parallellkapasitet er analysert.
- Det er laget en SWOT analyse.

Oppsummert kan man fra analysene trekke ut følgende viktige og styrende datapunkter:

- Med dagens produksjonsmetodikk tar det 120 dager å produsere 4 Mudcuber.
- Gjennom forbedringsanalysen har man vist mulige endringer som kan gjøres for å bringe denne tiden ned i 90 dager – 25 % reduksjon i leveringstid.
- Av analysene blir det vist at det største bidraget i nedkortet leveringstid per MudCube kommer fra forventede tidsbesparelser mot underleverandørene, samt parallellitet i sammenstillingslokalet. Selve arbeidet med ferdigstillelse av hver MudCube forblir tilnærmet uendret.
- Reduksjonen i leveringstid fra 120 dager til 90 dager medfører derfor ikke nevneverdige endringer for planleggingen av Cubilitys egne produksjonsaktiviteter, det vil si sammenstilling, testing og preservering for levering.
- Gevinsten ved nedkortet total gjennomløpstid høstes først og fremst gjennom evnen til å respondere raskere på økt etterspørsel fra markedet ved at kundene kan få levert MudCuber i løpet av 3 måneder i stedet for 4 måneder.

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

- Om man antar at underleverandørene klarer å håndtere produksjonsveksten, ser man at flaskehalsen med tanke på total produksjonskapasitet vil være Cubilitys evne til å gjøre sammenstilling, testing og preservering i egne lokaler.
- Med dagens bemanning og produksjonsmetodikk, vil et skift hos Cubility kunne produsere opptil 5 Mudcuber per måned.
- Med en økning i bemanning og omlegging i produksjonsflyten i sammenstillingslokalene (situasjon 2 og 3) så vil man i løpet av et dagskift kunne øke produksjonen med opptil 10 Mudcuber per måned.
- Om man i tillegg øker til 2 skift (1 dag og 1 kveld) så vil Cubility kunne ferdigstille totalt 20 Mudcuber per måned.

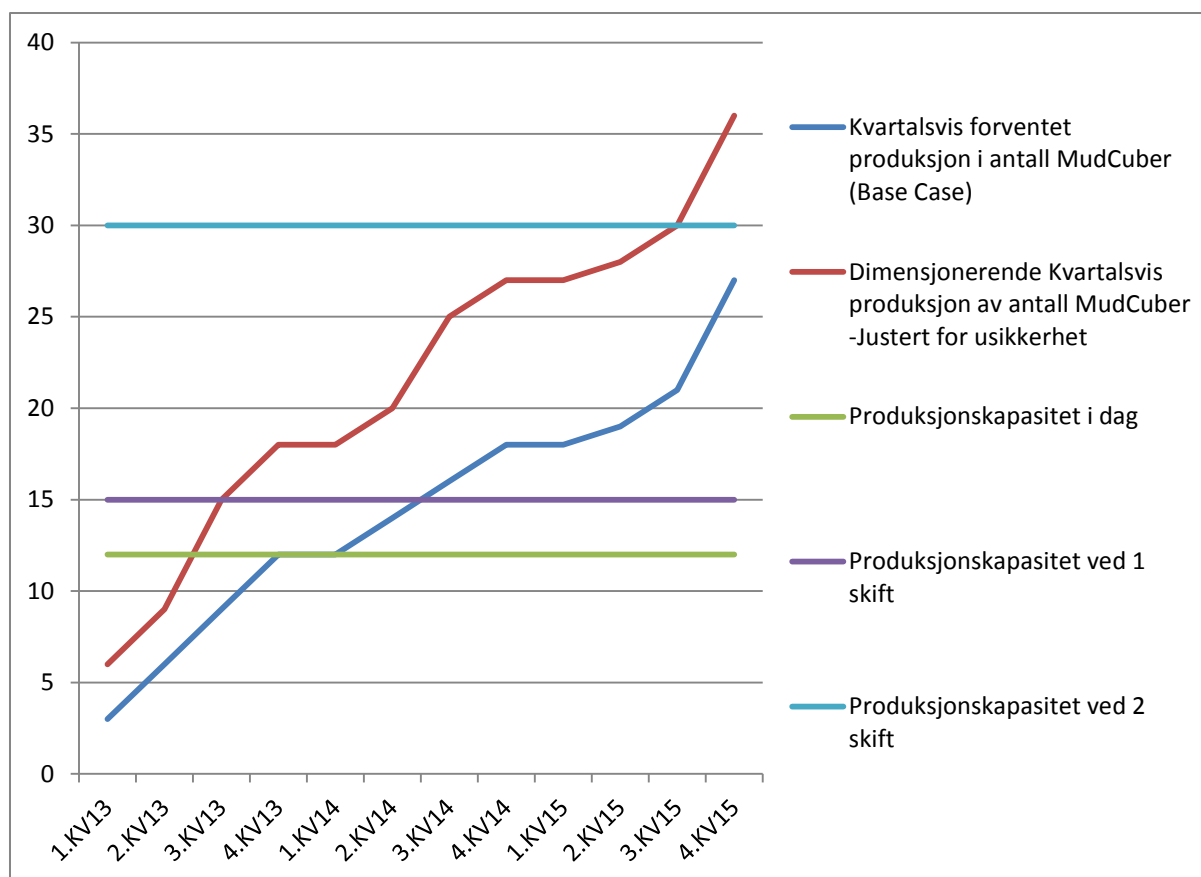
Nedenfor er produksjonskapasitet ved forskjellige variasjoner av skift laget i tabell-format og navngitt som strategier. Strategi 1 er lik dagens situasjon.

Tabell 17: Produksjonskapasitet ved forskjellige bruk av skift.

	# Dagskift	# kveldskift	# Mekaniker	# assistenter	# elektrikere	Produksjonskapasitet		Beskrivelse
						pr MND	pr kvartal	
Strategi 1	1	0	2	1	1	4	12	Dagens situasjon
Strategi 2	1	0	2	1	1	5	15	Dagens situasjon - optimalisert
Strategi 3	2	0	4	1	1	10	30	Situasjon 2 - parallelitet
Strategi 4	1	1	4	2	2	10	30	Dagens situasjon fordelt på 2 skift
Strategi 5	2	1	6	2	2	15	45	Situasjon 2 - parallelitet
Strategi 6	2	2	8	2	2	20	60	Situasjon 2 - parallelitet

Denne informasjonen kobles så i neste skritt, mot resultatene fra analysen i kapittel 5.4, som omhandlet dimensjonerende produksjon. I dette grensesnittet kan man da finne forventede tidsmessige krysningspunkter for når de forskjellige produksjonsstrategiene bør være implementert.

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala



*Figur 16: Forventet kvartalsvis vekst sammenlignet produksjonskapasitet for forskjellige produksjonsstrategier.*

Denne grafen (**Figur 16**) viser hvordan kvartalsvis vekst og dimensjonerende kvartalsvis vekst vil være, sammenlignet med forskjellig produksjonskapasitet. Det sammenlignes mot produksjonskapasiteten i dag, produksjonskapasiteten ved et skift og ved to skift.

**Figur 16** viser at;

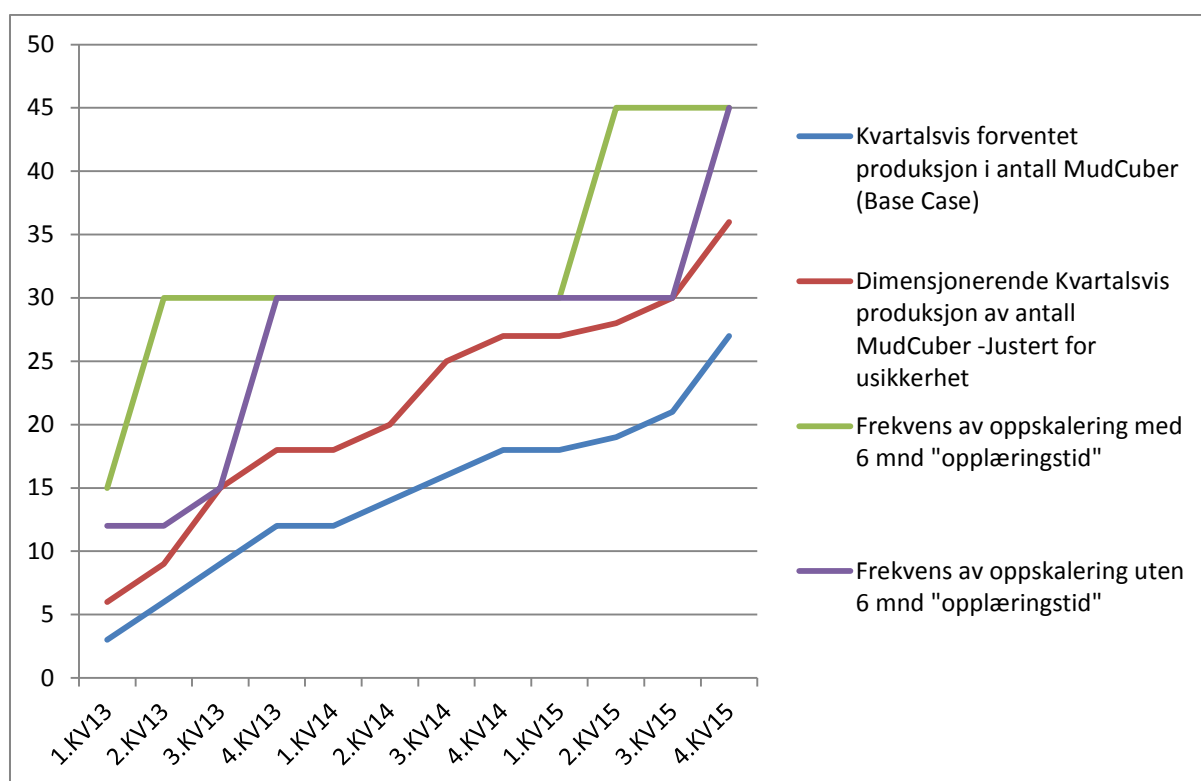
- Dagens bemanning og produksjonsstrategi vil klare å håndtere den forventede veksten frem til 2. kvartal i 2013.
- Legger Cubility om og optimaliserer bruken av dagens ansatte og klarer å produsere 5 Mudcuber i løpet av 1 måned, så holder ikke dette lenger enn et kvartal.
- Etter dette må Cubility innføre to skift, og vil da klare å holde tritt med veksten frem til 3. kvartal 2015.

## Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

Skal man være proaktiv må slike strategier implementeres i god tid før den forventede volumveksten inntreffer. Dette for å sikre at man får den nye produksjonsflyten og arbeidsmetodikken til å fungere, samt at man har tid til å rekruttere og lære opp nye ansatte.

Frekvens på oppskalering:

Cubility er anbefalt å være proaktive når det kommer til omleggelser og nyansettelser for å klare oppskalering. Hvordan? Det er vanlig praksis å regne 6 måneder fra en person blir ansatt til vedkommende er fullt produktiv. Om slike rammebetingelser legges til grunn får man en karakteristisk trappefunksjon.



Figur 17: Frekvens av oppskalering med tanke på dimensjonerende kvartalsvis vekst.

Ved å oppskalere med en frekvens som sikrer ny-ansatte 6 måneders «opplæringstid», vil Cubility klare å følge dimensjonerende kvartalsvis vekst. Samtidig som om man oppskalerer med en slik frekvens, risikerer Cubility overkapasitet hvis prognosene ikke stemmer.

Bruk av Lean Management under og etter oppskalering:

Det anbefales at Cubility ser på mulighetene for bruk av Lean Management som produksjonsmetodikk. Ved bruk av denne produksjonsmetodikken vil Cubility være bedre rustet for oppskalering av produksjonen, siden Lean Management fokuserer på å eliminere sløsing (Dennis 2007) ved å ha fokus på å gjøre minst mulig som ikke er verdiskapende for produktet.



# Tillegg

---

## Referanser og vedlegg

## Referanser

Bjørnåli, E. S. (2009). *Board of directors, top management team and the development of academic spin-off companies*, b. 2009:144. Trondheim, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. 153 s. : ill. s.

Cubility, A. S. (2012). *MudCube*. Tilgjengelig fra: <http://www.cubility.com/eng/MudCube> (lest 10.11.2012).

Dennis, P. (2007). *Lean production simplified : a plain language guide to the world's most powerful production system*. New York, Productivity Press. XIV, 176 s. : ill. s.

Jacobs, F. R. & Chase, R. B. (2012). *Operations and supply chain management*. New York, McGraw-Hill Irwin. XXXIV, 518 s. : ill. s.

McKinsey. (2001). *A new regime for innovation and technology management in the E&P industry*. Tilgjengelig fra: <http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.juccce.com%2Fdocuments%2FTechnologies%2FGeneration%2FFossil%2FMcKinsey%2520Research%2520technology%2520innovation%2520for%2520oil%2520and%2520gas.ppt&ei=3EnGUPXMGpSM4gShq4HACA&usq=AFQjCNETKAm57qObnS8ZgdwppklXXXETPg&sig2=CWrKNiYeVonle95nGlasGQ> (lest 15.11.2012).

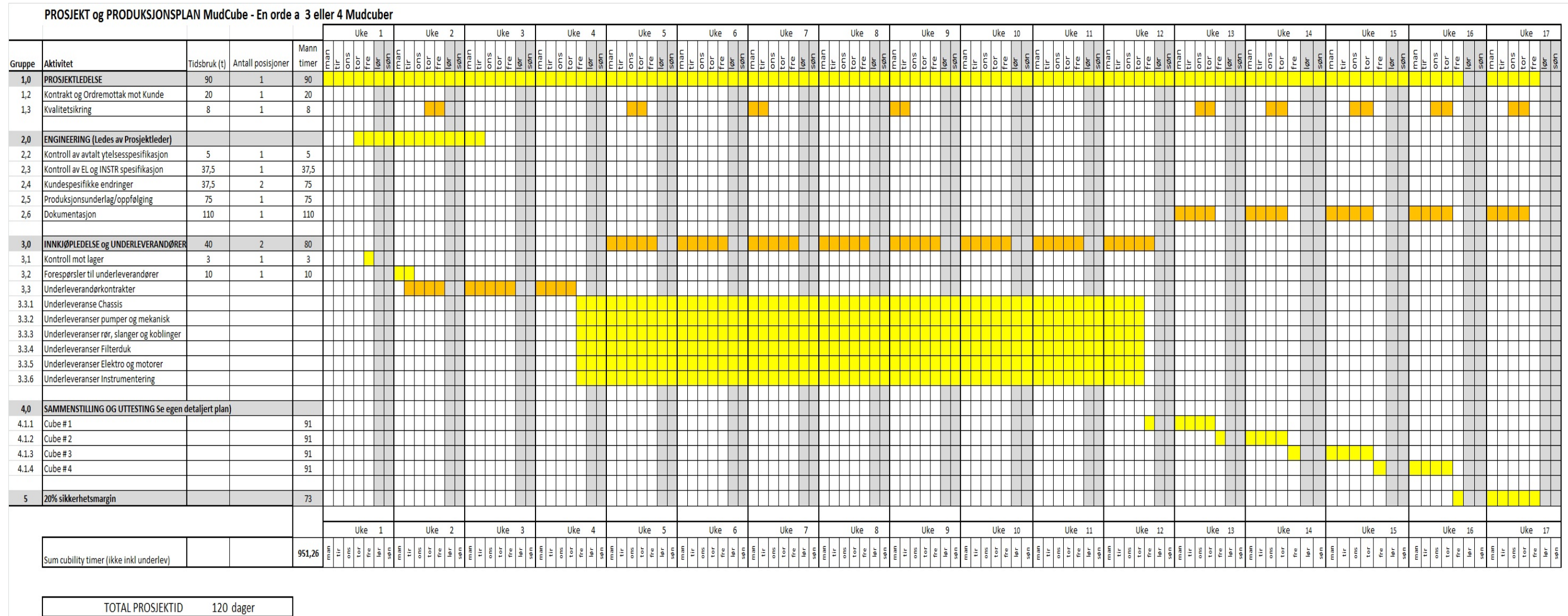
NAV, R. (2012). *Konjunkturbarometeret 2012*. Tilgjengelig fra: <http://www.nav.no/Lokalt/Rogaland/Aktuelt/attachment/310665?ts=13774> (lest 10.12.2012).

*Talisman pioneering Cubility's fluid processing technology*. (2012). Tilgjengelig fra: <http://www.cubility.com/campaign/story1.htm> (lest 15.12.2012).

Westhagen, H., Faafeng, O., Hoff, K. G. A. K. T. & Røine, E. (2008). *Prosjektarbeid : utviklings- og endringskompetanse*. Oslo, Gyldendal akademisk. 352 s. : ill. s.



Vedlegg 2: Gantt-diagram for et totalprosjekt på 120 dager



Produksjonsoppskalering hos Cubility A/S – fra prototype til storskala

Vedlegg 3: Gantt-diagram for et totalprosjekt på 90 dager

PROSJEKT OG PRODUKSJONSPLAN MudCube - En orde a 3 eller 4 Mudcuber

Grupp	Aktivitet	Tidsbruk (t)	Antall posisjoner	Mann timer	Uke 1							Uke 2							Uke 3							Uke 4							Uke 5							Uke 6							Uke 7							Uke 8							Uke 9							Uke 10							Uke 11							Uke 12							Uke 13																																																																																																			
					man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir	ons	tor	fre	lør	søn	man	tir
1,0	PROSJEKLEDELSE	90	1	90	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
1,2	Kontrakt og Ordremottak mot Kunde	20	1	20	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
1,3	Kvalitetsikring	8	1	8	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,0	ENGINEERING (Ledes av Prosjektleder)				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,2	Kontroll av avtalt ytelseespesifikasjon	5	1	5	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,3	Kontroll av EL og INSTR spesifikasjon	37,5	1	37,5	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,4	Kundespesifikke endringer	37,5	2	75	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,5	Produksjonsunderlag/oppfølging	75	1	75	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
2,6	Dokumentasjon	110	1	110	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3,0	INNKJØPDELSE og UNDERLEVERANDØRER	40	2	80	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3,1	Kontroll mot lager	3	1	3	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3,2	Forespørsler til underleverandører	10	1	10	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3,3	Underleverandørkontrakter				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.1	Underleveranse Chassis				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.2	Underleveranser pumper og mekanisk				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.3	Underleveranser rør, slanger og koblinger				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.4	Underleveranser Filterduk				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.5	Underleveranser Elektro og motorer				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
3.3.6	Underleveranser Instrumentering				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
4,0	SAMMENSTILLING OG UTTESTING Se egen detaljert plan)				[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
4.1.1	Cube # 1			91	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
4.1.2	Cube # 2			91	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
4.1.3	Cube # 3			91	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
4.1.4	Cube # 4			91	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
5	20% sikkerhetsmargin			73	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																							
Sum cubility timer (ikke inkl underlev)					951,3	[Yellow blocks]																																																																																																																																																																																						
TOTAL PROSJEKTID					90 dager																																																																																																																																																																																							

Vedlegg 4: Kontantstrøm 90 dagers gjennomløpstid

(i hele 1000 kroner)

90 dagers gjennomløpstid	Mnd1	Mnd2	Mnd3	Mnd4	Mnd5	Brutto	%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 6 MNOK	(24)	(323)	1 234	2 300	1 200	4 387	73 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 5 MNOK	(124)	(323)	934	1 900	1 000	3 387	56 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 4 MNOK	(224)	(323)	634	1 500	800	2 387	40 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 3 MNOK	(324)	(323)	334	1 100	600	1 387	23 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 2 MNOK	(424)	(323)	34	700	400	387	6 %

Analyse av maksimalt antall MudCuber parallelt i arbeid -alle tall i 1000 kroner

Alternativ 1 med Totalprøktivitet:90 dager

	2013												2014												2015												
	Jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	Jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	Jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	
Antall leverte/ferdigstilte MudCuber	0	3	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9
<b>Parallelt antall Mudcuber i arbeid</b>	3	3	3	6	9	9	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	14	16	18	18	18	18	18	18	18	18	19	20	21	21	23	25	27	27	27	
<b>Antall Mudcuber i mnd 1</b>	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9	9	
<b>Antall Mudcuber i mnd 2</b>	3	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9	
<b>Antall Mudcuber i mnd 3</b>	0	3	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9

Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 6 MNOK	-968	3701	3528	5860	2661	6261	13161	13137	12814	14048	15248	17548	17548	17548	17548	17548	19900	21455	19322	21722	26322	26322	26322	26322	26322	26322	26322	26322	26322	26298	25975	27209	28409	30661	30016	32483	34883	39483
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 5 MNOK	-968	2801	2628	4360	1461	4461	10161	10037	9714	10648	11648	13548	13548	13548	13548	13548	15300	16455	14522	16522	20322	20322	20322	20322	20322	20322	20322	20198	19875	20809	21809	23461	22816	24683	26683	30483		
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 4 MNOK	-968	1901	1728	2860	261	2661	7161	6937	6614	7248	8048	9548	9548	9548	9548	10700	11455	9722	11322	14322	14322	14322	14322	14322	14322	14322	14098	13775	14409	15209	16261	15616	16883	18483	21483			
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 3 MNOK	-968	1001	828	1360	-939	861	4161	3837	3514	3848	4448	5548	5548	5548	5548	6100	6455	4922	6122	8322	8322	8322	8322	8322	8322	8322	7998	7675	8009	8609	9061	8416	9083	10283	12483			
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 2 MNOK	-968	101	-72	-140	-2139	-939	1161	737	414	448	848	1548	1548	1548	1548	1500	1455	122	922	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	1898	1575	1609	2009	1861	1216	1283	2083	3483			

Kumulativ Kontantstrøm - 6MNOK	-968	2733	6261	12121	14782	21043	34204	47341	60155	74203	89451	106999	124547	142095	159643	177191	194739	214639	236094	255416	277138	303460	329782	356104	382426	408748	435070	461368	487343	514552	542961	573622	603638	636121	671004	710487
Kumulativ Kontantstrøm - 5MNOK	-968	1833	4461	8821	10282	14743	24904	34941	44655	55303	66951	80499	94047	107595	121143	134691	148239	163539	179994	194516	211038	231360	251682	272004	292326	312648	332970	353168	373043	393852	415661	439122	461938	486621	513304	543787
Kumulativ Kontantstrøm - 4MNOK	-968	933	2661	5521	5782	8443	15604	22541	29155	36403	44451	53999	63547	73095	82643	92191	101739	112439	123894	133616	144938	159260	173582	187904	202226	216548	230870	244968	258743	273152	288361	304622	320238	337121	355604	377087
Kumulativ Kontantstrøm - 3MNOK	-968	33	861	2221	1282	2143	6304	10141	13655	17503	21951	27499	33047	38595	44143	49691	55239	61339	67794	72716	78838	87160	95482	103804	112126	120448	128770	136768	144443	152452	161061	170122	178538	187621	197904	210387
Kumulativ Kontantstrøm - 2MNOK	-968	-867	-939	-1079	-3218	-4157	-2996	-2259	-1845	-1397	-549	999	2547	4095	5643	7191	8739	10239	11694	11816	12738	15060	17382	19704	22026	24348	26670	28568	30143	31752	33761	35622	36838	38121	40204	43687

Vedlegg 5: Kontantstrøm 120 dagers gjennomløpstid

(i hele 1000 kroner)

120 dager gjennomløpstid	Mnd1	Mnd2	Mnd3	Mnd4	Mnd5	Mnd6	Brutto	%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 6 MNOK	24	(193)	1 526	(507)	2 300	1 200	4 350	73 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 5 MNOK	(76)	(193)	1 226	(507)	1 900	1 000	3 350	67 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 4 MNOK	(176)	(193)	926	(507)	1 500	800	2 350	59 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 3 MNOK	(276)	(193)	626	(507)	1 100	600	1 350	45 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 2 MNOK	(376)	(193)	326	(507)	700	400	350	18 %

Analyse av maksimalt antall MudCuber parallelt i arbeid - alle tall i 1000Kroner

Alternativ 1 med Totalprøvetid:120 dager

	2013												2014												2015											
	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Antall leverte/ferdigstilte MudCuber	0	3	0	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9
<b>Parallelt antall Mudcuber i arbeid</b>	3	6	6	9	12	12	13	14	15	16	16	16	16	17	17	17	19	20	22	24	24	24	24	24	24	24	25	26	27	28	30	32	34	36	36	36
Antall Mudcuber i mnd 1	0	3	0	0	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9
Antall Mudcuber i mnd 2	0	0	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9	9
Antall Mudcuber i mnd 3	3	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9	9
Antall Mudcuber i mnd 4	0	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	9	9	9
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 6 MNOK	4577	-1447	9957	6077	2550	9450	13074	12881	14407	13900	16200	17400	17400	17424	17207	18926	16942	21662	22513	19100	23700	26100	26100	26100	26100	26100	26124	25931	27457	26950	29299	30112	33163	32150	36750	39150
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 5 MNOK	3677	-1747	7857	4577	1350	7050	9974	9781	11007	10500	12400	13400	13400	13324	13207	14626	12742	16662	17313	14300	18100	20100	20100	20100	20100	20100	20024	19831	21057	20550	22299	22912	25363	24350	28150	30150
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 4 MNOK	2777	-2047	5757	3077	150	4650	6874	6681	7607	7100	8600	9400	9400	9224	9207	10326	8542	11662	12113	9500	12500	14100	14100	14100	14100	14100	13924	13731	14657	14150	15299	15712	17563	16550	19550	21150
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 3 MNOK	1877	-2347	3657	1577	-1050	2250	3774	3581	4207	3700	4800	5400	5400	5124	5207	6026	4342	6662	6913	4700	6900	8100	8100	8100	8100	8100	7824	7631	8257	7750	8299	8512	9763	8750	10950	12150
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 2 MNOK	977	-2647	1557	77	-2250	-150	674	481	807	300	1000	1400	1400	1024	1207	1726	142	1662	1713	-100	1300	2100	2100	2100	2100	2100	1724	1531	1857	1350	1299	1312	1963	950	2350	3150
Kumulativ Kontantstrøm - 6MNOK	4577	3130	13087	19164	21714	31164	44238	57119	71526	85426	101626	119026	136426	153850	171057	189983	206925	228587	251100	270200	293900	320000	346100	372200	398300	424400	450524	476455	503912	530862	560161	590273	623436	655586	692336	731486
Kumulativ Kontantstrøm - 5MNOK	3677	1930	9787	14364	15714	22764	32738	42519	53526	64026	76426	89826	103226	116550	129757	144383	157125	173787	191100	205400	223500	243600	263700	283800	303900	324000	344024	363855	384912	405462	427761	450673	476036	500386	528536	558686
Kumulativ Kontantstrøm - 4MNOK	2777	730	6487	9564	9714	14364	21238	27919	35526	42626	51226	60626	70026	79250	88457	98783	107325	118987	131100	140600	153100	167200	181300	195400	209500	223600	237524	251255	265912	280062	295361	311073	328636	345186	364736	385886
Kumulativ Kontantstrøm - 3MNOK	1877	-470	3187	4764	3714	5964	9738	13319	17526	21226	26026	31426	36826	41950	47157	53183	57525	64187	71100	75800	82700	90800	98900	107000	115100	123200	131024	138655	146912	154662	162961	171473	181236	189986	200936	213086
Kumulativ Kontantstrøm - 2MNOK	977	-1670	-113	-36	-2286	-2436	-1762	-1281	-474	-174	826	2226	3626	4650	5857	7583	7725	9387	11100	11000	12300	14400	16500	18600	20700	22800	24524	26055	27912	29262	30561	31873	33836	34786	37136	40286

Vedlegg 6: Kontantstrømsanalyse ved lavere salgspris og forverrede betalingsbetingelser

(i hele 1000 kroner)

120 dager gjennomsnitt	Mnd1	Mnd2	Mnd3	Mnd4	Mnd5	Mnd6	Brutto	%
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 6 MNOK	(636)	(253)	(334)	4 013	(200)	1 200	3 790	63 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 5 MNOK	(636)	(253)	(334)	3 213	(200)	1 000	2 790	56 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 4 MNOK	(636)	(253)	(334)	2 413	(200)	800	1 790	45 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 3 MNOK	(636)	(253)	(334)	1 613	(200)	600	790	26 %
Kontantstrøm 1 Mudcube - Salgspris 2 MNOK	(636)	(253)	(334)	813	(200)	400	(210)	-11 %

Analyse av maksimalt antall MudCuber parallelt i arbeid - alle tall i 1000Kroner  
 Alternativ 1 med Totalprøvetid:120 dager

	2013												2014												2015												
	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	
Antall leverte/ferdigstilte MudCuber	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
<b>Parallelt antall Mudcuber i arbeid</b>	1,5	3	3	4,5	6	6	6,5	7	7,5	8	8	8	8	8,5	8,5	8,5	9,5	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12,5	13	13,5	14	15	16	17	18	18	18	
Antall Mudcuber i mnd 1	0	1,5	0	0	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Antall Mudcuber i mnd 2	0	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Antall Mudcuber i mnd 3	1,5	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Antall Mudcuber i mnd 4	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 6 MNOK	-502	5067	5219	6939	4185	3885	5367	5241	5073	7080	6980	7580	7580	7262	7453	7413	8951	6491	7557	10370	10170	11370	11370	11370	11370	11370	11052	10926	10758	12765	12029	12376	12042	16055	15855	17055	
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 5 MNOK	-502	3867	4019	5439	2985	2685	3867	3741	3573	5180	5080	5580	5580	5262	5453	5413	6551	4491	5357	7570	7370	8370	8370	8370	8370	8370	8052	7926	7758	9365	8629	8876	8542	11755	11555	12555	
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 4 MNOK	-502	2667	2819	3939	1785	1485	2367	2241	2073	3280	3180	3580	3580	3262	3453	3413	4151	2491	3157	4770	4570	5370	5370	5370	5370	5370	5052	4926	4758	5965	5229	5376	5042	7455	7255	8055	
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 3 MNOK	-502	1467	1619	2439	585	285	867	741	573	1380	1280	1580	1580	1262	1453	1413	1751	491	957	1970	1770	2370	2370	2370	2370	2370	2052	1926	1758	2565	1829	1876	1542	3155	2955	3555	
Kontantstrøm alle prosjekter - Salgspris 2 MNOK	-502	267	419	939	-615	-915	-633	-760	-927	-520	-620	-420	-420	-738	-547	-587	-649	-1509	-1243	-830	-1030	-630	-630	-630	-630	-630	-948	-1075	-1242	-835	-1571	-1624	-1958	-1145	-1345	-945	
Kumulativ Kontantstrøm - 6MNOK	-502	4565	9784	16722	20907	24792	30159	35400	40473	47553	54533	62113	69693	76955	84409	91821	100772	107263	114820	125190	135360	146730	158100	169470	180840	192210	203262	214188	224946	237711	249740	262116	274158	290213	306068	323123	
Kumulativ Kontantstrøm - 5MNOK	-502	3365	7384	12822	15807	18492	22359	26100	29673	34853	39933	45513	51093	56355	61809	67221	73772	78263	83620	91190	98560	106930	115300	123670	132040	140410	148462	156388	164146	173511	182140	191016	199558	211313	222868	235423	
Kumulativ Kontantstrøm - 4MNOK	-502	2165	4984	8922	10707	12192	14559	16800	18873	22153	25333	28913	32493	35755	39209	42621	46772	49263	52420	57190	61760	67130	72500	77870	83240	88610	93662	98588	103346	109311	114540	119916	124958	132413	139668	147723	
Kumulativ Kontantstrøm - 3MNOK	-502	965	2584	5022	5607	5892	6759	7500	8073	9453	10733	12313	13893	15155	16609	18021	19772	20263	21220	23190	24960	27330	29700	32070	34440	36810	38862	40788	42546	45111	46940	48816	50358	53513	56468	60023	
Kumulativ Kontantstrøm - 2MNOK	-502	-235	184	1122	507	-408	-1041	-1800	-2727	-3247	-3867	-4287	-4707	-5445	-5992	-6579	-7228	-8737	-9980	-10810	-11840	-12470	-13100	-13730	-14360	-14990	-15938	-17012	-18254	-19089	-20660	-22284	-24242	-25387	-26732	-27677	