



**Avdeling for teknologi, økonomi og ledelse
Ingeniørfag - Konstruksjonsteknikk**

BACHELOROPPGAVE

Hulldekke vs plattendekke i boligprosjekter

**FORFATTERE: MORTEN FJELD ERIKSEN OG OLE-JAKOB
SØRSDAL**

Dato: 18.05.2016

SAMMENDRAG

Tittel:	Hulldekke vs plattendekke i boligprosjekter	Dato : 18.05.16
Deltaker(e)/	Morten Fjeld Eriksen	
	Ole-Jakob Sørsdal	
Veileder(e):	Leif Erik Storm	
Evt. oppdragsgiver:	Ø. M. Fjeld AS	
	Odd Anders Amdahl	
Stikkord/nøkk elord	Betong, Hulldekke, Plattendekke, Boligprosjekter	
Antall sider: 67	Antall vedlegg: 2	Publiseringsavtale inngått: Ja
<p>Betong er et materiale som er primærkilden i oppbygging av etasjeskillere i større boligprosjekter i Norge. Slik det er i dag er det hovedsakelig to metoder å bruke betong i dekket systemet i et boligprosjekt. Den første og kanskje den vanligste metoden er å bruke plattendekke som er et prefabrikkert forskalingsselement supplert av plasstøpt betong som danner grunnlaget for etasjeskilleren. Den andre metoden er ved å benytte seg av hulldekker som etasjeskillere. Denne oppgaven har tatt for seg fire påvirkningsfaktorer som har lagt grunnlaget for sammenligningen av platten- og hulldekket systemet og for å finne ut hvor det er fordelaktig å bruke det ene dekket systemet kontra det andre. Denne rapporten har som hensikten å danne retningslinjer som gjør valget mellom plattendekke og hulldekke i større boligprosjekter lettere, med tanke på Tid, Kvalitet, Økonomi og HMS.</p> <p>Gjennom intervjuer har synspunkter og meninger rundt disse påvirkningsfaktorene blitt presentert, samt erfaringer med dekket systemene med sine fordeler og ulemper er blitt belyst. Et kort sammendrag av intervjuene viser at fordelene med hulldekke gir rask fremdrift, lengre spenn, lettere vekt, minskete vinterkostnader og mindre mannskapsorganisering. Ulempene er at det krever mer oppbygging av dekket for å tilfredsstille lyd. Tekniske føringer kan ikke støpes inn i dekket, tåler ikke store utsparinger og utfordringer med sprang. For plattendekket er fordelene at tekniske føringer kan støpes i dekket. Større frihet til hulltagning og utsparinger. Mindre problem med</p>		

sprang mellom elementene, lettere å tilfredsstille lydkrav. Ulempene er noe lengre monterings tid, behov for stempling, begrenset spennlengde og større vinterkostnader i form av rigg og drift. Sammenligning av svarene fått fra intervjuene med referanseprosjektene Dr Juells Park og Saga Atrium viser at de fordelene og ulempene som ble belyst via intervjuene er representative av valget av dekkssystemet i det respektive prosjektet. Valget av hulldekke på Dr Juells Park var fordi fremdrift av oppføringen av bygget var raskere med hulldekke. Valget av Plattendekke på Saga Atrium ble begrunnet med at ved å støpe tekniske føringer inn i dekket ville det ha større kunde verdi.

Oppgavene konkluderer med tre retningslinjer som kan være en veiledning til valget mellom hulldekke og plattendekke i større boligprosjekter. Disse er:

- 1) I prosjekter der man har vanskelige tidsbegrensninger for ferdigstillelse vil et alternativ der man benytter seg av et hulldekkssystem kunne være fordelaktig. Dette spesielt ved utførelse i vinterhalvåret.
- 2) I prosjekter der grunnforholdene er dårlige og fundamenteringen blir kostbar vil hulldekker bidra til en lettere konstruksjon. Dette vil kunne føre til innsparinger i fundamenteringskostnadene sammenlignet med bruk av plattendekker
- 3) I prosjekter der man har en god tidsramme for ferdigstillelse og fundamenteringen er lite komplisert kan valget i større grad bestemmes ut i fra estetikk, kvalitet og tilpasningsdyktighet. Her vil et plattendekkesesystem i de aller fleste tilfeller foretrekkes.

ABSTRACT

Title:	Hollow core slab vs filigree slab in housing projects	Date : 16.05.16
Participants/	Morten Fjeld Eriksen Ole-Jakob Sørdsdal	
Supervisor(s)	Leif Erik Storm	
Employer:	Ø. M. Fjeld AS Odd Anders Amdahl	
Keywords	Concrete, hollow core slab, filigree slab, housing projects	
Number of pages: 67	Number of appendix: 2	Availability: open
<p>Concrete is the primary material of slabs in larger housing projects in Norway. There are two main methods two use concrete in slabs. The first and maybe the most used method are filigree slabs. Filigree slab is a prefabricated formwork of reinforced concrete supplied with another layer of reinforced concrete that is built on the construction site. The second method is using hollow core slabs. This report has used four impact factors that made the foundation of the comparison between the two slab systems to find out where these slab systems are advantageous to use. The purpose of this report is to make guidelines that will make the choice between filigree- and hollow core slabs easier on behalf of time, quality, economy and HSE (health, safety and environment).</p> <p>Through interviews have the opinions and the importance of the impact factors and the experience with the slab systems with their advantages and disadvantages been presented. A short summary of the advantages of hollow core slabs is that it gives a fast progress, longer spans, lighter weight, less winter costs and less organization of the crew. The disadvantages of hollow core slabs are that it demands more work to complete the slab, plumbing and cables for electricians cannot be inserted in to the slab, large recesses and holes in the slabs can be a challenge. The advantages with filigree slabs is that wires, tubes and cables can be inserted into the slab, larger freedom to take recesses and holes in the slab, easier to satisfy the demands for soundproofing. The disadvantages for filigree slabs are slower progress, support underneath the elements when they are assembled, limited span length and larger winter costs.</p> <p>The comparison of the results from the interviews with the reference projects Dr. Juells Park and</p>		

Saga Atrium shows that the advantages and the disadvantages that were found, matches the choices that were made in the reference projects. The choice of using hollow core slabs in Dr Juells Park was primary because they needed a fast progress. The reason why filigree slabs was chosen in the project Saga Atrium was because they wanted better quality for customers

This report concludes with three guidelines, which can be guidance to the choice between hollow core slabs and filigree slabs in large housing projects. These are:

- 1) In projects with difficult time constraints for completion, a hollow core system will be the most beneficial. This especially in the winter months.
- 2) In projects where the soil conditions are poor and the foundation cost will be expensive, hollow core slabs will contribute to a lighter construction and may save some of the foundation costs.
- 3) In projects with good time constraints for completion and non-complicated foundation, the choice can be decided by factors like aesthetics, quality and flexibility. For these projects filigree slabs is the most beneficial system.

Førord

Bacheloroppgaven er utarbeidet i løpet av våren 2016 ved Norges tekniske-naturvitenskaplige universitet i Gjøvik, avdeling for teknologi, økonomi og ledelse. Oppdragsgiver for denne oppgaven er entreprenør Ø. M. Fjeld AS.

Bacheloroppgaven utgjør 20 studiepoeng for ingeniør bygg studiet. Arbeidet med bacheloroppgaven er utført fra november 2015 til mai 2016

Faglig veileder ved avdeling for teknologi, økonomi og ledelse har vært Leif Erik Storm

Vi vil rette en takk til vår veileder Leif Erik Storm og vår kontaktperson i Ø. M. Fjeld AS Odd Anders Amdahl som veiledet oss med oppgaven. I tillegg så ønsker vi å rette en takk til Ø. M. Fjeld AS, JM Norge AS, Phi-kon AS, Contiga AS, Con-Form Oslo AS og Betongmast Selvaagbygg for at de ville stille til intervju.

Grupped medlemmene har bidratt i like stor grad, eller tilsvarende grad i forhold til planlegging, informasjonshenting, analyse og tolkning av resultatene.

Gjøvik, mai 2016



Morten Fjeld Eriksen



Ole-Jakob Sørsdal

Innhold

SAMMENDRAG	I
ABSTRACT	III
FORORD	V
1. Innledning	1
1.1 Begreper	1
1.2 Bakgrunn	1
1.3 Problemstilling	2
1.4 Mål	2
1.5 Avgrensning	2
2. Metode	5
2.1 Anvendt metode	5
3. Betong som byggematerial	7
3.1 Betongens historie	7
3.2 Egenskaper	7
3.3 Armering	7
4. Referanseprosjekter	9
4.1 Dr Juells park	9
4.2 Saga Atrium	11
5. Hulldekke som etasjeskiller	13
5.1 Tid	15
5.2 Kvalitet	17
5.3 Økonomi	23
5.4 Helse, miljø og sikkerhet	25
6. Plattendecker som etasjeskiller	30
6.1 Tid	33
6.2 Kvalitet	35
6.3 Økonomi	37
6.4 Helse, miljø og sikkerhet	39
7. Datagrunnlag	40

7.1 Hulldekke	41
7.1.1 Fordeler	41
7.1.2 Ulemper	42
7.2 Fordeler og ulemper ved Plattendekker.....	43
7.2.1 Fordeler	44
7.2.2 Ulemper	46
8. Plattendekke vs hulldekke	48
8.1 Tid.....	48
8.2 Økonomi.....	48
8.3 Fleksibilitet og HMS.....	50
8.4 Vekt.....	51
9. Konklusjon	53
9.1 Videre arbeid	54
Litteraturliste.....	55
Vedlegg.....	57

Antall ord i oppgaveteksten: 15901

TABELLER

Tabell 1: Vekt av komplett HD200 med vannbårenvarme (7)	18
Tabell 2: Priser utgitt fra Contiga på Dr Juells Park på Kongsvinger	23
Tabell 3: Kostnader av komplett HD200 og HD265	24
Tabell 4: Last og vekt av komplett plattendekke (14,19)	36
Tabell 5: Kostnader utgitt fra Con-Form	38
Tabell 6: Kostnad for komplett plattendekke	38
Tabell 7: Fordeler og ulemper for hulldekke i henhold til påvirkningsfaktorene	41
Tabell 8: Fordeler og ulemper for Plattendekke i henhold til påvirkningsfaktorene.....	44
Tabell 9: Kostnader for hulldekke og plattendekke ved prosjektering, produksjon og montering	48
Tabell 10: kostnader av komplett hulldekke og plattendekke	49
Tabell 11: Sammenligning av vekt og laster hos plattendekke og hulldekke	51

FIGURER

Figur 1 Prospekt Dr Juells Park på Kongsvinger (gjengitt etter tillatelse fra Ø. M. Fjeld AS) (9)..	10
Figur 2: Prospekt Saga Atrium På Jessheim (Gjengitt etter tillatelse fra Ø. M. Fjeld AS) (10)	11
Figur 3: Bæresystemet til en av de 4 blokkene ved Dr Juells Park i Kongsvinger (privat foto).....	14
Figur 4: Våtromskabin klargjort for montering (privat foto):	19
Figur 5: Tilpasningselement med fugestøp (privat foto)	20
Figur 6: Tverrsnittet av et HD200 opplagt på stålbjelke i gavel	22
Figur 7: Nærliggende strandpromonade som krever spesiell SJA-plan ved montering (privat foto)	27
Figur 8: Dreneringshull for hver kanal gjennom hulldekke (privat foto).....	28
Figur 9: Oversiktsbilde over byggeplassen på Saga Atrium (privat foto):	30
Figur 10: Mellomlagret plattendekke fra Saga Atrium (privat foto):	31
Figur 11: Ferdig støpt plattendekke med skjøtearmering til vegg (privat foto):	32
Figur 12: Underside plattendekke med stempling (privat foto).....	33
Figur 13: Nedsenket støp for våtromskabin (privat foto):.....	37
Figur 14: Et fiktivt prosjekt i Lørenskog	52

1. INNLEDNING

Denne oppgaven er skrevet fra en entreprenørs perspektiv og tar hensyn til de viktigste faktorene entreprenøren er utsatt for ved valget mellom hvilket dekkesystem som passer best til sitt boligprosjekt. Oppgaven er basert på informasjon innhentet fra en rekke intervjuer utført hos bedrifter i Oslo, Akershus og Oppland, samt bøker og artikler omkring dette temaet.

1.1 BEGREPER

- HD: En betegnelse for ordet hulldekke. HD blir brukt sammen med tykkelsen til dekket. For eksempel er HD200 er betegnelsen for et 200mm tykt hulldekke.
- Prefab: En forkortelse av ordet prefabrikkert som betyr at materialet eller elementet blir laget på fabrikk og ikke ute på byggeplass. Begrepet prefab blir brukt i denne oppgaven til å beskrive betongdekket er produsert som et element på en fabrikk og ikke plasstøpt på byggeplassen.
- Plasstøpt: Forskaling, armering og støping av betong gjøres på byggeplass
- Råbygg: Et begrep for bygget etter at bæresystemet og dekkene er ferdig montert. Komplette råbyggsleverandører av hulldekker og plattendekker pleier som regel å ta seg av konstruksjonen og oppføringen av hele råbygget. Dette som oftest i en totalentrepriseform NS 8407 (15) eller som en totalunderentreprise NS 8417 (16)
- Boligprosjekter: Boligprosjekter som blir omhandlet i denne oppgaven er av større omfang. Det vil si prosjekter med over 4 etasjer og minst 10 leiligheter.
- Stempling: Støttende bjelke-søylesystem av stål/tre på tvers av spennlengden som brukes i monteringsfasen av plattendekker og som må stå til betongen har tilstrekkelig styrke.

1.2 BAKGRUNN

I tidlig fase i et byggeprosjekt kan det være krevende å velge det rette dekke-/etasjeskillesystemet. Spesielt i boligprosjekter kan dette være en utfordring, da boliger stiller strengere krav til universell utforming, brann, lyd, og ikke minst funksjonalitet. I tillegg er det viktig å velge riktig boligmiks, dvs størrelse på leiligheter i forhold til det markedet man skal møte. Videre kan det ofte være boliger i kombinasjon med øvrig virksomhet som f.eks. næringsvirksomhet som oftest i 1. etasje. Dette påvirker antall vegger og søyler for bruksverdien av lokalene og spennlengdene på dekkene. Konsekvensene av å velge feil dekkesystem kan føre til økonomisk tap, forlengelse av byggetid og mindre brukbare arealer for å oppfylle romfunksjonene.

De vanligste bæresystemene i større boligprosjekter er prefabrikkerte hulldekker, plastøpt betong og plattendekker. Plattendekker er et system hvor man sparer dekkeforskaling, ved å benytte et 4-8 cm tynt prefabrikkert dekke som en del av den homogene plastøpte dekkekonstruksjonen. Dette dekket er slakkarmert eller forspent, avhengig av spenn. Som vertikale bæresystemer blir det benyttet stålsøyler, betongsøyler i kombinasjon med stålbjelker/betongbjelker eller vegger av semi-/helprefabrikkert- eller plastøpt betong. Det vertikale bæresystemet kan oftest benyttes likt uavhengig om man benytter platten- eller hulldekke selv om bæresystem i stål som oftest blir benyttet i et hulldekke prosjekt. Vi har derfor valgt å sammenligne hulldekke og plattendekker, da disse er de vanligst å benytte i større boligprosjekter i dag.

1.3 PROBLEMSTILLING

Denne rapporten tar utgangspunkt i følgende problemstilling:

Finne situasjonene der det er fordelaktig å bruke plattendekker eller hulldekker i større boligprosjekter ved å kartlegge egenskapene for hver av dekkene opp mot gitte påvirkningsfaktorer.

1.4 MÅL

Formålet med dette prosjektet er å kartlegge fordeler og ulemper med hulldekker og plattendekker som dekkessystem i boligprosjekter. Prosjektets resultat vil ikke være et fasitsvar som konkluderer med at enten hulldekker eller plattendekker er den optimale løsningen. Resultatet vil være et erfaringskriv som kan opplyse og forenkle valget mellom hulldekker og plattendekker i boligprosjekter.

1.5 AVGRENSNING

Valget av hvilket dekke som er gunstig i forskjellige boligprosjekter er ikke alltid så lett. Entreprenører og eiendomsutviklere har ulike forhold til hulldekke og plattendekke. Noen velger å bruke det ene kontra det andre på grunnlag av erfaring og at de er vant til en bestemt metode på hvordan de løser boligprosjekter. Byggebransjen er i konstant utvikling og man bør søke etter de løsningene som gir større gevinst og forbedringer. Ved å sammenligne hulldekke og plattendekke så har det blitt valgt å se på fire primære faktorer, tid, økonomi, kvalitet og

HMS. Disse faktorene ansees i denne oppgaven som de mest kritiske og avgjørende faktorene som spiller inn ved valget av dekke.

Tid:

Tid er en påvirkningsfaktor som mange mener er den viktigste faktoren. “Tid er penger” er et ordtak som stemmer veldig godt med virkeligheten i byggebransjen. Dette er særlig gjeldene for kostnadene for rigg og drift. Alt arbeid som blir gjort på en byggeplass påfører kostnader og en raskere byggetid kan senke disse kostnadene.

Hvor fort kan det prosjekteres, produseres, transporteres og monteres? Hvilken ferdiggrad har dekkene og når kan andre arbeidere begynne sitt arbeid på byggeplassen uten å hindre montaselagene. Dette er noen utfordringer som må vurderes ved valget av dekkesystem. Fremdriften og byggetiden avhenger i stor grad av hvor fort råbygget kan føres opp. Tett tak er ofte en milepæl som bestemmer når øvrige kritiske arbeider som må ha et tørt klima, kan igangsettes. Når det siste dekket for tak er etablert er en viktig faktor for ferdigstillelse av prosjektet.

Økonomi:

Økonomi er den avgjørende faktoren. Hva er kostnadene av det ene dekket kontra det andre? Hvilke tiltak og løsninger må til for å opprettholde kravene til lyd og brann? Hvilke marginer er det i dette prosjektet? Dette er spørsmål som ofte blir stilt. Hvor mye koster løsningen totalt sett i forhold til hva kunden er villig til å betale for det totale sluttresultatet. Når alt er tatt i betraktning så er det kostnaden av det ene kontra det andre som er det viktigste. Oppgaven er avgrenset til kun å ta for seg prosjekterings-, produksjons-, transports-, monterings- og kompletteringskostnader for hulldekker og plattendekker. I tillegg vil rigg-, drifts- og vinterkostnader bli vurdert i valget av dekkesystem. Faktorer som livsløpskostnader, renteutvikling, vedlikeholdskostnader etc vil ikke bli omtalt i denne oppgaven.

Kvalitet:

Betegnelsen kvalitet kan ha mange betydninger når man snakker om et dekke. I denne oppgaven har vi valgt å se på hvilke løsninger og tiltak som må bli gjort på dekket for å gi et komplett produkt. Det vil si hvilke kompletteringsarbeid som blir gjort for at dekke skal tilfredsstillende brann og lyd kravene, og ikke minst gi de kvalitetene og funksjoner som skal til.

Dette for å oppfylle forskriftsmessige krav og brukerkrav. Brukerkrav kan f.eks være gulvvarme utover det rent forskriftsmessige. Andre faktorer som går inn under kvalitet er blant annet tilpasningsdyktigheten til dekket. Det går ut på hvilke tiltak som kan gjøres i ettertid ved behov for endring. Dette slik som endringer av planløsninger i leiligheter enten om 10-30 år eller under prosjektets gjennomføring etter oppført råbygg. Vekten til dekket kan også ha en stor betydning i forhold til fundamenteringen og bæresystemet. Hvilke tiltak må gjøres ved bruk av våtromskabiner er også en sak vi har valgt å se på, da våtromskabiner har blitt mer populært å bruke nå i nyere tid. Man monterer da inn et ferdig innredet bad/våtrom i råbyggfase.

Helse, miljø og sikkerhet:

HMS er alltid viktig å ivareta på en byggeplass. Ettersom både hulldekke og plattendekke må monteres med kran så vil vi se om det er noen forskjell på prosedyrer og hvilke sikkerhetsmessige tiltak som blir gjort for å gjøre arbeidsplassen trygg for arbeiderne som befinner seg der, og i nærliggende omgivelser.

2. METODE

Ved bevisst å anvende metoder i arbeidet med bacheloroppgaven, vil man få en systematisk og strukturert måte å innhente data og informasjon. Metodene som blir brukt i arbeidet med oppgaven er med å forme sluttresultatet. Det var to mulige metoder som kunne blitt anvendt i forskningsarbeidet i denne bacheloroppgaven. Begge har sine spesifikke fordeler og ulemper. Disse metodene er:

- **Kvantitativ metode:** Brukes for blant annet å gjøre målinger som gir resultater i form av målbare tall. En vanlig form for kvantitativ metode som også var aktuelt for denne oppgaven er spørreundersøkelser. Det kan gi resultater som enkelt kan måles og analyseres som statistikk.
- **Kvalitativ metode:** Brukes for å hente kunnskap innenfor et tema ved å undersøke meninger og erfaringer fra de som opplever det aktuelle tema. En vanlig form for kvalitativ metode er intervju. Ved et lenger intervju vil man få mer informasjon rundt tema enn man oppnår med kvantitativ metode.

2.1 ANVENDT METODE

Etter nøye diskusjon og planlegging av utformingen av oppgaven ble det valgt å bruke kvalitativ analyse. Begrunnelsen for valget var at spørreundersøkelser kan ha en tendens til kun å få med seg overflaten av en problemstilling. Siden valget av dekkssystem er et stort og komplekst tema var det nødvendig å hente erfaringer og meninger fra fagfolk som jobber med dekkssystemer til daglig. En risiko med kvalitativ metode er at utvalget kan bli lite representativt fordi det er begrenset hvor mange intervjuobjekter som intervjues. For å forebygge mot dette ble det intervjuet personer fra alle de forskjellige fagene som påvirker eller påvirkes av valget av dekkssystemer. Variasjon av bedrifter som ble intervjuet gir også en større pålitelighet med tanke på risikoen rundt et lite representativt utvalg

Kvalitative analysemetoder for denne bacheloroppgaven:

- Litteraturstudium
- Intervju
- Observasjonsstudier

Litteraturstudium ble brukt i innledningsfasen for å innhente basiskunnskaper rundt dekkssystemer og betong generelt. Litteraturstudiet ble også aktivt brukt for å kunne lage

relevante spørsmål til intervjufasen av prosjektet, samt til å verifisere resultatene fra intervjuene.

Intervjufasen var en viktig del av oppgaven og det ble brukt mye tid og ressurser på å kvalitetssikre spørsmålene til intervjuene i form av møter med veileder og ressurspersoner fra Ø.M Fjeld. Intervjuene ble utført over en to ukers periode der det ble utført 8 intervjuer av 11 personer fra 7 forskjellige bedrifter. For å analysere resultatene ble intervjuene tatt opp på lydopptak og senere transkribert for å enkelt hente informasjonen fra intervjuene i senere tid.

Fra oppdragsgiver ble det tildelt to referanseprosjekter som ble brukt til observasjonsstudier. De to prosjektene representerte hver sin side av valget av dekkessystem. Observasjonsstudiet ble brukt til å sammenligne resultatene fra intervjuene med valgene som ble gjort i referanseprosjektene. Det ble også utført befaringer på referanseprosjektene for å få praktisk erfaring med de to dekkessystemene.

3. BETONG SOM BYGGEMATERIAL

3.1 BETONGENS HISTORIE

Betong som bygningsmateriale har en lang historie som kan dateres tilbake til oldtidens Egypt og Romerriket (1). I denne tidsperioden ble det brukt gips som bindemiddel, og senere, brent kalk som ved blanding med vann herdet til et fast materiale. I moderne tid ble betong igjen et viktig materiale da det på slutten av 1700-tallet og starten av 1800-tallet ble eksperimentert med å bruke leire og kalkstein som sement. Senere på 1800-tallet ble det forsøkt å forsterke betongen med jern. Dette var starten på det vi i dag kaller armert betong.

I Norge ble armert betong vanligere å bruke som et byggemateriale i alle type bygg i begynnelsen av 1930-årene. Dette førte til at virksomheten til entreprenører økte betydelig. Boligbygging var dominert av håndverksbedriftene, men entreprenører satset også nå på dette området med sine dyktige ingeniører med solid kunnskap og løsninger innen feltet. Konstruksjonene ble som regel utført likt med 15 cm betongvegg med 3 cm korkisolasjon, som er isolasjon laget av barken til treet korkeika. (2)

3.2 EGENSKAPER

Betong er et materiale som kan brukes i de aller fleste komponenter i et råbygg. Den flytende massen og de forskjellige tilslagene som kan tilsettes, gjør betong til et materiale som enkelt lar seg forme, variere i tverrsnittstørrelser og fastheten kan tilpasses etter behov. Betongkonstruksjoner gir et sammenhengende og kompakt bæresystem der de forskjellige elementene jobber godt sammen. Det gjør at det er lett å oppnå en stiv skive som kan ta opp de horisontale og vertikale kreftene som bygget blir utsatt for. Betong har høy trykkfasthet, moderat skjærfasthet, men lav strekkfasthet. Strekkfastheten er så lav at under dimensjonering benyttes sjelden strekkapasiteten til betong. For å ta opp mangelen på strekkapasitet brukes derfor armering.

3.3 ARMERING

Armering er i de vanligste tilfeller kamstål som bindes sammen på byggeplass før det støpes inn i betongen. Det er mange måter man kan legge armeringen på. En vanlig løsning er å legge lange stenger i den aktuelle spennretningen, lengdearmering, som tar opp strekkspenningen i dekket/bjelken. Man bruker søyler og ekstra armering rundt søyler, opplegg og andre kritiske områder som skal ta opp skjærspenninger og skjærarmering. Denne armeringsformen kalles slakkarmering og brukes som oftest i plassbygde

betongkonstruksjoner. En annen armeringsmetode er spennarmert betong. Spennarmert betong kan deles inn i to typer, forspent og etterspent. Forspent armering brukes som oftest i prefabrikkerte elementer, der armeringen består av flere kabler av «wire» som spennes opp ved at kablene strekkes fra hver ende. Etter hvert som betongen herder etter den er blitt støpt, blir spennkablene gradvis sluppet opp for spenning og trekker seg sammen. Sammentrekningen av spennkablene påfører trykkspenning i betongen. Siden det legges mest armering i strekksonen, vanligvis i bunn av elementet, påfører sammentrekningen av kablene et moment som gjør at elementet vil bøyes opp på midten slik at man får en liten overhøyde. Denne prosessen gir et stivere element og motvirker dannelse av riss i betong. Derfor tåler prefabrikkerte, forspente betongelementer lenger spenn og større krefter enn slakkarmerte dekker.

Etterspent kabelarmering kan brukes i plasstøpte konstruksjoner og baserer seg på samme prinsipp som forspent armering. Den store forskjellen er at betongen støpes før armering blir strukket ut. Oppspenningen av armering skjer på byggeplass, da kablene legges i en kurve som følger strekkspenningen gjennom hele dekkekonstruksjonen. Deretter brukes en hydraulisk jekk i en eller begge ender av dekket til å strekke kablene til en gitt spenning. Formålet her er også å gi en stivere konstruksjon enn vanlig slakkarmerte dekker, som videre kan resultere til slankere konstruksjoner med lavere dekketykkelse, men med samme kapasitet.

4. REFERANSEPROSJEKTER

Boligprosjekter i Norge har utviklet seg med tiden, både i størrelse og menneskekapasitet, men også med kvalitet, sikkerhet og komfort. Dette er regulert gjennom Bygningsloven og forskrifter med veiledninger som blir revidert med jevne mellomrom. Slik det er i dag så er det hovedsakelig to måter større boligprosjekter blir prosjektert og bygget. Enten med bruk av elementer slik som prefabrikkert betong, eller plassbygd med bruk av plasstøpt betong. Dette gjelder særlig for dekkesystemene i prosjektene der hvor man kan benytte seg av enten hulldekke, plasstøpt med forskaling av plattendekke, tradisjonell forskaling, eller dekkebord som ble mye brukt på 70-80 tallet. Begge dekkesystemene har sine fordeler og ulemper. Det er da en fordel å se på eksisterende prosjekter ved sammenligning av disse dekkene.

Bacheloroppgaven utføres i samarbeid med Ø. M. Fjeld AS som er en entreprenør og eiendomsutviklingsaktør som holder til på indre Østlandet. Ø. M. Fjeld AS har hovedkontor på Kongsvinger og regionskontorer på Hamar og Romerike (3) og omsatte for rett over 1.1 mrd. i 2015. Ø. M. Fjeld AS bidro med to referanseprosjekter som nå er under utvikling. Dr Juells Park der de bruker et hulldekkesystem og Saga Atrium der de bruker et plattendekkesystem.

I tillegg til den informasjonen som er anskaffet av intervjuer av aktuelle entreprenører og leverandører av hulldekker og plattendekker, så vil denne oppgaven også basere seg på disse to referanseprosjekter.

Referanseprosjektene har et hovedformål for denne oppgaven å sette informasjonen gitt i intervjuene i et realistisk og virkelig synspunkt. Referanseprosjektene er to pågående boligprosjekter, som er gunstig da det gir muligheten til å gå på befaringer å se hvilke løsninger og tiltak som har blitt tatt i bruk for de respektive dekkene. Løsninger, tiltak og utfordringer ved dekkene i referanseprosjektene vil bli tatt i betraktning ved videre sammenligning og analysing av dekkene.

4.1 DR JUELLES PARK

Dr Juells park er et boligprosjekt under utvikling på Kongsvinger og er utviklet av Ø. M. Fjeld i samarbeid med Citycon (tidligere Sektor Gruppen). Contiga er leverandøren som har blitt brukt i dette prosjektet og de utfører arbeidet i en totalunderentreprise kontrakt NS 8417 (16) som gir en del rettigheter og frihet, men også en del ansvar. Det betyr at Contiga påtar

seg å løse en del av et byggeprosjekt som i dette prosjektet innebærer råbygget, og har da totalt ansvar for dette. Dette med de rettigheter og plikter som er regulert av en avtale/kontrakt. Contiga har i dette prosjektet stått for råbygget, det vil si at de tar for seg prosjektering, produksjon, transporter og montering av vegger, bjelker, søyler og dekker. Når råbygget er ferdig kommer Ø. M. Fjeld inn med sine arbeidere og øvrige entrepriseraktører som da står for kompletteringsarbeidet i og på bygget.



Figur 1: Prospekt Dr Juells Park på Kongsvinger (gjengitt etter tillatelse fra Ø. M. Fjeld AS) (9)

Dr Juells park er delt opp i fire bygg. To av byggene nærmest strandpromenaden er 4 etasjer høyt og de to andre byggene er 5 etasjer høyt. Det er totalt 50 leiligheter i størrelse 65 til 135m² fordelt på de fire byggene. Under de fire blokkene er det en fellesparkeringskjeller med tilhørende boder til leilighetene (4).

Dr Juells park har et bæresystem bestående av 200mm massivvegg av betong som brukes som leilighetsskillende vegger mellom to boenheter og for opplegg til dekkene. Stålsøyler og stålbjelker blir brukt i gavlene, og 200mm hulldekker ligger fra betongvegg til betongvegg eller fra betongvegg til stål bjelke m. stålsøyler. Dekkene har en spennlengde på mellom 5 til

7,5 meter, med noen tilpasningselementer med mindre spennlengde ved sjakter og trappehusene.

4.2 SAGA ATRIUM

Saga Atrium er et boligprosjekt som er en del av Sagabyen på Jessheim som omhandler flere boligprosjekter med til sammen over 800 leiligheter. Saga Atrium utvikles av Jessheim Byutvikling AS, med Ø. M. Fjeld AS som totalentreprenør. Råbyggentreprenøren Con-Form AS har ansvar for det komplette råbygget, og arbeider i en totalunderentreprise underlagt Ø.M. Fjeld. I lik linje med Contiga så har Con-Form ansvaret for prosjektering, transportering og montering av sine plattendecker, bjelker, søyler, vegger og påstøp. Dette for et komplett råbygg.



Figur 2: Prospekt Saga Atrium På Jessheim (Gjengitt etter tillatelse fra Ø. M. Fjeld AS) (10)

Saga Atrium er et 5 etasjers boligprosjekt som består av 60 leiligheter og et lite forretningslokale på 140m² i første etasje. Leilighetene er delt opp i 1,2,3 og 4 roms leiligheter med størrelse fra 40m² til 95m² BRA med parkeringsanlegg, tekniske rom og boder i kjelleren. (5)

Byggets bæresystem består av leilighetskillende Con-Form-vegger, som er en vegg bestående av to 50mm prefabrikkerte forskalingsplater med 100mm innstøpt betong som gir en homogen betongkonstruksjon. Veggene brukes for opplegg for betongdekkene og for å skille leilighetene. Deltabjelker blir brukt som opplegg enkelte steder ved trappehus og heissjakter der vegger ikke kan plasseres. Dekkene brukt i dette prosjektet består av et 6-7cm plattendekke med 180-200mm plasstøpt betong. Det ferdige dekket har en tykkelse på 250mm. Dekkene har en spennlengde på 7,5 meter med noen tilpasningselementer med mindre spennlengde ved trappehusene.

5. HULLDEKKE SOM ETASJESKILLER

Hulldekke er et prefabrikkert dekkeelement som produseres på fabrikk og deretter transportert til byggeplass for montasje. Hos Contiga støpes hulldekker på en 135 meter lang benk og blir ekstrudert til en bredde på 1,2 meter. En plotter går langs benken og merker opp kapplengder, slisser, utsparinger og andre ting som kunden spør etter for hvert enkelt element. Morgenen etter kappes elementet i riktig lengde og plasseres på tomten for senere å bli lagt på lass og fraktet til byggeplassen (22).

Hulldekker er et produkt som brukes i alle typer bygg. Dette kan være næringsbygg, idrettsbygg, skolebygg, omsorgsbygg eller boligbygg. I boligprosjekter så er det som oftest en parkeringsetasje som styrer hvordan bæresystemet skal utformes. Et bra bæresystem vil føre kreftene rett ned i fundamentet uten å ødelegge parkeringsarealer. Det er viktig med godt samspill mellom arkitekt og de rådgivende ingeniører i tidligfase slik at det blir en god balanse mellom det estetiske og konstruksjonstekniske. Et effektivt og rasjonelt bæresystem må på plass ved utformingen av prosjektet. I boligprosjekter så opereres det med flere typer aksesystemer for bæresystemet, men mange forholder seg til et aksesystem på 7,5 eller 5,4 meter mellom veggene/søylene. Ved å benytte et aksesystem på 7,5 meter kan man få et system hvor man har en normert bredde på ca 2,5 meter pr. parkeringsplass.



Figur 3: Bæresystemet til en av de 4 blokkene ved Dr Juells Park i Kongsvinger (privat foto)

Over parkeringskjelleren så vil det ofte bli brukt leilighetskillende vegger som blir brukt for bæring av hulldekket, samtidig som de har en funksjon å skille boenhetene. Slike leilighetskillende vegger kan ha forskjellige tykkelser avhengig av hvor store laster de skal håndtere. Som regel så holder det med en 200mm massivvegg for hulldekker som da håndterer både lyd og brann og som også fungerer som opplegg for dekkene. Langs gavlene så er det ofte et bæresystem av stål for opplegg av hulldekker. Her er det ofte ikke brannkrav, og man får integrert bæring i den isolerte ytterveggen. Dermed blir veggen tynnere enn om man skulle støpt en betongvegg med teknisk isolasjon på utsiden.

Hulldekker kan bli produsert i forskjellige fastsatte tykkelser og spennlengder, alt fra HD200 til HD520 med spennlengder varierende av nyttelasten og lastbildet på dekkekonstruksjonen. I

boligprosjekter der lange spenn som regel ikke er nødvendig, blir det vanligvis brukt hulldekker av tykkelse 200 mm og 265 mm avhengig av bruksområdet til dekket.

5.1 TID

Tid er en betegnelse som er viktig å ta hensyn til når man sammenligner dekkene, da tiden det tar å få opp råbygget ofte er en avgjørende faktor for hvilke løsning man bruker. Når man skal se på tid som en påvirkningsfaktor for hulldekket, så er det lønnsomt å dele tiden opp i henhold til hvilke steg man er i byggeprosjektet. Produksjonstid, transporttid, monterings- og tiden det tar med kompletteringsarbeid, er de fire faktorene som definerer hvor lang tid det tar før hulldekke er ferdigstilt. Som tidligere nevnt er tett tak en viktig milepæl i denne sammenheng.

Produksjonstiden til hulldekke avhenger av hvor mye leverandøren har å gjøre. En leverandør som Contiga, har kapasitet til å produsere elementer på 9 baner og kan produsere opptil 6000kvm med hulldekke i uken (22). Det blir som regel aldri produsert så mye på en gang da det er urasjonelt å bygge opp så store lager. Produksjonstiden går hånd i hånd med fremdriften av boligprosjektet. Man vil prøve å produsere så mye som er forventet å kunne monteres i løpet av en uke. Det er da også viktig at man har et visst lager slik at man er sikker på at man kan levere til rett tid på byggeplassen. Tegningene, som gjelder produksjonsområdene skal ankomme fabrikken ca 5 uker før elementene skal leveres. Dette for at fabrikken skal kunne ha en plan på produksjonen av elementene i henhold til hvor mye som skal monteres per uke i de gitte monteringsområdene. Det er da viktig at rådgivende ingeniører og arkitekter gjør ferdig sitt tegningsgrunnlag i tide. Dette slik at elementproduksjonen kan starte i riktig tid.

Tiden det tar å transportere hulldekkene til byggeplassen avhenger av tre vesentlige faktorer. Hvor langt byggeplassen er fra fabrikken. Skal det transporteres igjennom bymiljøer. Samt hvor stor kapasitet av elementer rommer transportmiddelet. Transportmidlene som Contiga benytter kan laste 30 tonn, dette tilsvarer enten 10 elementer med HD200 med spenn 7,5 meter. Med HD265 som veier noe mer så kan man få mellom 6-8 elementer, og med HD400 så kan man transportere 2-3 elementer (22). Normalt i boligprosjekter så blir det brukt enten HD200 eller HD265, og da kan man regne med å transportere mellom 60-70kvm per transport.

Det er vanskelig å finne et generelt tall på hvor lang tid det tar å montere elementene etter som alle boligprosjekter er forskjellige. Kraner i byggeprosjekter representerer store kostnader og det vil si at kranen burde da helst gå hele tiden. Hvis man har store arealer så prøver man som regel og gjøre det slik at kranen monterer på et sted, mens det fugestøpes et annet sted. Dette gjør at man får en fin flyt i arbeidet som må bli gjort på dekket, før man begynner på neste etasje. Dekket må fugestøpes og det må etableres en stiv skive før man kan arbeide seg videre opp i bygningen. Tall utgitt fra Contiga indikerer pr. krantime at det monteres ca 25 kvm dekker i timen (22). Det tilsvarer to komplette hulldekkeelementer med alt som skal gjøres av fugestøping, slik at det blir en stiv skive. Det betyr at det i gjennomsnitt kan monteres 250-300 kvm hulldekke om dagen med ferdig dekkeareal. Selv om det kan monteres 250-300 kvm pr. dag vil ikke det si at man monterer så mye mer dette på en uke. Dette fordi det er mange andre arbeidsoperasjoner som skal utføres. Før man kan begynne å montere flere dekker skal det monteres søyler, bjelker, vegger og trapper som også skal støpes og ferdigstilles. I tillegg kommer også sikringsarbeider som rekkverk etc. Man vil realistisk sett greie å legge 300-400kvm med komplette dekker i uken, inkl. bæresystem og øvrige arbeider. Fremdriften er da delt opp slik at man monterer søyler og bjelker en dag, for så å montere vegger en annen dag. Så monteres hulldekker og sikring. Deretter skal det forskales, armeres og støpes. Dette representerer da et ukeshforløp for et monteringslag.

Under intervjuet med Fremming (22) ble det belyst at det er flere faktorer ved montasjen som er kritiske når man ser på helheten av monteringstiden. Det er viktig at man ikke starter for tidlig med monteringen, da slipper man at flere aktører holder på samtidig og at man må krige om plassen. Ryddighet var også en vesentlig faktor. Det at man har en ryddig byggeplass, hvor det ikke ligger armeringsbunter og forskalingsmatter strødd rundt omkring. Det er viktig å ha utført kontroll av det man skal starte på, og at dette blir bekreftet, slik at man slipper å oppdage i ettertid at noe er plassert feil eller med en feil høydemargin. Oppdages det feil i ettertid vil dette føre til rettelser og byggefeil med til dels store kostnader/forsinkelser.

Når man snakker om tid så kan man ikke bare se på tiden det tar for at hulldekke er produsert, transportert, montert og ferdig. Man må også se på hvordan monteringen av disse dekkene påvirker øvrig arbeid på byggeplassen. Andre aktører må slippe å vente unødvendig og om det er mulighet for å samkjøre deler av arbeidet som blir gjort på bygget selv om dekkene blir montert. Dette er forskjellig fra hvert enkelt prosjekt og det trengs en god planlegging og struktur på hvordan man skal få mest ut av arbeidet som blir gjort på byggeplassen. På Dr.

Juells Park der boligprosjektet var delt opp i 4 blokker, ble det gjort slik at når man var ferdig montert i den ene blokken så var det fritt frem for andre å slippe til. Slik fikk man en fin flyt med både monteringen og øvrig arbeid på byggeplassen. I andre prosjekter der man for eksempel har et stort homogent bygg så må man kanskje planlegge på en annen måte, og man deler da gjerne opp bygget i forskjellige monteringsområder. Når man monterer hulldekker så er det et krav om at det må være 2 etasjer ferdig montert over der hvor man eventuelt kan begynne å gjøre andre arbeidsoperasjoner. Dette som en sikkerhet hvis et element på en eller annen måte skulle falle. Da vil man ha to etasjer med dekker over seg som vil beskytte arbeiderne. Man kan jo spørre seg om dette er nok, men det er i hvert fall slik det blir gjort i dag.

Når man bygger et bygg med hulldekke så bygger man med elementer som en slags “lego” bygging. Det vil si at utformingen av bygget har mye å si for fremdriften av monteringen. Dette er særlig utslagsgivende under prosjekteringsfasen da det er mer komplisert ved et bygg som har mye sprang, vinkler på tvers av aksesystemet og helninger.

5.2 KVALITET

Hulldekke, på lik linje med andre produkter og materialer, innehar egenskaper som kjennetegner dekkets bruksområde. Noen av disse egenskapene må forbedres ved bruk av produkter for at dekket skal være tilfredsstillende i en bolig. Ved å kombinere med andre materialer, blir dette en komplett etasjeskiller. Et komplett dekke skal ta lyd og brannkrav i henhold til lover og forskrifter. Det kan være ønskelig å ha vannbåren gulvvarme for komfort og diverse innkassinger/innstøpinger av sprinklerør, elektro rør og punkter.

Hulldekker i boligprosjekter kan komme i forskjellige tykkelser avhengig av spennlengder, lastbildet og bruksområde. Den vanligste tykkelsen på et 7,3 meters spenn med boliglast er HD200. Det er mange forskjellige tiltak og oppbygnings muligheter for å tilfredsstillere brannkravet og lydkravet. En normal oppbygning er 30mm gulvisolasjon, 50 mm gulvsparkel, 3mm lydmatte og 14mm parkett. Undersiden blir behandlet med maling og fugesparkling. Denne oppbygningen tilfredstiller REI60 kravet for horisontale konstruksjoner for brann og lydklasse C som er et krav i et leilighetsbygg. Lydklasse C innebærer en laveste grenseverdi for lydreduksjonstall på 55 db for luftlydisolasjonen og 53 db for trinnlydnivå (6) En annen oppbygnings mulighet er å bruke A-plan (gulvsparkel). Dette er et system hvor man bruker gulvvarmerør som festes med kramper til 20mm (eller tykkere) trinnlydsplater. Deretter

legges det rett på hulldekket før det støpes ut en flytende 50mm anhydritmasse som er en selvutjevne avretningsmasse som herdes raskt. Til slutt legges det 14mm parkett (7). På hulldekker der man må ha trinnlydsplate og en tykk påstøp for å ivareta lydklasse C, er det gunstig å legge inn vannbårenvarme da man allerede har den tykkelsen som er nødvendig for å legge inn gulvvarmen. I oppholdsrom som stue, kjøkken og soverom vil hulldekket undersidebehandles med helsparkling og maling. Fugene vil bli behandlet med akryl eller sparkel. I entré og bad vil det ofte bli brukt nedforet gipshimling for å skjule ventilasjonskanaler og andre tekniske føringer. Dette gjør at man vil få en god høyde opp til taket i oppholdsrom, mens alt av tekniske føringer blir gjort i gangen/entreen. Høyden i denne sonen ønsker man så høy som mulig, og blir ofte ca 2,2 meter. Byggteknisk forskrift TEK 10 (20, § 12-7) tilsier minimum 2,2. Tekniske føringer kan også kasses inn langs vegger ved behov.

Produkt	Last per kvm Vekt per kvm
A-plan (50mm støp, 20mm PEX-rør, 30mm trinnlydsplate)	0,98 kN 100 kg
200mm fuget Hulldekke	2,8 kN 285 kg
14mm eik parkett	0,075 kN 7,66 kg
<u>Total vekt dekke</u>	<u>3,85 kN</u> <u>392,66 kg</u>

Tabell 1: Vekt av komplett HD200 med vannbårenvarme (7)

Hulldekke er et relativt lett element i forhold til andre betongdekker ettersom elementet blir produsert med kanaler i tverrsnittet. Et HD200 dekke har en vekt på 285 kg/m², ferdig fuget (22). En tilsvarende tykkelse med en homogen betong konstruksjon har en vekt på 510 kg/m² (13). Den lettere vekten bidrar til at et HD200 element kan tåle et spenn på opptil 9 meter med en brukslast på 5 KN/m² (12). Hvis man øker tykkelsen på hulldekket så vil man kunne få spenn opp i mot 16 meter. Et så langt spenn er ikke hensiktsmessig å bruke i boligprosjekter. Man får blant annet tykkere dekker, stor overhøyde, store nedbøyninger ved pålastning etc. Det mest praktiske er å benytte skillevegger mellom leilighetene som bærende skiver.

Ettersom man ikke kan støpe noe inn i hulldekket slik som man kan med plattendekke, så vil sprinkler og armaturer legges i nedforet himling eller innkasseres langs vegger. Normalt er det nedforede himlinger i entré, bad og bod. I resten av leiligheten blir det innkasset langs vegg.



Figur 4: Våtromskabin klargjort for montering (privat foto): NB! Legg også merke til dobbelt svill på yttervegg. Dette pga oppføring/påstøp med trinnlydsplate.

Utviklingen av byggeprosjekter har ført til en økt bruk av prefabrikkerte løsninger. Våtromskabiner er en slik prefabrikkert løsning og er et alternativ for å plassbygge alle bad i et boligprosjekt. Dette betyr at hele våtrommet (innvendig) blir produsert ferdig på en fabrikk. Kabinen blir så fraktet med bil og løftet på plass der de skal monteres. I ettertid så finjuster man plasseringen av badet og tar hull for slukene før de sparkler opp rundt kabinen. Ved bruk av våtromskabiner på et hulldekke så er det tre løsninger man som regel bruker. Det ene er at man bruker banket hulldekkeelement der våtromskabinen skal plasseres. Man får da en differanse på 60-70mm opp til ferdig gulv. Banket hulldekke element er et vanlig hulldekke

element som blir presset sammen rett før elementet har herdet på fabrikk. Dette slik at kanalene blir komprimert sammen til et massivt betongelement. Ulempen ved bruk av denne metoden er at det bankede elementet vil miste mye av kapasiteten etter som tykkelsen vil bli minsket betraktelig. Denne metoden vil derfor bare bli brukt i tilfeller hvor man har kapasitet nok i dekket til å håndtere lasten. Den andre metoden innebærer at man bruker en annen tykkelse på elementet som for eksempel et HD200 der våtromskabinen skal plasseres, og HD265 resten etasjen. Denne løsningen gjør at man ikke vil miste kapasiteten til dekke, men vil kreve at man må bruke andre opplegg. Hvis man har bad i forskjellige plasseringer over hverandre i leilighetene vil det føre til kompliserte oppleggs plasseringer. Den siste løsningen og kanskje den beste, er at man bruker samme dekket over hele etasjen. Man benytter et høyere oppforet gulv slik som en påstøpsløsning med type A-plan som beskrevet over, der hvor man ikke har våtromskabinen, slik at man får en 60-70mm differanse.



Figur 5: Tilpasningselement med fugestøp (privat foto)

I de fleste boligprosjekter om ikke alle, så vil man måtte benytte seg av tilpasningselementer når man bruker hulldekker. Tilpasningselementer er elementer som tilpasses etter en bestemt

bredde fra et vanlig 1,2 meter brett dekke. Disse tilpasningselementene blir produsert på lik linje som et vanlig hulldekkeelement, men langskjæres etter behov. Hvor mange tilpasningselementer som behøves avhenger av planløsningen og hvor mange sjakter man har i en bolig. Ved langskjæring gjennom kanalene i dekket får man en ufin V-fuge på undersiden. Man må da passe på at disse ikke havner på feil sted og er synlige. Hvis man av en eller annen grunn ikke kan gjemme dette elementet og den blir synlig for brukeren, bør man benytte seg av en trekantlist i forskalingen slik at når det støpes så vil V-fugen ikke synes. Det som er mest gunstig er å forsøke å få kanten enten ut i fasaden eller i en delevegg slik at den ikke er synlig.

Når man velger å bygge et boligprosjekt med hulldekker så kreves det at man må planlegge godt i tidligfase av prosjekteringen. Dette da bruken av hulldekker vil føre til at man får veldig mange knutepunkter som må håndteres for å skape en homogen konstruksjon. En av utfordringene ved mange knutepunkter er flanketransmisjonen. For hulldekker så kreves det god planlegging for å utføre de tiltakene som behøves for å redusere denne. Flanketransmisjon er overføring av lyd ved opplegg på vegger eller andre knuteforbindelser. Flanketransmisjonen blir holdt i sjakk på dekket ved bruk av lydmatte. Ved overgangene på vegger hvor man legger hulldekke innpå fra to sider, er det viktig at man er nøye med å støpe godt igjennom. Dette før man setter neste vegg slik at man får en komplett understøp uten huler og svake punkter.



Figur 6: Tverrsnittet av et HD200 opplagt på stålbejelke i gavel

Tilpasning og fleksibilitet er to betegnelser som styrer hvordan dekket kan endres i ettertid. Dette gjelder ofte hvordan dekket håndterer utsparinger og hulltagning. Et vanlig HD200 har 7 spenntau, som vist på figur 6 som røde prikker i tverrsnittet, men kan også inneholde opptil 12 spenntau etter behov for bedre kapasitet (11). Hvis man skal ta hulltagning i et hulldekke er det viktig at man samkjører arbeidsoperasjonen med en rådgivende ingeniør slik at man er sikker på at man ikke kapper for mange vaiere. Man vil da minske kapasiteten til dekket, og dette kan eventuelt få katastrofale konsekvenser. Hvis man skal kjerneborre i hulldekkene så skal man helst gjøre det i kanalene. Det er da viktig å bruke en hulltagningsplan, slik at man ikke tar for mange spenntau og dette krever god planlegging.

5.3 ØKONOMI

Kostnadene ved bruk hulldekke i et boligprosjekt varierer mye fra prosjekt til prosjekt. Det er mange variable faktorer som skal tas hensyn til når man prissetter hulldekke. Prisen kan bli delt opp i prosjektering, produksjon, eksport, montasje og ferdigstillelse. Dette relatert til selve kompleksiteten av prosjektet. Disse prisene kommer fra leverandøren av råbygget. I kostnadsvurderingen kommer også tilleggskostnader ved å gjøre dekket komplett for å ta lyd, brann krav og innkassinger etc. Kostnader som blir brukt i de neste avsnittene er priser utgitt fra Contiga på hulldekkene brukt i boligprosjektet Dr Juells Park på Kongsvinger. Kostnader ved kompletteringsarbeidet av dekket er utgitt fra kalkulator Holter. Det gjøres oppmerksom på at det kan benyttes forskjellige oppbygnings metoder for dekket og at arbeidskostnader kan variere fra entreprenør til entreprenør. Det vil da si at kostnadene kan variere i mindre grad i andre prosjekter.

Aktivitet	Pris
Prosjektering og produksjon	335 kr/kvm
Transport	65 kr/kvm
Montasje og ferdigstillelse	200 kr/kvm
<u>Totalpris for dekket</u>	<u>600 kr/kvm</u>

Tabell 2: Priser utgitt fra Contiga på Dr Juells Park på Kongsvinger

I tillegg til prisene gitt i tabell 2 så vil ekstra kostnader i form av vinterkostnader påløpe i vinterhalvåret. Vinterhalvåret starter i oktober og varer til mars. Tilleggskostnadene som Contiga opererer med i dette tidsrommet er på mellom 30 til 40 kr per kvm (22). Et vintertillegg kommer av det ekstra arbeidet som må bli gjort i vinterhalvåret. Det påfører kostnader ved at fugebetongen må ha ekstra tilslag som betongleverandøren tar seg betalt for. Det tar også tid og arbeidskraft med å måke snø, da Contiga har ansvar for snømåking hvis det faller snø på hulldekkene. Det kan også hende at man må gå rundt å tine med propan for å få tilgang til fugene da disse kan være fryst. Når det er under 10 kuldegrader skal man helst ikke fugestøpe, da det kan danne skader i fugen ved at fryst is ekspanderes. Hvis man er uoppmerksom med støpingen av fuger i kalde perioder kan det hende at fugene sprekker opp etter 6 mnd. og parketten løfter seg. Man kan da få riss og andre skader i konstruksjonen. Fugestøping er en utfordring når det er kaldt for hulldekke, da det er snakk om små volumer

av betong som skal støpes. Dette gjør at betongen har fryst nesten før den kommer ut av betongbilen. Lange kuldeperioder kan skape mange problemer for fremdriften av et bygg. Hvis man må stanse arbeidet over lengre tid så vil dette påføre forsinkelser og ekstra kostnader i form av at andre aktører igjen må vente med sitt arbeid til råbygget er ferdig. Kuldeperioder er en slags gambling for mange leverandører da mange ikke har en åpning i kontrakten hvis det blir lange kuldeperioder og at fremdriften blir forsinket.

Når man ser på kostnadene omkring transport så bruker man som regel pris per tonn. Dette på grunn av at en bil kan ha en lastekapasitet på opptil 30 tonn, og det er ikke alltid at kvm hulldekke stemmer overens med lastekapasiteten til bilen. Kostnadene for transport av hulldekker er da på omkring 65 kr/kvm eller 180 kr/tonn (22). Avstanden fra fabrikk til byggeplass har også en del å si. Må man kjøre veldig langt så kan det hende at andre konkurrenter har en mer gunstig pris, etter som de har fabrikker nærmere byggeprosjektet.

For å estimere kostnadene av et komplett hulldekke med de tiltakene som trengs på oversiden og undersiden av dekket og for at brann- og lydkrav skal tilfredsstilles, har man sett på et 5x5m rom. I denne oppgaven har det blitt brukt et oppbygningssystem kalt A-plan for å få en god oppbygning hvor gulvvarme kan legges inn i oppbygningen.

HD200 <ul style="list-style-type: none"> - 200mm hulldekke - 30 mm trinnlydplate - 50 mm sparkling for gulvvarme - 14 mm parkett med underlag tildekking - Sparkling og maling underside 	<u>kr. 1927,- pr m2 eks mva. inkl. påslag</u>
HD265 <ul style="list-style-type: none"> - 265mm hulldekke - 30 mm trinnlydplate - 50 mm sparkling for gulvvarme - 14 mm parkett med underlag tildekking - Sparkling og maling underside 	<u>kr. 2039,- pr m2 eks mva. inkl. påslag</u>

Tabell 3: Kostnader av komplett HD200 og HD265

Kostnader gitt i tabell 3 er utarbeidet av kalkulator og prosjektutvikler Holter fra Ø. M. Fjeld. Kostnader ved innkassing av sprinkler og tekniske føringer er tatt i betraktning. Denne

kostnaden utgjør kr. 309,- pr. m² eks mva. samt inkl. påslag for 2x5m kasser for “sidewall” som er sparklet og malt.

5.4 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

HMS er viktig i alle typer arbeidsoperasjoner man gjør på en byggeplass. Det er da viktig å ha gode rutiner på hvordan man sikrer, og at man opprettholder de sikkerhetsmessige tiltakene som har blitt satt. Hulldekker på lik linje med andre materialer som krever kran for montering har forutsatte regler og tiltak som må opprettholdes. Dette for at byggeplassen skal være en sikker arbeidsplass for arbeiderne.

Hulldekker monteres med løfteåk, klyper og sikres med en sikringskjetting som ligger langs undersiden av hulldekkeelementet. Sikringskjettingens oppgave er å holde på plass hulldekket hvis en delaminering inntreffer og elementet deler seg. At et element deler seg er veldig sjeldent, men hvis det skjer så er sikringskjettingen viktig for at elementet ikke skal henge og treffe nærliggende konstruksjoner. Det første elementet monteres som regel fra en lift. Før elementet løftes på plass så skal en arbeider stå ved siden av bilen, og sørge for at føreren har huket på elementet riktig. Så blir elementet fraktet til to arbeidere som står i front og legger den på plass. Arbeiderne som tar i mot elementet er sikret med sikkerhetssele/line. Etter vært som elementer blir plassert skal det sikres med rekkverk. Montasjelaget skal aldri avslutte en arbeidsdag uten at det er sikret med rekkverk i det området som de har jobbet på. Rekkverkene blir plassert inn i rekkverksfester som er festet i hull i hulldekket. Ved montering av hulldekker på et relativt stort arbeidsområdet, er det viktig å avsperre området slik at andre aktører og arbeidere på byggeplassen ikke kommer inn. Det blir brukt sikkerhetsbånd for å sperre og merke at man ikke kan gå inn i disse områdene. I tillegg er det på alle arbeidsplasser forbudt å gå eller bevege seg under hengendelast. Når man monterer hulldekker så er det viktig at de som plasserer elementene har god kommunikasjon med den personen som heiser elementene. Helst øyekontakt. Hvis man benytter seg av tårnkran er det lettere for kranføreren å ha oversikt over hvor elementene skal plasseres samt ha visuell kontakt med arbeiderne som tar imot elementene. Man kan da bruke tegn for å hjelpe kranføreren med å plassere elementene, ikke bare ved radiokontakt. Med en mobilkran så er det ikke alltid at man ser arbeiderne som skal ta mot elementet. Det er da viktig at man bruker radio til å kommunisere.

Andre sikkerhetsmessige tiltak som gjelder uansett om man monterer hulldekker eller ikke, er verneutstyr. Arbeiderne må ha på seg vernesko, hjelm og godt synlig arbeidsklær. Det er også viktig at de som arbeider på en byggeplass har satt seg inn i sine respektive HMS-planer. Alle skal være klar over hvilke sikkerhetsmessige arbeidsoppgaver de har og hvordan de skal håndtere ulike fare situasjoner. Det er også viktig å sette seg inn i tilstøtende arbeidsoperasjoner som blir utført av andre aktører/entreprenører. Det kan også i enkelte tilfeller bli utført øvelser hvor man tar for seg en bestemt ulykkesituasjon slik at arbeiderne blir vant til hvordan slike hendelser skal håndteres. I henhold til byggherreforskriften(8) så er samordningen mellom de forskjellige aktørene et viktig tema. Det er en plikt at alle entreprenører har sine egne HMS-planer for sine arbeider. Ofte blir ikke risikomomentene ved at flere aktører arbeider på samme sted vurdert tilstrekkelig, dette er et samordnet ansvar.

Ved montering av dekker er det vanlig at elementleverandører har en generell SJA-plan (sikker jobb analyse plan). Denne tar for seg konkrete retningslinjer for montering av elementene. Det er likevel vanlig at totalentreprenøren krever en prosjektspesifikk SJA-plan før oppstart på byggeplass. Dette fordi risikoer som beliggenhet, press på fremdrift og antall aktører på byggeplassen alltid vil variere for et prosjekt. For elementleverandøren Contiga som monterer over 250 000 kvm hulldekker i året er de fleste arbeidsoperasjonene like. Deres generelle SJA-planen innebærer blant annet risikovurdering av ferdsel på byggeplass. Man skal ikke heise elementer over arbeidere og man skal fortløpende føre opp rekkverk under dekkemontasjen. SJA-planen blir gjennomgått en gang i året for å ivareta sikkerheten og holde arbeiderne på byggeplassen bevisste på deres sikkerhetsmessige ansvar ved sine respektive arbeidsoppgaver.



Figur 7: Nærliggende strandpromenade som krever spesiell SJA-plan ved montering (privat foto)

Ved Dr Juells Park ble det laget en egen SJA-plan for arbeidet ved monteringen av stålsøylene ved en nærliggende strandpromenade. Dette fordi det kan befinne seg folk nær monteringen. Her ble det da utført en ekstra sikkerhet for at disse søylene ikke kan falle ned på forbipasserende.

Før andre aktører kan komme inn og arbeide med andre type arbeidsoppgaver skal det minst være to dekker ferdig støpt i mellom arbeiderne og monteringen av hulldekker. Dette er et minstekrav fra arbeidstilsynet. Det betyr at hvis man mister noe så vil ikke dette kollapse eller gå igjennom to dekker for så å treffe arbeidere under. Noen entreprenører velger likevel å sette krav til at det ikke skal foregå noen typer arbeidsoppgaver i dekkene under monteringen.

For utsparinger i dekket skal det dekkes til med finerplater som skytes fast slik at det ikke er mulig for gjenstander eller mennesker å falle igjennom disse. Rekkverk med sparkebord blir

plassert langs alle kanter og døråpninger til heissjakter blir dekket til. Hulldekker blir ofte levert i en pakkeløsning der leverandøren tar for seg hele råbygget. De påtar seg da et større ansvar, men har bedre spillerom. Det betyr at leverandøren stiller med egne montasjelag, og har dermed sine egne håndbøker og kurs for montering av dekket. Når dekket blir montert av arbeidere ansatt hos entreprenøren så er det viktig at de som monterer har anhukerkurs slik at heising av elementene foregår på en riktig måte.



Figur 8: Dreneringshull for hver kanal gjennom hulldekke (privat foto)

Hulldekker har gjennomgående kanaler igjennom elementene og det vil da kunne samle seg vann i disse kanalene ved nedbør. Det blir derfor etablert dreneringshull i hver kanal 1 meter fra opplegget til dekkene. Det er da viktig å passe på at disse dreneringshullene alltid er åpne slik at vann ikke kan samle seg i kanalene. En utfordring er hvor man har hulldekker i betongsjakter hvor man har brukt slisser for å forankre dekkene slik at kanalen tettes, der vil vannet som skal dreneres ikke komme frem til dreneringshullet. Man vil kunne få lommer med vann. I slike tilfeller vil det bli brukt hulltagningsplaner og montørene vil da borre disse dreneringshullene på byggeplassen for drenering av kanalene. Dersom dreneringshullene ikke blir holdt åpne vil man kunne få en uhyggelig overraskelse i etterkant. For eksempel hvis en lampe skal festes i taket har det skjedd at flere liter vann renner ut av dekket. Dette er en

menneskelig feil der man ikke har passet godt nok på at dreneringshullene skal holdes åpne.
Dette er et kjent problem ved bruk av hulldekker.

6. PLATTENDEKKE SOM ETASJESKILLER

Plattendekker er et prefabrikkert betongelement. Det fungerer som et forskalingselement av betong med armering innlagt i elementet. Dekket blir produsert i former med bredde 2,4 meter som går gjennom ulike stasjoner. Kort fortalt måles elementet opp av en lasermåler som stipler inn målene av elementet og eventuelle utsparinger inn på stålbordet. Deretter legges armering i henhold til armeringstegning, før det til slutt støpes betong. Da elementet støpes mot et glatt stålbord vil man få en jevn underside på elementet. Hvert element er unikt og er merket med et nummer som tilhører en spesifikk plass i bygget. Dagen etter elementet er produsert er det klart for transport til byggeplass.



Figur 9: Oversiktsbilde over byggeplassen på Saga Atrium (privat foto): Den øvre delen av bildet er armert i overkant av dekket og forskaling for badrom er under oppføring, i nedre del av bildet er et ferdig støpt plattendekke

Plattendekker er ikke en ferdig etasjeskiller. Det er et tynt betongelement som fungerer som forskaling og samvirker som et helt komplettdekke. Plattendekke heises på plass ved at man fester fire beinskrev med kroker til gitterdragerne og løfter med kran opp til der det skal plasseres. Mottaker fører elementet ned på angitt sted. Så slakkarmes det på oversiden og i

skjøter. De tekniske entreprenørene legger inn sine føringer, før det til slutt støpes og får et ferdig dekke. Dette gjør at man har samme muligheter som ved plasstøpt, til å legge diverse tekniske føringer inn i dekket før det støpes. Dette gir en fleksibilitet som er høyt ettertraktet hos entreprenørene fordi det sparer takhøyde ved at man slipper nedforet himling og innkassinger.



Figur 10: Mellomlagret plattendekke fra Saga Atrium (privat foto): Oversiden er "rå" slik at man får god heft til støp

Et vanlig bæresystem for plattendekker er å legge dekkene på stålbejelker i gavlene og betongvegger som leilighetsskillende vegger. Plattendekker og betongvegger gir et robust bæresystem som fordeler kreftene godt innad i konstruksjonen. Forankringsbøyler og armering i hjørner (se figur 11) gir god forankringen mellom dekket og betongvegg. Dette gjør at bygget oppfører seg som en homogen konstruksjon, med gode knutepunkter. På grunn av den gode lastfordelingen er plattendekker lite sårbar for utsparinger og hulltagninger i dekket. Dette gir en stor fleksibilitet.



Figur 11: Ferdig støpt plattendecke med skjøtearmering til vegg (privat foto): NB! Man bruker U- jern slik at man ikke skal ha mulighet for "stikkskader"

Plattendecker tåler moderate spenn fra 5-8 meter, men kan også forspennes for å kunne tåle lengre spenn, opp til 10 meter (28). Dette gjør at plattendecker passer godt til de fleste boligprosjekter som ikke har større spennlengde enn 10m, noe de færreste boligblokker har. Plattendecker trenger tid til å oppnå maksimal bæring, derfor brukes stemplinger for å holde konstruksjonen oppe til betongen blir herdet tilstrekkelig. Stemplingene er bjelker som ligger på tvers av spennretningen og blir båret av justerbare stålsøyler med en senteravstand mellom 1-3 meter. Stemplingene kan fjernes mellom 2-4 uker etter støp.



Figur 12: Underside plattendekke med stimpling (privat foto)

6.1 TID

Tidsaspektet for plattendekker er på mange måter likt som for hulldekker. Det er avhengig av produksjonstid, transporttid, montasjetid, kompletteringstid og innflytelsen på øvrig fremdrift av prosjektet.

Produksjonstiden for plattendekker avhenger av produsent og pågangen fra markedet. Con-Form har et minste krav på å få tegninger 4 uker før prosjektets oppstart. Siden det er tekniske føringer og utsparinger i elementet, kreves det ofte en større prosjekteringsoppfølging. De tekniske konsulentene må prosjektere alt inn i elementet.

Transporttid er i stor grad avhengig av avstand mellom byggeplass og fabrikk. Det vil være subjektivt for hvert prosjekt og er sjelden kritisk for byggetiden, så lenge det planlegges i forkant. Siden plattendekker er forholdsvis tynne elementer fra fabrikk, kontra ferdige betongelementer, har de en fordel av å kunne laste flere elementer per bil. I følge

prosjektleder Ivarsson fra Con-form kan plattendekker lastes med 10 elementer i høyden (28). Dersom det er plattendekker med 7,3m spenn og 2,4m brede tilsvarer det 180kvm dekke. I tillegg til transport av de prefabrikkerte elementene må også transporttiden av ren betong tas i betraktning. Det er en betydelig mengde betong som plasstøpes når man bruker plattendekker. En vanlig mengde støpt betong over plattendekke er 200mm. For et prosjekt med 3000m² dekket tilsvarer det 600m³ betong. En vanlig betongbil kan romme ca 8m³ pr bil, for 600m³ tilsvarer det ca 75 fulle betongbiler.

Montasjen er en kritisk prosess tidsmessig fordi monteringen er blant annet avhengig av kran og stillaser. Driftskostnadene for kran er ofte høy, så raskere montasjetiden er bedre for prosjektet. Derfor er det viktig at transporten er presis og at de kommer i riktig rekkefølge i forhold til monteringsplanen. Montasje av et komplett dekke innebærer løfting og montering av elementet, forskaling, armering og støp av dekke. I følge Con-Form kan de montere 350 kvm ferdig støpte plattendekker per uke (28). Når de blir ferdig med de nedre etasjene i et prosjekt, kan monteringen gå fortere fordi dekkene er lettere og montørene har kommet seg inn i prosjektet. For prosjektet Saga Atrium var monteringstiden prosjektert til 24 uker på i overkant 6000kvm ferdig støpte plattendekker. For entreprenøren JM Norge (29) er den ideelle framdriften for plattendekkerne at det støpes på fredag så betongen herdes over helgen. Slipes på mandag, stikker ut samt forbereder neste leveranse på tirsdag og onsdag. På denne måten brukes fridagene i helgen til noe produktivt, da det ikke er så lett å slippe dagen etter det er støpt.

Hva som inngår som kompletteringsarbeid for plattendekker kan diskuteres. Denne oppgaven tar utgangspunkt i at dette er jobben som gjøres etter dekket er støpt. Det faller seg naturlig da det resterende arbeidet på dekke sjelden er en jobb forskalingsnekkerne står for. Hvis det benyttes avretningsmasser, utføres dette av spesialfirmaer. Ferdig støpte plattendekker har gode brann- og lydegenskaper. Senere i prosessen når bygget er tett er det vanlig å bruke tynn 3mm etafoamfolie eller lignende lydisolerende skille. Deretter legges normalt parkett. Det er forskjellig hva som gjøres i himling. Normalt sparkles og males det hvor man får synlige fuger for hver 2,4m, eller det kan himles ned hvis det er behov for å skjule ventilasjonsføringer.

Under råbyggfasen er det montørene (forskalingssnekkerne) som bestemmer fremdriften. De øvrige aktørene får avsatt tid, men må følge fremdriften til råbygget. Dersom andre fag skal jobbe parallelt med råbyggsmontørene, bør det planlegges og tilrettelegges godt. Dette varierer fra prosjekt til prosjekt. Enkelte prosjekter er mindre krevende i koordinering av øvrigt arbeid. Andre, eksempelvis enkeltstående bygg, krever mye planlegging på forhånd. For plattendecker kan det være en utfordring å jobbe i underliggende etasjer av monteringen. Stemplinger ligger ofte tett så det er vanskelig å ferdes under dekkene. Det brukes også ofte en sikkerhetsregel på at det ikke kan jobbes på 3-4 etasjer under dekket som monteres. I følge JM er ikke dette noe problem fordi tømrerarbeidet går så fort i forhold til resten av råbygget. JM (29) monterer også ferdig ytterveggselementer parallelt med råbygget. Veggelementene består av utvendig værhud og vinduer montert.

6.2 KVALITET

Et boligprosjekt stiller generelt strenge krav til kvalitet på overflater, tekniske løsninger og estetikk. Valget av dekkesystem har innvirkning på sluttresultatet. Noen løsninger kan gi ekstra arbeid for å realisere, mens noen løsninger ikke fungerer for det gitte dekket. Tykkelsen og dekkets oppbygning kan spille en vesentlig rolle i noen boligprosjekter, der maksimal gesimshøyde fra reguleringsplanen er lav og det er vanskelig å tilfredsstille. Vekten av dekke kan være med på redusere fundamenteringen og i noen prosjekter være avgjørende for valget av dekkesystemet. Tilpasningsdyktighet mot våtrom, hulltagninger og utsparinger er viktig for framdrift og konsekvensen av feil og avvik.

En normal oppbygning av plattendecker består først og fremst av 250-270mm betong med avrettingsmasse inkludert plattendecket. En tynn trinnlysdempende underlagsmatte, og 14mm parkett. Denne oppbygningen er brukt av mange og skal tilfredsstille alle krav til lyd og brann i boligprosjekter (se hulldekke lydklasse C). I prosjekter der det er krevende å "senke" gesimshøyden til reguleringsbestemmelser, kan en reduksjon i dekkeshøyden være nok til å nå kravet. For et bygg med 10 etasjer vil en overkommelig innsparing på 20mm per etasje tilsvare 200mm for høyden av selve bygget. Dekketykkelsen kan også presses ytterligere med forspenning og økt armeringsmengde. Dette krever mer planlegging og nøye dimensjonering. I noen spesielle tilfeller har det blitt redusert så mye at det er blitt mulig å legge inn en ekstra etasje. Dette er sjeldne unntakstilfeller og er ofte et resultat av at det har vært avsatt en romslig etasjehøyde i reguleringsplanen.

Plattendekke med påstøp er en massiv betongkonstruksjon som gir god lastfordeling, men et tungt bæresystem. Vekten av et plattendekkesystem vil variere med tykkelsen av betongen. For en normal oppbygning med 250mm armert betong, 12mm avrettingsmasse og 14mm parkett vil vekten av dekket tilsvare:

Material	Last per kvm Vekt per kvm
250mm armert betong	6,25 kN 635kg
12mm avrettingsmasse	0,22kN 22,8kg
14 mm parkett	0,075kN 7,66 kg
<u>Totalt</u>	<u>6,545 kN</u> <u>665,5 kg</u>

Tabell 4: Last og vekt av komplett plattendekke (14,19)

Plattendekke er som regel enkelt å håndtere ved uventede endringer, både under og etter oppføring. Dersom en utsparing må flyttes, nye hull for elektro og VVS må bores, må det godkjennes av RIB. Det er sjelden et problem som krever store tiltak, med tanke på bæreevne. Ved utfordrende arkitektur som ikke-lineære fasader eller spisse hjørner, er det vanskelig og kun bruke plattendekker. Disse kan bare langsskjæres og skråskjæres. I slike tilfeller kan det være enklere å bruke tradisjonell forskaling, da det kan kappes og formes på plassen. Det vil likevel bli et godt sluttprodukt sammen med plattendekker. Dette fordi det armeres og støpes slik at dekket med vanlig forskaling samt dekket med plattendekker blir homogent. Det samme er ikke like lett og gjøre for hulldekker. Der kan man ikke ha gjennomgående armering til å skape god forankring mellom dekket. Ved utkragninger er plattendekker en bedre løsning.

Å bygge baderom på plattendekker ansees som en enkel prosess. Dette er fordi du kan senke badet ned i dekke, istedenfor å bygge opp et ferdig dekke. Som nevnt tidligere er det blitt veldig vanlig å benytte våtromskabiner. Da forskales det i overkant av plattendekket, før det støpes slik at våtromskabinen kan plasseres ned i utsparinger på dekket når det er ferdig støpt. Så finjusteres plasseringen i etterkant. Våtromskabinene brukes i hovedsak på grunn av kostnader, men gir også raskere fremdrift og er tilnærmet helt tett for fukt. Med kabiner kan badet ikke gjøres om i ettertid. Man kan bytte ut overflater, men ikke endre plasseringen av

servant, toalett dusj etc. I følge JM Norge (29) bygger de kun plassbygde bad. Dette fordi de mener at kvaliteten inne i kabinen ikke er den samme du får ved et plassbygd bad. Forskaling og støp av dekke vil være tilnærmet likt for plassbygde bad som for våtromskabiner. Når det skal legges vannbåren varme vil det bli støpt 250mm betong inkludert plattendekke, deretter legges knotteplater eller lignende før rørene for vannbåren varme legges. Til slutt bygges det opp med avrettingsmasse tilsvarende ca 50mm ekstra oppbygning.



Figur 13: Nedsenket støp for våtromskabin (privat foto): Tekniske føringer som inntak for vann ligger i dekket. Stor utsparring for ventilasjon og avløpsrør. I bakgrunn kan man se forskalingen brukt under støpen

Ettersom plattendekker består av en tykk påstøp, fører det til at komponenter kan støpes inn i dekket. Dette er spesielt viktig ved bruk av balkongelementer og svalgang. Ved bruk av en isokorbløsning så kan utkragninger utføres på en måte som danner lite eller ingen kuldebro mellom dekket og utkragningen.

6.3 ØKONOMI

Når en entreprenør bygger med plattendekker er det to modeller som er vanlig å bruke. Den ene modellen er å kjøpe inn hele råbygget fra en underentreprenør som står for produksjon, transport og montering. På den måten skriver man fra seg risikoen og arbeidet med oppføringen av råbygget. Prisen på etasjeskillene vil da ligge i en felles entreprise med resten av råbygget som utarbeides av totalunderentreprenør. Dette kan være gunstig for entreprenører som ikke har tilstrekkelig kapasitet på betongarbeidere og jernbindere. Det kan også hjelpe koordineringen av prosjektet da totalunderentreprenøren stiller med egne

prosjektledere og anleggsledere som tar seg av sin del av prosjektering og utførelse. Den andre modellen har et større overskuddspotensial for entreprenøren, ved at man kutter totalunderentreprenøren og fører opp råbygget selv.

Alle prosjekter, bæresystemer og plattendekkeelementer er unike, derfor er det krevende å gi en eksakt, generell pris på plattendekker. Det er ikke en original vare som masseproduseres, men et tilpasset produkt der mennesker jobber i alle ledd av prosessen. Fra et intervju med Ivarsson (24) fra Con-Form ble prisene på plattendekkene estimert til:

Aktivitet	Pris
Produksjon	350-400 kr/kvm
Montering	400 kr/kvm
Utsparinger	270 kr/utsparing
Punkter for elektro	100 kr/punkt
Transport	72 kr/kvm

Tabell 5: Kostnader utgitt fra Con-Form

Dette estimatet tar ikke med seg kompletteringsarbeid som sparkling, underlagsmatter, parkett eller sparkling og maling på underside. Transportkostnadene tar utgangspunkt i en leveranse av forspente plattendekker fra Orkanger til Oslo.

I forbindelse med oppgaven er det blitt engasjert kalkulator og prosjektutvikler Holter fra Ø. M. Fjeld som har gitt pris på en vanlig plattendekkeløsning. Tabell 6 viser kostnader av et komplett dekke ved bruk av et dekkesystem bestående av plattendekke.

265mm armert betong 14mm parkett med underlag Tildekking og sparkling	1910,- pr kvm eks. mva.inkl. påslag
---	-------------------------------------

Tabell 6: Kostnad for komplett plattendekke

Ved kalde perioder og store snøfall vil det påløpe ekstra kostnader for tetting, fying og måking. Siden plattendekker støpes på byggeplass er de mer utsatt for den slags problemstilling. Materialene og ressursene som brukes for å holde byggeplassen ved like under kuldeperioder, er det totalentreprenør som står for. I tillegg er det vanlig at totalunderentreprenør krever tilleggskostnad i entreprisen på vinterhalvåret. På

referanseprosjektet, Saga Atrium ble dette et tema. I prosjektet krevde Con-Form kr 20 000 - eks mva- i uken kun for håndtering (25). Det inkluderte at de la på snøseil før det kom snø og fjernet seilene om morgenen, flyttet med seg fyringen, og etter støping måtte støpen dekkes. Det kunne resultere i 2-3 mann og en 2-3 timers daglig jobb. Ø. M. Fjeld prøvde å ta det selv i starten, men oppdaget at det ble veldig dyrt.

6.4 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

I moderne tid har HMS blitt et viktig tema i byggebransjen. En absolutt nødvendighet er at det skal være trygt å jobbe i alle ledd av byggeprosessen. Det skal også være en bransje som er bevisst på miljøet og kartlegger miljøskadene for ulike materialer.

Arbeidsoperasjonene for montering av plattendekke skiller seg ikke mye fra monteringen av hulldekker. Det er på lik linje med monteringen av hulldekker vanlig at leverandøren har generelle retningslinjer for sikkerhet. En SJA-plan dekker momenter som bruk av sikkerhetssele, montering av rekkverk, heising og ferdsel på byggeplassen under montering. I tillegg er det vanlig at det gjøres egen SJA-plan for hvert enkelt prosjekt.

Plattendekker kommer fra fabrikk med innstøpt feste for rekkverk, dette gjør monteringen av rekkverkene til en enkel oppgave som gjøres fortløpende. En byggeplass skal ikke forlates før alle dekker er sikret med rekkverk. Under monteringen av plattendekker har mange entreprenører og leverandører opplæring i bruk av line for å sikre montørene. Linen er sikret til et festepunkt nær montøren slik at hvis montøren skulle falle vil linen stoppe fallet. Faremomenter ved dette er at hvis montøren faller ned langt unna festepunktet vil han kunne falle slik at han får en sving og kan treffe nærliggende konstruksjoner. Selvaagbygg har valgt å bruke et system hvor linen er festet i to punkter (27). Dette gjør at fall lengden blir tilnærmet halvert og linen vil strammes tidligere enn ved ett feste. Et fall på en etasjes høyde kan være fatalt, så viktigheten av sikkerhet skal ikke undervurderes.

Montering av plattendekker stiller større krav til mannskapsorganisering. Det er flere aktører som må inn å gjøre arbeid med dekket under montering. Dette fører automatisk til flere risikomomenter både for HMS og utsettelse. Dette krever bedre planlegging og koordinering under prosjekteringsfasen, samt informering av arbeidere i oppstart i monteringsfasen. Alle arbeidere på en byggeplass uansett fag skal være innforstått med de sikkerhetsmessige regler og tiltak på et gitt prosjekt.

7. DATAGRUNNLAG

Plattendekke og hulldekke har både fordeler og ulemper. I dette kapitlet skal dataen innhentet i løpet arbeidet med bacheloroppgaven presenteres. Dataen er innhentet fra intervjuer med ansatte i:

- JM Norge AS – Totalentreprenør og boligutvikler
- Phi-Kon AS – Rådgivende konsulent
- Ø. M. Fjeld AS - Totalentreprenør
- Ø. M. Fjeld utvikling AS - Boligutvikler
- Contiga AS – Råbyggentreprenør og produsent av blant annet plattendekker
- Con-Form Oslo AS – Råbyggentreprenør og produsent av blant annet hulldekker
- Betongmast Selvaagbygg - Totalentreprenør

De som er intervjuet i denne oppgaven, har stillinger som prosjektledere, anleggsledere, konstruktører, salgsjefer, arkitekt og fagansvarlig. Det har vært viktig å få datagrunnlag fra alle deler av byggebransjen. Ved å intervjuer ulike entreprenører, leverandører, konstruktører og arkitekter var målet å oppnå en helhetlig vurdering av dekkesystemene.

7.1 HULLDEKKE

	Tid	Kvalitet	Økonomi	HMS
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> - Rask montering - Rask fremdrift 	<ul style="list-style-type: none"> - Mulighet for lange spenn - slipper forskaling, armering og mindre støping - Lav vekt på komplett dekke 	<ul style="list-style-type: none"> - Lav rigg- og driftkostnader - Mindre vinterkostnader 	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre mannskapsorganisering på byggeplass
Ulemper		<ul style="list-style-type: none"> - Umulig å støpe innføringer eller komponenter i dekket - Dårlig på utkragning og utsparinger - Sprang, finish og fuger for hver 1,2 meter - kreves mer oppbygging for å tilfredstille lydkravet 		<ul style="list-style-type: none"> - Tunge elementer

Tabell 7: Fordeler og ulemper for hulldekke i henhold til påvirkningsfaktorene

7.1.1 FORDELER

- Lav vekt på komplett dekke

Et komplett hulldekke har mindre vekt enn et kompakt betongdekke inkludert plattendekke. Ved et lettere dekke som etasjeskiller, kan dette føre til en mindre fundamentering eller færre antall peler. Dette kan føre til at man kan benytte seg av en mindre komplisert fundamenteringsløsning. Kanskje mulighet for kompensert fundamentering.

- Rask montering -> fremdrift -> mindre riggekostnader

Hulldekker er raskere å montere da det ikke er behov for stempling og understøtte. Man slipper ulempen av at stempling må stå igjen i etasjene under dekket, som forhindrer arbeid fra andre aktører i de respektive etasjene. Dette fører igjen til redusering av rigg- og driftskostnader gjennom en kortere montasjetid.

- Mulighet for lange spenn

Hulldekker kan ha lengre spenn en plattendekker som gjør at elementene er mer fleksibel når det gjelder bruksområdet til elementene. Ved lengre spenn kan man få store og gode åpne arealer uten søyler og vegger. Noe som er aktuelt for parkeringskjellere og næringsarealer.

- Slipper forskaling, armering og mindre støping

Når hulldekket blir levert og montert på en byggeplass, er det så og si ferdig. Det eneste man trenger å gjøre før kompletteringsarbeidet av oppbyggingen på overside og underside av dekket, er å fugestøpe og gjøre dekket til en stiv skive. Man slipper å vente på at armering skal leveres og monteres før man støper dekket.

- Mindre vinterkostnader

Mindre støping på byggeplass som gjør at konsekvensene av kuldeperioder ikke har så stor innvirkning på kostnader. Raskere å få et tett bygg slik at kostnadene ved rigg og drift blir mindre.

- Mindre mannskapsorganisering på byggeplass

Ettersom man slipper å armere og støpe store arealer på byggeplass, så har man færre arbeidere ute på byggeplassen.

7.1.2 ULEMPER

- Umulig å støpe ting i dekket

Sprinkler, elektropunkter eller vannrør kan ikke støpes inn i dekket slik det bli gjort med plattendekker, og man må da enten ha en nedforet himling eller innkasse langs vegg.

- Dårlig på utsparinger

Det kreves nøye planlegging og det kan bare bli gjort relativt små utsparinger i dekket. Dette i et helt element da man ikke kan kappe for mange spenntau i hulldekket. Ved sjakter og større utsparinger må man ha egne opplegg for hulldekket og tilpasningselementer der det er behov for det. Hulltagning må bli utført igjennom kanaler.

- Dårlig på utkragning

Et hulldekke element kan maks utkrages med 1 meter, men da må man gjøre noen tiltak. Ved utkragning med hulldekke vil man også få et kuldebro problem, og man må da pakke inn undersiden med isolasjon, så en generell regel er at utkragninger med hulldekke ikke er gunstig. Ved bruk av balkonger og svalganger blir det oftest brukt skråstag. Dette forutsetter etablering av et bæresystem eller forsterkninger i yttervegg, som muliggjør innfestningen av skråstagen. Slik at ved bruk av balkonger og svalganger så trengs det et ekstra bæresystem.

- Sprang og finish

Ved forskjellige spennlengder kan det være en utfordring med hulldekker, ettersom man har et krav på maks 5mm sprang. Man får også en litt mer rufsete v-fuge og underside i forhold til plattendekker. Man har flere antall fuger ettersom elementene har en bredde på 1,2 meter i forhold til plattendekke som har 2,4 meter. Dette er en ulempe i forbindelse med det estetiske ved dekket.

- Tunge elementer

Sikringsarbeidet når man løfter hulldekke er veldig viktig da man løfter såpass tunge elementer. Konsekvensene ved feil er større enn hos plattendekke.

7.2 FORDELER OG ULEMPER VED PLATTENDEKKER

	Tid	Kvalitet	Økonomi	HMS
Fordeler	- Flere elementer pr. billass	- Tekniske føringer - Hulltagning og utsparinger - Sprang og finish - Enkelt å støpe inn komponenter - Enkelt å tilfredsstillende lydkrav - Bedre løsninger for utkragninger		- Lett element ved montering
Ulemper	- Monteringstid - Stempling	- Spennlengde	- Vinterkostnader - Rigg- og driftkostnader	- Stempling kan føre til en litt "uryddig" arbeidsplass

Tabell 8: Fordeler og ulemper for Plattendekke i henhold til påvirkningsfaktorene

7.2.1 FORDELER

- Tekniske føringer

Siden plattendekket fra fabrikk kommer som et 50/60mm tykt element, støpes det opp til komplett dekke. Dette gir mulighet for å legge tekniske føringer som sprinkelanlegg, elektriske føringer og rør for rørlegger. I tillegg kan plattendekket bestilles med innstøpte elbokser og sprinkelhodefester. Det gir en fleksibilitet som ikke kan oppnås med hulldekker og man oppnår en større ferdiggrad.

- Hulltagning og utsparinger

Plattendekker er fleksibelt med tanke på endringer av utsparinger og hulltagninger. Det er sjelden problematisk fordi det generelt er mye armering i dekkene og mindre utsparinger vil ikke være skadelig for å dekket.

- Sprang og finish

Brede elementer med få fuger og en glatt underside gjør at plattendekket har et penere estetisk resultat i forhold til hulldekkene. Det vil også kreve mindre etterarbeid (maler arbeid). Spranget mellom elementene blir mindre fordi dekket føres sammen til en sammenhengende konstruksjon i forhold til hulldekker som i større grad er enkelt elementer. Dette selv om de er fugestøpt

- Stabilt bæresystem, toveisvirkning

Statikken for plattendekker er tilnærmet lik plassbygde konstruksjoner. Dette gir et kompakt bæresystem med god forankring mellom konstruksjonsdelene. Elementene ligger så tett og har så god forankring at dekket kan dimensjoneres som et toveissystem. En toveisbetraktning gir teoretisk sett en fastere konstruksjon. Istedenfor å regne dekket som en bred bjelke med to oppleggspunkter, regnes det som en flate med oppleggsrande rundt hele flaten. Med toveissystemer blir armeringsmengden redusert og mindre nedbøyning enn ved et enveissystem. Dimensjoneringen gjøres som regel ved bruk av elementmetoden og krever en avansert programvare.

- Lett element ved montering

Håndtering under monteringsfasen er enklere med et lettere element.

- Enkelt å tilfredsstille lydkrav

For en etasjeskiller komplett med plattendekker varierer tykkelsen av massiv betong mellom 250-270mm. I overkant er det vanlig å bruke en trinnlydisolerende underlagsmatte for parkett med 2-3mm tykkelse. Summen av dette gir en etasjeskiller som tilfredsstiller lydkrav C for boliger. Hos samtlige aktører i intervjuet ble det trukket fram at plattendekke med tynn lydisolasjonsmatte ivaretar lydkravene. Dette er en løsning med etterprøvde lydtester.

- Bedre løsninger for utkragning

Plattendekke kan benytte seg av isokorbbløsninger for balkonger og svalganger. Isokorbbløsninger ivaretar kuldebroproblematikken og fører til at man bruke utkragede betongelementer på inntil ca 2 meter. Det behøves da ikke egne bæresystemer slik som ved bruk av hulldekker.

- Flere elementer pr. billass

Plattendekker er lette ved transportering som fører til flere elementer pr. billass. Dette er en fordel da man kan benytte seg av færre transportbiler som kan minske tid og transportkostnader.

7.2.2 ULEMPER

- Monteringstid

Fordi plattendekker må heises opp, armeres og støpes i forhold til hulldekker som kun heises og støpes i fugene vil selve monteringsstiden være lenger. I tillegg er plattendekker mer eksponert for forsinkelser enn hulldekker. Noe som betyr at man er mer avhengig av at armering, betongbil kommer til tidsnok, samt kulde/snøperioder som kan gjør det umulig å støpe.

- Stempling

Det er et stort sprang i entreprenørenes meninger på når stemplingene kan fjernes. Noen mener at de fjernes med 2-3 etasjer mellomrom, mens andre mener 4 eller 5. Å utføre innvendig arbeid mens stemplingene er oppe, er krevende og gjøres sjelden.

- Spennlengde

Plattendekker har en begrensning på spennlengden på 10m, og de må i tillegg forspennes. I de fleste boligprosjekter med spenn rundt 7,3 meter er ikke dette problematisk. I boligprosjekter der det er næringslokale i første etasje som skal ha få synlige søyler, kan det være en utfordring dersom spennet er 10m eller lengre.

- Vinterkostnader

Siden plattendekker trenger et påstøp som må støpes på byggeplass vil monteringen uansett være eksponert for kuldeperioder og snøfall. Det er ikke uvanlig at støping av dekke må utsettes på grunn av kulde eller mye snø. For å forebygge mot forsinkelser tettes

bygget og det fyres innvendig. Det må i tillegg måkes snø. I de fleste tilfeller er det entreprenøren som står for kostnadene som påløper av vinter- og kuldeforebyggingen. Kostnadene for tetting, fyring og arbeidstimer brukt til snømåking kan påføre betydelige kostnader. I referanseprosjektet på Saga Atrium måtte Ø. M. Fjeld betale rundt 20 000kr per uke til Con-Form kun for håndtering (25). Propan for fyring kom i tillegg. Ved montering av yttervegg samtidig med bæresystemet, vil det være mulig å ta ut litt gevinst med tetting for fyring i underkant av dekket.

8. PLATTENDEKKE VS HULLDEKKE

Tidligere i oppgaven er hulldekker og plattendekker beskrevet hver for seg fra et objektivt perspektiv. I denne delen av oppgaven skal plattendekke og hulldekke settes opp i mot hverandre, diskuteres og studeres for å se i hvilke tilfeller det er gunstig å bruke det ene dekket framfor det andre. Dette med grunnlag av de fordelene og ulempene som er beskrevet i det forrige kapittelet. Datainnsamlingen ble utført i løpet av februar 2016 og tidspunkter for intervjuene ligger i vedlegg 1. Disse intervjuene ligger til grunn ved diskusjonen valget mellom hulldekke eller plattendekke.

8.1 TID

En forutsetning som taler for hulldekke er en raskere byggetid. Hulldekker monteres med mindre etterarbeid før man har grunnlaget for etasjeskilleren. Ved bruk av plattendekke monteres plattendekkene, forskales, armeres og tekniske føringer legges, før en komplett støp. Dette er mer arbeidskrevende og det kreves en god planlegging av arbeidsoperasjonene som skal bli gjort av de forskjellige aktørene. Plattendekker er også i større grad utsatt for forsinkelser, fordi det er flere faktorer som spiller inn i oppbygningen av ”rådekke”. Hvis eksempel armeringsleveransen er forsinket vil dette skape kø i andre arbeidsoperasjoner. Et motargument er at det krever mer tid med kompletteringsarbeidet av hulldekket ettersom hulldekke krever mer oppbygging for å ta lydkravet på henholdsvis 55 db for luftlydisolasjonen og 53 db for trinnlydnivået. Men ettersom hulldekke slipper stemping vil dette føre til at kompletteringsarbeidet kan starte tidligere. Så totalt sett vil en etasjeskiller bestående av et hulldekkesystem kunne ha en raskere byggetid.

8.2 ØKONOMI

Kostnader benyttet i denne oppgaven er oppgitt av Fremming (22) fra Contiga, Ivarsson (24) fra Con-Form, samt Holter (epost 07.04.2016) som har kalkulert kostnader ved preaksepterte løsninger for platten- og hulldekke. Tabell 9 viser rene kostnader uten å ta hensyn til tilpasningselementer.

Aktivitet	Hulldekke [kr/m ²]	Plattendekke [kr/m ²]
Produksjon og prosjektering	335	350-400
Montering	200	400
<u>Total</u>	<u>535</u>	<u>750-800</u>

Tabell 9: Kostnader for hulldekke og plattendekke ved prosjektering, produksjon og montering

Hvis man ser på kostnader ved prosjektering, produksjon og montering av hulldekke og plattendekke, er hulldekke et rimeligere dekke med en minsket kostnad på 28,6-33,1% av plattendekke. Da har man ikke medtatt kostnader ved oppbygning av dekkene for å ta lyd og brannkravene.

Dekkeoppbygning	Kostnader
HD200 <ul style="list-style-type: none"> - 200mm hulldekke - 30mm trinnlydplate - 50mm sparkling for gulvvarme - 14mm parkett med underlag tildekking - sparkling og maling underside - Inkludert innkassing sprinkler 	<u>Kr. 1927 ,- pr m2 eks mva. inkl. påslag</u>
HD265 <ul style="list-style-type: none"> - 265mm hulldekke - 30mm trinnlydplate - 50mm sparkling for gulvvarme - 14mm parkett med underlag tildekking - sparkling og maling underside - Inkludert innkassing sprinkler 	<u>kr. 2039 ,- pr m2 eks mva. inkl. påslag</u>
Plattendekke <ul style="list-style-type: none"> - 250mm armert betong - 15mm avrettningsmasse - 14mm parkett med underlag - tildekking og sparkling 	<u>kr 1910 ,- pr m2 eks mva. inkl. påslag</u>

Tabell 10: kostnader av komplett hulldekke og plattendekke

Kostnadene ved komplettdekke er ikke så forskjellig om man benytter seg av platten- eller hulldekke som etasjeskiller i boligprosjekter. Totalkostnadene av hulldekke og plattendekke er dermed ikke så utslagsgivende i valget av dekkeløsning. Det ligger flere aspekter til grunn enn bare kvadratmeter prisen av dekket, og de avgjørende kostnadene er som regel prosjekt- og markedsorientert. Et argument for å bruke plattendekker vs hulldekker er at hulldekker har en tendens til å benytte seg av mye stål i bæresystemet. Stålprisen i dag er relativt høy (30), men ettersom bæresystemet i boligprosjekter er relativt like uavhengig av dekket ved at man benytter leilighetskillende vegger av betong er ikke dette så utslagsgivende på totalkostnaden.

Vinterkostnader har også en vesentlig betydning for kostnadene som påløper ved bruk av plattendekke som etasjeskiller. Plattendekke må ha mer påstøp over større arealer enn hos hulldekke, og det er da kritisk at bygget tildekkes slik at man kan støpe ut de arealene som trengs. Dette fører også til at plattendekke kan få større rigg- og driftskostnader da det tar lengre tid å få et tett bygg ved kuldeperioder. Dette hvis råbyggfasen pågår i vinterhalvåret og man ikke benytter seg av ytterveggselementer.

8.3 KVALITET OG HMS

Fra intervjuene er det en samlet oppfatning av at plattendekker tilbyr noen kvaliteter som ikke hulldekker har. Muligheter som å ha el. punkter i dekket uten å lekte ned himling og man unngår innkassing av sprinkelanlegg og tekniske føringer. Finish på underside av dekke vil bli penere med plattendekker på grunn av overhøyde, sprang og halvparten så mange fuger som hulldekker. Flexibiliteten rundt utsparinger og hulltagninger er også mye bedre for plattendekker enn for hulldekker. De fleste problemene med utsparinger kan forebygges med god planlegging og god kommunikasjon med andre fag. Det vil alltid være risiko for sene leveranser og uoverensstemmelser mellom fagene. Hulldekker er derimot bedre på spennlengder enn plattendekker. I boligprosjekter med næringslokale i første etasje vil det være mer krevende å få et plattendekkesystem til å passe kravene i et næringslokale. Et næringslokale ønsker minst mulig søyler og bærende betongvegger. For hulldekker vil dette være lettere da spennlengden kan være lengre. Totalt sett er det enklere å få en estetisk god løsning med plattendekker.

Helse, miljø og sikkerhet er relativt likt for begge dekke typene. Begge dekkene krever kran for montering og sikkerhet ved løft av elementene er likt. Det kan trekkes frem at hulldekker er litt tyngre ved montering og trenger da en litt annen løfte "teknikk" ved at det brukes sikkerhetskjetting i tilfelle utlaminering. Under montering av de første elementene i en ny etasje kan det oppstå bevegelse i konstruksjonen. Dette fordi det ikke er montert mange nok elementer til at det blir en stiv konstruksjon. Gjelder stort sett for hulldekkonstruksjoner med stålsøyler og stålbjelker. Stemplingen som benyttes ved bruk av et plattendekkesystem kan føre til en "uryddig" byggeplass. Videre er det ikke så stor forskjell på hulldekker og plattendekker når det kommer til helse, miljø og sikkerhet.

8.4 VEKT OG LAST

Fundamenterings betydning varierer med grunnforholdene i et prosjekt. I prosjekter der det er sandgrunn eller områder med kort avstand til fjell vil man kunne ha et tungt bygg med store laster uten at det vil påføre mye ekstrakostnader for fundamenteringen. Derimot i prosjekter på leiregrunn der det er langt til fjell, vil det være store kostnader å pele til fjell/friksjonspeling. I slike prosjekter er det vanlig å vurdere ulike bæresystemer og materialer for å finne den billigste løsningen for totalkostnaden av prosjektet. I disse tilfellene spiller vekten av dekket en vesentlig rolle for totalvekten av bygget.

Tabell 11 viser dekkensystemenes last og brukslasten (21) for boligprosjekter. Tabellen tar utgangspunkt i dekkeoppbygningene som er brukt tidligere i tabell 1 og 6.

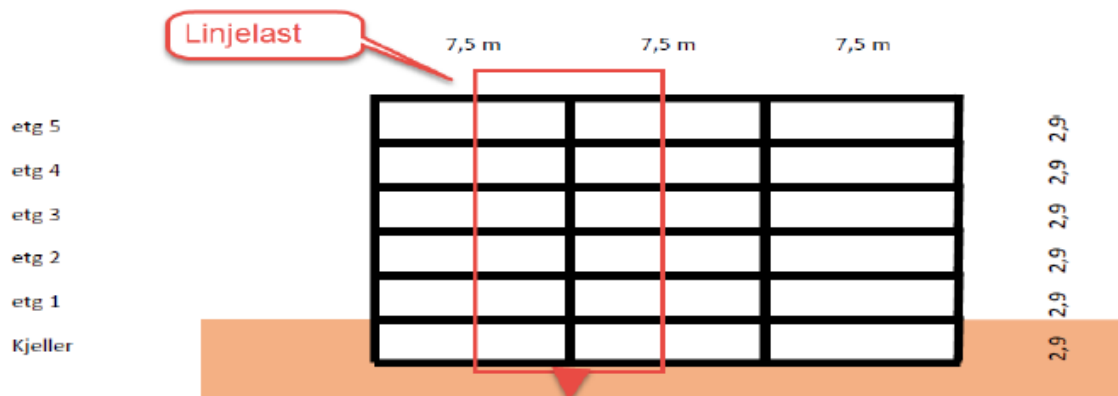
Etasjeskiller	Vekt per m2 Last per m2	Nyttelast for boliger	Samlet last fra dekket
Plattendekke	<u>6,55kN</u> <u>665,5 kg</u>	2.0 kN/m2	8,55kN
Hulldekke	<u>3,85 kN</u> <u>392,66 kg</u>	2.0 kN/m2	5,85kN
Differanse (vekt / % av plattendekke)	2,8kN / 42 % 285 kg / 42%	0	2,8kN / 33%

Tabell 11: Sammenligning av vekt og laster hos plattendekke og hulldekke

Ser man på vekten av bare etasjeskilleren og brukslasten alene vil man få en 33% lettere etasjeskiller med hulldekker. Skal man få et realistisk bilde av den lasten som hulldekke og plattendekke representerer i et boligprosjekt må man se på den sammensatte vekten av bygget.

8.4.1 DEKKETS PÅVIRKNING PÅ FUNDAMENTERING

For å få et helhetlig bilde av hvordan vekten av dekket påvirker den dimensjonerende lasten som blir ført ned til grunnen, har vi utarbeidet et eksempel av et boligprosjekt i 5 etasjer med hulldekke vs plattendekke. For å få representative tall i forhold til den realistiske vekten av bygget, er det medtatt generell vekt av innervegger og innredning. Eksempelet tar for seg et utdrag av et fiktivt prosjekt i Lørenskog og er beregnet i forhold til en leilighet med en bredde på 7,5 meter, hvor stripelasten fra en leilighetskillende vegg er ført helt ned i grunnen. Beregningene er utført ved bruk av Excel i vedlegg 2.



Figur 14: Et fiktivt prosjekt i Lørenskog

Resultatene av beregningen tilsier at man vil få en lastreduksjon på ca 20% ved bruk av hulldekker vs plattendekker. Dette kan være svært viktig ved valg av fundamenteringsmetode og kostnadene ved selve fundamenteringen. Kanskje spesielt viktig der hvor man søker å fundamenterer ved hjelp av kompensert fundamenteringsmetode. Det vil si der hvor vekten av utgravede masser skal være mest mulig likt vekten av det tilførte nye byggverket.

9. KONKLUSJON

Gjennom denne oppgaven blir det konstatert at det er mange variable som må tas hensyn til når man vurderer å bruke hulldekke eller plattendekke i større boligprosjekter. Faktorene kan ha forskjellig betydning fra entreprenør til entreprenør, og prosjekter kan variere i stor grad. Gjennom arbeidet med oppgaven så tenkte vi at HMS ville ha en større innvirkning på valget av dekkessystem. Det viste seg derimot at de sikkerhetsmessige tiltakene under montering er tilsvarende likt. Markedsmessige faktorer er også viktig. Dersom hulldekkeleverandørene eller plattendekkeleverandørene har få eller mange oppdrag, vil prisen påvirkes. Det er dermed vanskelig å ha et konkret konkluderende svar på hvilket dekkessystem som er best å bruke til enhver tid. Ut i fra de sammenligningene som har blitt gjort opp imot påvirkningsfaktorene, kan det konkluderes med at de underliggende påstandene kan være gode retningslinjer for valget mellom plattendekke og hulldekke i større boligprosjekter.

- 1) I prosjekter der man har vanskelige tidsbegrensninger for ferdigstillelse vil et alternativ der man benytter seg av et hulldekkessystem kunne være fordelaktig. Dette spesielt ved utførelse i vinterhalvåret.
- 2) I prosjekter der grunnforholdene er dårlige og fundamenteringen blir kostbar vil hulldekker bidra til en lettere konstruksjon. Dette vil kunne føre til innsparinger i fundamenteringskostnadene sammenlignet med bruk av plattendekker
- 3) I prosjekter der man har en god tidsramme for ferdigstillelse og fundamenteringen er lite komplisert kan valget i større grad bestemmes ut i fra estetikk, kvalitet og tilpasningsdyktighet. Her vil et plattendekkesystem i de aller fleste tilfeller foretrekkes.

I tillegg kan det nevnes at noen entreprenører baserer valget av dekkessystem på sine erfaringer med systemet. Det er vanlig å ha egne betongarbeidere, og da vil det være fordelaktig å sysselsette dem og ivareta fagkompetansen som igjen skaper verdier for entreprenøren. Det vil man normalt kunne gjøre med plattendekker slik at man slipper å “outsource” oppføringen av råbygget til en underentreprenør.

9.1 VIDERE ARBEID

I denne oppgaven har vi tatt for oss tid, kvalitet, økonomi og HMS, som er avgjørende faktorer ved valget av dekkesystem i boligprosjekter. Andre aspekter som kan være av interesse for videre arbeid utover denne problemstillingen, er bruk av livsløpsanalyse og modulenheter.

Modulenheter er ett byggesystem som nå har kommet inn på markedet i fleretasjers boligbygg de siste årene. Dette er moduler som oftest bestående av utelukkede trekonstruksjoner og gips. Disse har en stor ferdiggrad og markedet er i stor grad preget av import fra lavkostland. Det har blitt mulig å benytte disse til bygg i svært høye etasjer delvis i kombinasjon med separat bærekonstruksjon i f. eks limtre. Man får ofte en lavere kostnad på en ferdig leilighet, men kvaliteten har vært omstridt. Det kunne vært interessant å sammenlikne bruken av modulenheter i større boligprosjekter opp mot plasstøpt- eller prefabrikkert betong prosjekter.

Bærekraftighet er et viktig tema i byggebransjen og det kunne vært interessant å evaluere miljømessige konsekvenser knyttet til hulldekkesystem og plattendekkesystem. Ved å utføre en livsløpsanalyse så kan man sammenligne energi- og materialforbruk, samt avfall og forurensninger som disse dekkene påfører miljøet. En slik analyse vil ta for seg hele livssyklusen til dekkene fra råmaterialer, produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold og resirkulering. Man vil da få en forståelse av konsekvensene dekkene påfører miljøet.

LITTERATURLISTE

1. Delphin ILA. *Betong-historie*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/betong/historie> [hentet 28 mars 2016].
2. Øyvind S. *Byggende krefter*. Entreprenørenes Landssammenslutning; 1985
3. Ø.M. Fjeld. *Om Ø. M. Fjeld*. Tilgjengelig fra: <http://omfjeld.no/om-omf> [hentet 13. mars 2016].
4. Kongsvinger. *Dr Juells Park*. Tilgjengelig fra: <http://djpark.no/home-version-18/prospekt/> [hentet 5 februar 2016].
5. Jessheim byutvikling AS. *Saga Atrium*. Tilgjengelig fra: <http://www.sagabyen.no/#!prospekt/c1f0g> [Februar 2015; 5 februar 2016].
6. Hveem S. *Unngå byggskader* Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/artikkel-05-10-byggaktuelt.pdf> [hentet 4. april 2016].
7. Aker Byggteknikk. *Vannbåren gulvvarme med selvutjevne gulvmasse*. Tilgjengelig fra: <http://aker-byggteknikk.no/wp-content/uploads/2015/09/A-plan-vannbåren-gulvvarme-med-selvutjevne-gulvmasse.pdf> [hentet 8. april 2016].
8. Direktoratet for arbeidstilsynet. *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)*. Tilgjengelig fra: <http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=209629> [April 2014; 15 April 2016].
9. Ø.M. Fjeld. *Dr Juells Park*. Tilgjengelig fra: <http://omfjeld.no/dr-juells-park-2> <http://www.sagabyen.no/#!prospekt/c1f0g> [hentet 2. mai 2016].
10. Dekkesystemer. *Hulldekker*. Tilgjengelig fra: <http://dekkesystemer.no/hulldekker/> [hentet 8. mars 2016].
11. Nor element. *Hulldekke*. Tilgjengelig fra: http://www.norelement.no/?page_id=82 [hentet 8.mars 2016].
12. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. *Egenvekt av bygningsmaterialer*. Tilgjengelig fra: <http://www.dsb.no/nn/Rettskilder/Regelverk/Oppslagsverket/3906/3907/602/2/6162/6163/6164/> [hentet 8. mars 2016].

13. Silseth MK. 471.031 *Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. Tilgjengelig fra:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=215>
[hentet 19 mars 2016].
14. Meløysund V. 471.041 *Snølast på tak. Dimensjonerende laster*. Tilgjengelig fra:
<https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=216§ionId=2>
[14 april 2016].
15. Standard Norge ved komité SN/K 251. NS 8407:2011. *Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser*. Oslo: Standard Norge; 2011
16. Standard Norge ved komité SN/K 233. NS 8417:2011. *Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalunderentrepriser*. Oslo: Standard Norge; 2011
17. Alexander S. *Betongelementboken*. Tilgjengelig fra:
<http://www.betongelement.no/betongbok/default.asp> [26 februar 2016].
18. Gundersen P. *Lavtemperatur i varmeanlegg*. Tilgjengelig fra:
https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/prosjekt_rapport337.pdf [hentet 23 april 2016]
20. Direktoratet for byggkvalitet. *Byggteknisk forskrift (TEK 10)*. Tilgjengelig fra:
<https://www.dibk.no/no/byggeregler/tek/> [hentet 2 april 2016]
21. Standard Norge. NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008. *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-1: Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger*. Oslo: Standard Norge; 2008.
22. Fremming HE. Salgssjef. Personlig kommunikasjon. 16.02.2016
23. Eng T. Prosjektleder. Personlig kommunikasjon. 16.02.2016
24. Ivarsson E. Prosjektleder. Personlig kommunikasjon. 17.02.2016
25. Korbøl KA. Anleggsleder. Personlig kommunikasjon. 17.02.2016
26. Graaff P. Rådgivende ingeniør bygg. Personlig kommunikasjon. 22.02.2016
27. Solheim T. Konstruksjonssjef. Personlig kommunikasjon. 24.02.2016
28. Vangen K. Rådgivende ingeniør bygg. Personlig kommunikasjon. 24.02.2016
29. Brudvik G. Prosjektleder. Personlig kommunikasjon. 25.02.2016
30. Stenshall T. Prosjektleder. Personlig kommunikasjon. 25.02.2016
31. Bjerke S. Prosjektleder. Personlig kommunikasjon. 25.02.2016
32. Nedregotten PK. Prosjektsjef. Personlig kommunikasjon 26.02.2016

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Oversikt over intervjuer

Vedlegg 2 – Lasteksempel hulldekker vs plattendekker

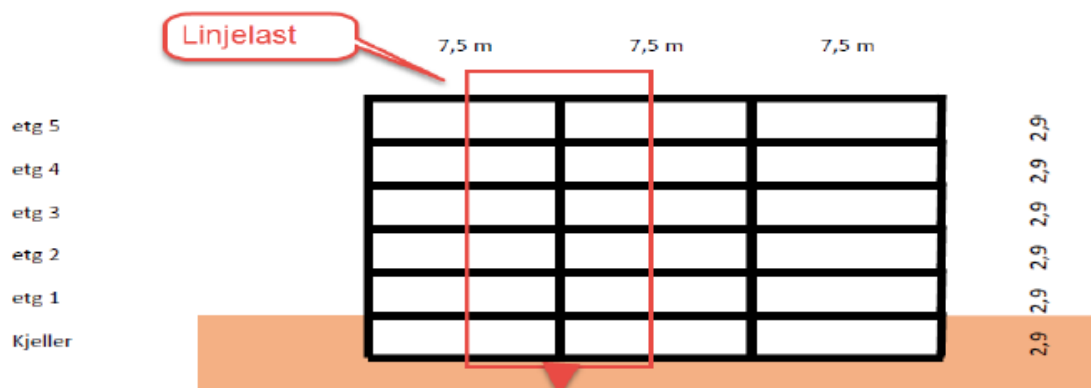
VEDLEGG 1 – OVERSIKT OVER INTERVJUER

Tidspunkt	Kilde	Bedrift	Stilling
16.02.16	Hans Erik Fremming	Contiga AS	Salgssjef
16.02.16	Trond Eng	Ø. M. Fjeld AS	Prosjektleder
17.02.16	Emil Ivarsson	Con-form AS	Prosjektleder
17.02.16	Kjell Arild Korbøl	Ø. M. Fjeld AS	Anleggsleder
22.02.16	Paul de Graaff	Phi Kon AS	RIB
24.02.16	Tore Solheim	Betonmast Selvaagbygg	Konstruksjonssjef
24.02.16	Kjetil Vangen	Betonmast Selvaagbygg	RIB
25.02.16	Gudmund Brudvik	JM Norge	Prosjektleder
25.02.16	Tormod Stenshall	JM Norge	Prosjektleder
25.02.16	Svein Bjerke	JM Norge	Prosjektleder
26.02.16	Petter Knut Nedregotten	Ø. M. Fjeld Utvikling AS	Prosjektsjef

Intervjuene ble tatt opptak av og senere renskrevet til skriftlige dokumenter. Av hensyn til intervju objektene og mengden informasjon ble det besluttet, sammen med veileder og oppdragsgiver, og ikke publisere intervjuene som vedlegg. Dokumentene er lagret på egen minnepenn og dersom noen har interesse av å lese intervjuene så må de ta kontakt med en av grupped medlemmene.

VEDLEGG 2 – LASTEKSEMPEL HULLDEKKER VS PLATTENDEKKER

Lasteksempel Hulldekker vs Plattendekker



Hulldekk komplett	= 3,85 KN/m ²
Plattendekke komplett	= 6,65 KN/m ²
Brukslast bolig	= 2,00 KN/m ²
250 mm gulv på grund	= 6,25 KN/m ²

Vekt 200 mm betongvegg (Armert betong 25 kn/m³ (sintef))

Egenlast	tykkelse	høyde	stripelast
25 kn/m ³	0,20 m	2,90 m	14,50 KN/m

Snølast Lørenskog

SK ₁₀	4,00 KN/m ²
Hg	250,00 m
ΔSK ₁₀	1,00 KN/m ²
SK ₁	6,50 KN/m ²

Antart byggested ligger ved kommunesenter slik at n=0

Sk=	SK ₀ +n*ΔSK ₁₀	= 4,0 + 0 * 1,0	= 4,00 KN/m ²
S=	SK*μ ₁	= 4 * 0,8	= 3,20 KN/m ²

Tak

HD 265 med 350mm isolasjon og papptekking: = 4,40 KN/m²

Har brukt HD265 da det har vært problemer med variabel last og nedbøyning. Dette har ført til variabelnedbøyning og riss/knusing av gips i overganger tak/vegg på lettvegger midt i felt.

250 mm massivbetong 350 mm isolasjon: = 6,90 KN/m²

Innervegger

Innervegg av 98mm *36mm c/c 0,6 gips begge sider: = 0,40 KN/m²
Forutsetter en m² innvegg pr m² gulvflate

Innredning

Kjøkken/bad etc - Forutsetter = 0,60 KN/m²

HULLDEKK SOM ETASJESKILLER

Egenlaster

Hulldekk komplett	= 3,85 *7,5	= 28,88 KN/m
200 mm betongvegg		= 14,50 KN/m
HD265 + 350 iso + tekking	4,4*7,5	= 33,00 KN/m
Innervegg	0,4*7,5	= 3,04 KN/m
Innredning	0,6*7,5	= 4,56 KN/m
Gulv på grunn	6,25*7,5	= 46,88 KN/m

Nyttelaster

Brukslast	2,0*7,5	= 15,00 KN/m
Snølast	3,2*7,5	= 24,00 KN/m

5 etasjers bygg + kjeller

HD komplett	= 28,88 KN/m	5 etg	= 144,38 KN/m
Betongvegg	= 14,50 KN/m	6 etg	= 87,00 KN/m
HD 265 + iso og tekking	= 33,00 KN/m	1 etg	= 33,00 KN/m
Innervegger	= 3,04 KN/m	5 etg	= 15,20 KN/m
Betonggulv 250mm	= 46,88 KN/m	1 etg	= 46,88 KN/m
Innredning	= 4,56 KN/m	5 etg	= 22,80 KN/m

Egenlast ned på grunn		= 349,25 KN/m
Lastfaktor		1,2

Egenlast i bruddgrense = 419,10 KN/m

Brukslast	= 15,00 KN/m	6 etg	= 90,00 KN/m
Snølast	= 24,00 KN/m	1 etg	= 24,00 KN/m

Nyttelast		= 114,00 KN/m
Lastfaktor		1,5

Nyttelast i bruddgrense = 171,00 KN/m

Totallast i bruddgrense Løsning med HD = 590,10 KN/m

PLATTENDEKKE SOM ETASJESKILLER

Egenlaster

Plattendecke komplett	6,65 *7,5	= 49,88 KN/m
200 mm betongvegg		= 14,50 KN/m
250 dekke + 350 iso + tekking	6,9*7,5	= 51,75 KN/m
Innervegg	0,4*7,5	= 3,04 KN/m
Innredning	0,6*7,5	= 4,56 KN/m
Gulv på grunn	6,25*7,5	= 46,88 KN/m

Nyttelaster

Brukslast	2,0*7,5	= 15,00 KN/m
Snølast	3,2*7,5	= 24,00 KN/m

5 etasjers bygg + kjeller

Plattendecke komplett	= 49,88 KN/m	5 etg	= 249,38 KN/m	
Betongvegg	= 14,50 KN/m	6 etg	= 87,00 KN/m	
250 dekke + 350 iso + tekking	= 51,75 KN/m	1 etg	= 51,75 KN/m	
Innervegger	= 3,04 KN/m	5 etg	= 15,20 KN/m	
Betonggulv 250mm	= 46,88 KN/m	1 etg	= 46,88 KN/m	
Innredning	= 4,56 KN/m	5 etg	= 22,80 KN/m	
<hr/>				
Egenlast ned på grunn			= 473,00 KN/m	
Lastfaktor			1,2	
Egenlast i bruddgrense				= 567,60 KN/m
Brukslast	= 15,00 KN/m	6 etg	= 90,00 KN/m	
Snølast	= 24,00 KN/m	1 etg	= 24,00 KN/m	
<hr/>				
Nyttelast			= 114,00 KN/m	
Lastfaktor			1,5	
Nyttelast i bruddgrense				= 171,00 KN/m
<hr/>				
Totallast i bruddgrense Løsning med betongdekker				= 738,60 KN/m
Totallast i bruddgrense Løsning med betongdekker			= 738,60 KN/m	100 %
Totallast i bruddgrense Løsning med HD			= 590,10 KN/m	80 %

Ved dette eksemplet vil det være en lastreduksjon på ca 20% ved å benytte Hulldekk i forhold til Plattendecker
 Dette kan være svært viktig ved valg av fundamenteringsmetode og kostnadene ved fundamenteringen
 Spesielt viktig ved kompensert fundamentering = vekten av bortkjørte masser er lik vekten av bygget.