



Kompendium TBA4130

Produksjonsledelse i BA-prosjekt

Mengdeberegning og Kalkulasjon

Joakim Wold

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Amund Bruland, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Kompendium TBA4130 Produksjonsledelse i BA- prosjekt. Mengdeberegning og kalkulasjon	Dato: 11.06.2017 Antall sider (inkl. bilag): 132 Masteroppgave
Navn: Joakim Wold	
Faglærer/veileder: Amund Bruland	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:	

<p>Ekstrakt:</p> <p>Rapportstrukturen er ikke som en vanlig Masteroppgave. Selve kompendiet står alene som vedlegg. Oppgaven omhandler utviklingen av et kompendium for mengdeberegning og kalkulasjon.</p> <p>Kompendiet vil ta for seg temaene:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mengdeberegning: Omhandler mengdeuttak ved et regneeksempel.• Kalkulasjon: Omhandler kalkulering av anbud og tilbud til bruk i anbudskonkurranser.• Anbudsprosessen: Prosessen fra anbudsinnbydelse til kontraktinngåelse. <p>Informasjon er samlet gjennom metodene litteratursøk og intervjuer av kalkulatører.</p> <p>Kompendiet er produsert i tråd med øvingen i faget tilknyttet temaet og hva bransjen mener studentene bør lære.</p> <p>Kompendiet konkluderes med å være av god kvalitet, men bør leses igjennom av faglærer før det gis ut til studentene</p>
--

Stikkord:

1. Mengdeberegning
2. Kalkulasjon
3. BIM (bygningsinformasjonsmodell)
4. Anbud

(sign.)

Forord

Jeg tok faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt ved NTNU våren 2016. Faget gav meg stor nytte i form av mer praktisk rettet læring. Da jeg så muligheten til å også skrive prosjekt- og masteroppgave mer rettet mot hvordan bransjen faktisk jobber var ikke valget vanskelig.

Arbeidet som en prosjektoppgave og videreført som masteroppgave. Totalt studiepoeng for denne oppgaven er derfor 37,5 poeng, men prosjektoppgaven er allerede vurdert. Temaene for oppgaven er mengdeberegning og kalkulasjon av nybygg. Oppgavens formål er å skrive en del av et større kompendium som skal hjelpe til å løse øvingsoppgavene i faget.

Takk til professor Amund Bruland for veiledning gjennom to semestre. Jeg vil også rette en takk til alle som stilte opp på intervju og som har deltatt med hjelp til å forme oppgaven. Spesiell takk til Kristoffer Valde som kom med forslag og nødvendig dokumentasjon til mengdeberegningseksempelen.

Trondheim, Juni 2017

Joakim Wold

Sammendrag

Denne oppgaven har produsert 5 kapitler som er ment å brukes i et kompendium i faget *TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt* ved NTNU. Kompendiet kan deles inn i to deler. Kapittel 1 og 2 omhandler mengdeberegning, mens 3, 4 og 5 fokuserer på kalkulasjon og prosessene rundt. Problemstillingen er definert som:

«Utvikle en del av et kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon for faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt.»

Oppgaven er delt i to. En del er et kompendium fordelt på 5 kapitler, som også representerer hoveddelen av resultater og teori. Den andre delen handler om arbeider knyttet rundt utviklingen av kompendiet.

Kompendiet er bygget opp av 5 kapitler:

- Kapittel 1: Mengdeberegning
- Kapittel 2: Mengdeberegning og kalkulasjon i BIM
- Kapittel 3: Anbudsprosessen
- Kapittel 4: Kalkulasjon
- Kapittel 5: Entreprisereformer, kontrakter og standarder

For å innhente informasjon er det brukt litteratursøk og intervju personer fra byggebransjen. Intervjuene ble brukt som supplerende kilder til allerede kjent teori, samt til hjelp i noen deler av mengdeberegningen.

Faget Produksjonsledelse foreleses hovedsakelig av representanter fra næringslivet, med noen forelesninger fra instituttet. Hovedoppgavene for hver øving er:

1. Prosjektervaluering og riggplanlegging
2. Grunnarbeider
3. Plasstøpt betong
4. Mengdeberegning og pristilbud (med innlagt anbudskonkurranse)
5. Framdriftsplanlegging

Denne oppgaven skal dekke øving 4, som omhandler mengdeberegning og pristilbud. Parallelt med denne oppgaven er det skrevet om Rigg og drift. Det betyr at alle øvingstemaene nå skal være dekket og kompendiet kan sammenstilles.

Summary

This masterthesis has produced 5 chapters that are intended to be used as a compendium in the subject TBA4130 – Production management in construction projects at NTNU. The compendium can be divided into two parts. Chapters 1 and 2 deals with mass take-off, while 3, 4 and 5 focus on tender costing and the processes involved. The problem for the thesis is formulated:

«Develop part of a compendium on mass stake-off and tender costing for the subject TBA4130 – Production management in construction projects.»

The thesis is divided into two parts. One part is a compendium with 5 chapters, which also represents the bulk of results and theory. The second part is about the work related to the development of the compendium.

The compendium is made up of 5 chapters:

- Chapter 1: Mass take-off
- Chapter 2: Mass take-off and calculation in BIM
- Chapter 3: The tender process
- Chapter 4: Calculation
- Chapter 5: Contracts and standards

In order to gather information, literature searches and interviews were conducted. The interviews were of key figures regarding the subjects related to the compendium. Interviews were mainly used as additional sources of already-known theory, as well as to assist in the example regarding mass take- off.

The subject Production management is mainly lectured by representatives from the construction industry, with some lectures from the institute. The main subject for each exercise is listed as follows:

1. Project evaluation and rig planning
2. Earthworks
3. Cast in place concrete
4. Mass take-off and tender costing
5. Forward planning

This compendium covers exercise 4, mass take-off and tender costing. In parallel with this thesis, another student has written about rig planning. This means that the compendium is now complete and will be compiled to form the finished compendium.

INNHold

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål.....	2
1.3	Omfang og avgrensning.....	3
1.4	Oppgavens oppbygning	4
1.4.1	Rapportens struktur:	4
1.4.2	Kompendiets struktur:	4
1.4.3	Spesielle forhold.....	5
2	Metode.....	7
2.1	Forskningsmetoder	7
2.2	Metoder for innhentning av data	9
2.2.1	Litteratursøk	9
2.2.2	Intervjuer	12
2.2.3	Forelesninger, øvinger og tidligere kompendium	12
2.3	Kvalitetssikring av data	13
3	Resultater fra intervjuene	15
3.1	Intervjuresultater.....	15
3.2	Konklusjon.....	16
3.3	Tekniske problemer	17
3.4	Intervjuobjekter	17
4	Diskusjon.....	19
4.1	Intervjuer	19
4.2	Oppgavens resultat	19
4.3	Kompendiets gyldighet.....	20
5	Konklusjon	21
6	Videre arbeid.....	23
	Vedlegg A: Intervjuguide.....	27
	Vedlegg B: Kompendium.....	28

Tabell liste

Tabell 1: Noen utvalgte søkeord.	10
Tabell 2: Oversikt over evaluering med TONE-kriteriet [8].....	11

Figurliste

Figur 1: Sammenheng mellom validitet og reliabilitet [6].....	8
---	---

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Oppgaven har bakgrunn fra faget *TBA4130 - Produksjonsledelse i BA-prosjekt*. Emnet er for studenter som går i 4. klasse, og er en del av hovedprofilen Prosjektledelse og anleggsteknikk. Faget baserer seg hovedsakelig på bygninger med bærekonstruksjon av betong, som boliger, kontor- og industribygg. Temaer sentrale for faget er [1]:

- **Planlegging** – riggplan, støpeplan, framdriftsplan.
- **Byggeteknikk** – Plasstøpt og betongelementer.
- **Økonomi** – Kalkulasjon, ressursbruk, kapasitet og kostnader
- **HMS**

Tidligere var vurderingsformen 50% arbeider og 50% eksamen, men ble endret til 100% arbeider i 2016. Arbeidene foregår i grupper og er inndelt i 5 øvinger som avsluttes med en felles rapport for hver gruppe. Faget foreleses hovedsakelig av representanter fra næringslivet, men også noen forelesninger fra instituttet [1]. Hovedoppgavene for hver øving er [2]:

6. Prosjektevaluering og riggplanlegging
7. Grunnarbeider
8. Plasstøpt betong
9. Mengdeberegning og pristilbud (med innlagt anbudskonkurranse)
10. Framdriftsplanlegging

Tidligere kursmaterieell har vært utdrag fra ulike bøker, forelesningsnotater, leverandørinformasjon og deler av kompendiet. Eirik Munkeby startet på et kompendium i 2011 da han var ansatt ved Institutt for bygg, anlegg og transport (BAT), nå Institutt for bygg- og miljøteknikk. Han var vitenskapelig assistent for emnet, som da het *Produksjonsteknikk i bygge- og anleggsprosjekter*. Kompendiet ble ikke fullført fordi det var usikkert om faget skulle fortsette, men Instituttet besluttet å la faget leve videre. I 2013 utlyste instituttet master- og prosjektoppgaver relatert til å skrive deler av et nytt kompendium til faget. Tor Jacobsen tok på seg å skrive om grunnarbeider og plasstøpt betong, som prosjekt- og masteroppgave. Mens Stine Halleraker skrev om fremdriftsplanlegging. For å fullføre kompendiet ble ytterligere to oppgaver utlyst i 2016. Den ene om mengdeberegning og kalkulasjon, den andre om rigg og drift.

Undertegnede tok faget våren 2016, og mener det er et av de beste kursene for fremtidige bygge- og anleggsingeniører. Faget gir et virkelighetsnært bilde av hvordan bygningsbransjen jobber, og oppfyller læringsmålet om at:

«Emnet skal gi studentene grunnleggende kunnskap innen vanlige metoder ved planlegging, kalkulasjon og utførelse av byggearbeider for nye bygninger [1].»

Oppgaven startet som prosjektoppgave høsten 2016, og dens formål var å legge et grunnlag for videre arbeid med kompendiet som masteroppgave våren 2017. Etter avtale med veileder Amund Bruland skulle det skrives så langt som mulig på kompendiet som prosjektoppgave.

Kompendiet er i Vedlegg B.

1.2 FORMÅL

Formålet med oppgaven er å produsere et kompendium som er nyttig for deltakerne til å løse øvingsopplegget. I kontrast til de andre delene av kompendiet er ikke intensjonen at det skal brukes til eksamensforberedelser, da denne vurderingsformen av faget er utgått.

Problemstillingen ble:

«Utvikle en del av et kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon for faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt.»

Det ble ikke laget noen forskningsspørsmål for oppgaven, grunnet den spesielle utformingen. Men i forbindelse med intervjuene ble det spurt om hva de mener nyutdannede mangler av kunnskaper om kompendiets temaer. Dette er mer diskutert i kapittelet om resultater.

1.3 OMFANG OG AVGRENSNING

Siden oppgaven startet som prosjektoppgave, og videreført som masteroppgave, er totalt antall studiepoeng for oppgaven 37,5 poeng. Fra prosjektoppgaven er det ca. 16 sider av kompendiet som er gjenbrukt i masteroppgaven. Samtlige sider handlet om kalkulasjon og informasjon om de viktigste standardene for teamene.

Oppgaven er begrenset til å handle om mengdeberegning og kalkulasjon av nye bygninger med bærekonstruksjon av betong. Anleggs- og rehabiliteringsprosjekter er derfor ikke tatt med, nevnte prosjekttyper er heller ikke en del av faget. Det var også et ønske fra veileder om å inkludere bygningsinformasjonsmodellering (BIM), og hvordan digitaliseringen endrer mengdeberegning.

Fra Øving 4 i faget bes studentene mengdeberegne til tett bygg. Tett bygg er definert som ferdig bæresystem, yttervegger og tak. Ytterveggene skal beregnes til, men ikke inkludert, dampsperre. Det var derfor naturlig å begrense omfanget av kapittelet om mengdeberegning til samme detaljeringsnivå. I tillegg ble det satt opp en tabell for arbeider som kreves for å ferdigstille et lite område av bygningen, lignende som i øvingsopplegget. Til nå har øvingene fokusert på bæresystemer i plasstøpt betong, mens prosjektet som ble anbefalt av et intervjuobjekt var hovedsakelig planlagt med bæresystem av betongelementer. For å dekke begge typer ble et alternativt bæresystem i plasstøpt betong tegnet i Autocad og beregnet.

Hovedsakelig handler kalkulasjonsdelen om anbudskalkulasjon og entreprenørens prosess fra mottagelse av anbud, til levering. Faget er hovedsakelig sett fra entreprenørens ståsted, men det var nødvendig å inkludere byggherrens rolle i anbudsprosessen for å gi et helhetlig nok bilde.

1.4 OPPGAVENS OPPBYGNING

Oppgavens struktur avviker fra vanlig oppbygging av masteroppgaver. Teori og resultater er representert av kompendiet. Kompendiet står alene som et vedlegg, slik at det enkelt kan tas ut og distribuert til deltakerne av faget. Under er en overordnet oppgavestruktur for rapporten og kompendiet presentert.

1.4.1 Rapportens struktur:

Kapittel 1: Innledning – Innledende tekst om oppgaven, bakgrunn for oppgaven, formål, omfang og avgrensninger og oppgavens oppbygning.

Kapittel 2: Metode – Beskriver ulike forskningsmetoder, samt valg av metodene brukt i oppgaven.

Kapittel 3: Resultater fra intervjuer – Her presenteres resultatene fra intervjuene.

Kapittel 4: Diskusjon – Diskusjon rundt oppgavens resultat og gyldighet

Kapittel 5: Konklusjon – Arbeidet som er gjort evalueres og forslag til videre arbeid presenteres.

Kapittel 6: Videre arbeid – Her blir det anbefalt videre arbeid med faget og kompendiet

1.4.2 Kompendiets struktur:

Kapittel 1: Mengdeberegning – Tar for seg mengdeberegning til tett bygg med et gjennomgående eksempel, samt regler for mengdeberegning gjengitt fra *NS3420*. Eksempelet er strukturert til å følge bygningsdelstabellen fra *NS3451*. Et alternativt bæresystem i plasstøpt betong er også inkludert, samt liste over nødvendige innendørsarbeider.

Kapittel 2: Mengdeberegning og kalkulasjon i BIM – Kapitlet forutsetter at leseren har en grunnleggende forståelse av hva bygningsinformasjonsmodellering er, og dreier seg om hvordan modellering hjelper til prosessene rundt mengdeberegning og kalkulasjon.

Kapittel 3: Anbudsprosessen – Anbudsprosessen hovedsakelig sett fra entreprenørens ståsted, men inkluderer noen prosesser hos byggherre.

Kapittel 4: Kalkulasjon – Presenterer begreper og teori rundt kalkyler. Kalkyleoppsett, orientering i *NS3420* og tariffen, samt kalkulasjonsmetoder og kvalitetssikring.

Kapittel 5: Entreprisereformer, kontrakter og standarder – Tar for seg entreprenørens rolle i forskjellige entreprisereformer, kontraktstyper og en beskrivelse av standarder relatert til mengdeberegning og kalkulasjon.

1.4.3 Spesielle forhold

Som nevnt tidligere, står kompendiet alene som et vedlegg. Det betyr at den har egen referanseliste og sidetall. Referansemetoden for både rapporten og kompendiet er nummererte referanser. Det sto mellom å bruke nummerert- eller Vancouver-stil, begge veldig like. Men Vancouver-stilen bruker parenteser for sifrene i referansen, i motsetning til nummerert som bruker klammer. Da det brukes parenteser i noen områder av teksten, falt valget på nummerert-stil for å skille mellom tilleggsinformasjon og referanser.

Nummererte referanser bryter ikke opp teksten like mye som Harvard-stilen, og skiller bedre mellom de ulike standardene som er utgitt samme år. Intervjuobjektene får også litt mer anonymitet ved at navnet deres ikke står direkte i teksten. For å skape kontinuitet er det valgt å bruke samme referansetype i hele masteroppgaven.

2 METODE

Valg av metode skal gjenspeiles i den valgte problemstillingen og forskningsspørsmål. Noen problemstillinger krever kvalitative eller kvantitative metoder for å svare på oppgaven, eller en kombinasjon av begge [3]. Metodene valgt i denne oppgaven er hovedsakelig litteratursøk og intervjuer med fagpersoner.

2.1 FORSKNINGSMETODER

2.1.1.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Forskningsmetoder kan deles inn i kvantitative og kvalitative metoder for innhenting av data. Hovedskillet mellom metodene er at kvantitativ metode bruker målbare tall.

Kvalitativ metode brukes primært for å skape forståelse av oppgavens tema og er ikke opptatt av å prøve om dataene er gyldige. Det viktigste er å skape dypere forståelse gjennom forskjellige måter å innhente informasjon.

Kvantitative metoder er mer strukturert i den grad av at den kontrolleres av forskeren. Forhold og svar av spesiell interesse defineres ut fra problemstillingen som er valgt [4]. Metoden er bedre for etterprøvbarehet, da det legges vekt på å undersøke mange objekter [5].

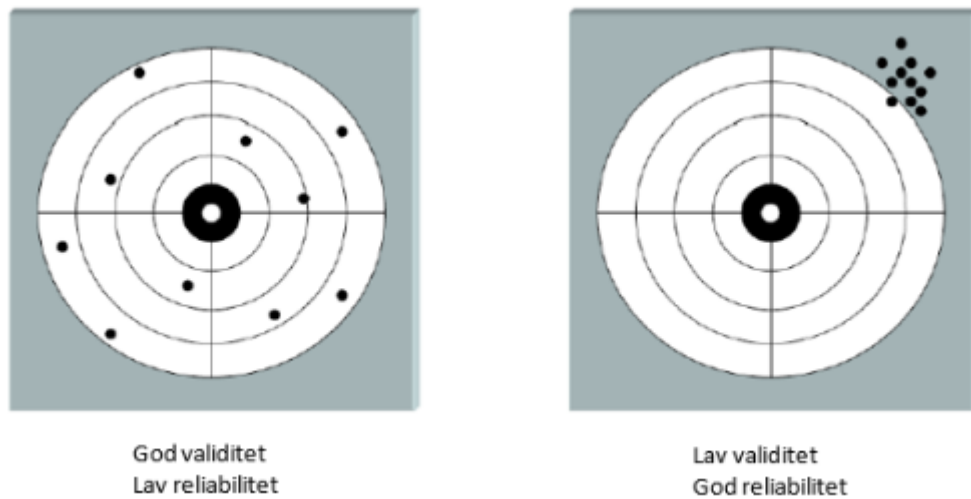
Selv om etterprøvbareheten er bedre med kvantitative metoder er det bare brukt kvalitative metoder i oppgaven. Grunnen er at kvantitative metoder ikke egner seg for denne typen oppgave, de er tidkrevende og ville ikke gitt særdeles verdi til kompendiet. Kvalitativ forskning derimot, generer informasjon raskt og gir et helhetlig bilde av forhold med flere påvirkningsfaktorer [6].

2.1.1.2 Validitet og reliabilitet

Begrepet validitet brukes for å kategorisere informasjonens godhet. Om en metode fører med seg validitet til oppgaven betyr at virkeligheten samsvarer med forventninger. Flere metoder som støtter oppunder forventede resultater gir bedre validitet [6].

Reliabilitet vurderer informasjonens pålitelighet. Pålitelighet sikres ved at flere metoder gir samme resultat uavhengige av hverandre [6].

I denne oppgaven kan reliabilitet testes gjennom hva de ulike intervjuobjektene svarer på spørsmålene. Validiteten vurderes ut fra hvor god informasjonen i oppgaven er. Figur 1 viser sammenhengen mellom validitet og reliabilitet.



Figur 1: Sammenheng mellom validitet og reliabilitet [6].

2.2 METODER FOR INNHENTNING AV DATA

2.2.1 Litteratursøk

I forbindelse med fagene *TBA4128 – Prosjektledelse VK* og *TBA4151 – Anleggsteknikk VK* ble det gjennomført et litteratursøk høsten 2016. Før litteratursøket ble det utarbeidet en problemstilling til prosjektoppgaven. Problemstillingen lød som følger:

Å legge et grunnlag for videre arbeid med kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon i faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt for masteroppgaven 2017.

Det ble så satt opp en strategi for hvordan litteratursøket skulle struktureres:

1. Utarbeide problemstilling for prosjektoppgaven
2. Hvilke databaser det skal søkes i.
3. Identifisere pensum fra fag som kan være relevant.
4. Evalueringsmetode
5. Valg av søkeord

2.2.1.1 Databaser

Det ble gjennomført litteratursøk i fire forskjellige databaser, Oria, Engineeringvillage, Google Scholar og Scopus.

Oria

I Oria finner man trykte og elektroniske samlinger fra universitetsbiblioteket. Samlingen inkluderer bøker, E-bøker, artikler, tidsskrifter, masteroppgaver og doktoravhandlinger. Oria har en fordel ved at informasjonen er vurdert og kvalitetssikret [7].

Engineeringvillage og Scopus

Begge databasene ble anbefalt av VIKO for å søke om litteratur relatert til byggfag. De er internasjonale litterære søkedatabaser. Scopus står alene som en tverrfaglig referansedatabase [8], mens Engineeringvillage søker i Compendex, Inspec, Knovel og GeoRef [9]. Det var ikke forventet å få mye treff på norsk litteratur i disse databasene.

Google Scholar og Google

I Google Scholar søkes det i artikler, bøker, avhandlinger, konferanser etc. og gir svært mange treff fordi det søkes i hele teksten. Scholar ble brukt for å dekke litteratur som ikke fantes i de

andre databasene, samt for å finne tall på antall siteringer. Det kan også dukke opp litteratur fra Oria, fordi de har gjort sine digitale samlinger søkbare i søkemotoren [8]. Google ble mest brukt for å finne informasjon om forfattere eller utgivere.

Søk i referanselister og tidligere pensum

En alternativ metode til litteratursøk er å se i referanse kilder der det er referert til temaer som omhandler kompendiet. Metoden ble mest brukt der det ble funnet interessant informasjon fra masteroppgaver. Tidligere pensum i fag var også relevant for søket.

2.2.1.2 Søkeord

I tillegg til mengdeberegning og kalkulasjon ble det foretatt søk om de ulike temaene relatert til BIM. For å få med så mange relevante kilder som mulig ble det brukt boolske operatører (AND, OR) og trunkering (*). Søker man etter kilder bare med ordet anbudskalkulasjon kan man gå glipp av relevant litteratur. Derfor ble det også søkt med ordet anbud*, som gir litteratur om anbudskalkulasjon, anbudsprosess, anbudsåpning, etc. Søk på engelsk litteratur ble også gjennomført, men hovedsakelig brukt for kapittelet om BIM. Søkemetoden startet generelt, for så å gradvis detaljere seg nærmere inn mot temaene. I Tabell 1 er det noen utvalgte søkeord med treff i de forskjellige databasene.

Tabell 1: Noen utvalgte søkeord.

Søkeord	Oria	Engi. Village	Scholar	Scopus
Mengdeberegning	14	1	175	0
Kalkulasjon	261	0	890	0
BIM	16220	6427	387000	9185
BIM AND (kalkulasjon OR mengdeberegning)	16	0	123	0
Mengdeberegning AND kalkulasjon AND bygg	0	0	77	0
Mengdeberegning OR kalkulasjon AND bygg	39	1	3050	0
Kalkulasjon AND anbud*	12	0	390	0
Anbudskalkulasjon AND bygg	1	0	11	0
Tendering AND construction AND (estimat* or calculat*)	1432	199	16900	118
BIM AND construction AND (estimat* or calculat*)	344	407	11600	266

2.2.1.3 Evalueringsmetode

Litteraturen ble evaluert gjennom TONE-kriteriene. Metoden er hentet fra VIKO sine nettsider og står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Litteraturen ble valgt ut gjennom tittel, sammendrag og kapitteloversikt for å vurdere dens relevans. Artikler og notater ble lest igjennom, mens for bokkilder var det kun interessante kapitler som ble evaluert. Tabell 2 viser hvordan de forskjellige kriteriene evaluer litteraturen, informasjonen er hentet fra VIKO [8].

Tabell 2: Oversikt over evaluering med TONE-kriteriet [8].

Vurdere troverdighet	Troverdighet av kilden går ut på å vurdere forfatteren eller utgiveren. For å sikre troverdighet ble det samlet informasjon om forfattere eller utgivere. Grammatikk er også en viktig pekepinn på om en kilde er troverdig eller ikke, er det mye skrivefeil ble den ansett som useriøs. Hvor mange ganger er kilden blitt sitert av andre?
Vurdere objektivitet	Presenteres litteraturen på en objektiv og balansert måte? Henviser forfatteren til lignende studier eller om informasjonen motsier annen litteratur? Er det noen interessekonflikter?
Vurdere nøyaktighet	Hvor lenge siden er det kilden ble oppdatert? Støtter referansene opp mot innholdet i kilden? Hvor omfattende er litteraturen?
Vurdere egnethet	Har kilden har noe relevans for kompendiets temaer, og eventuelt hvilke områder dekker den?

2.2.1.4 Konklusjon av litteratursøket

Som forventet var det lite informasjon om både mengdeberegning og kalkulasjon, mens det var veldig mye relatert til BIM. En av hovedkildene som er brukt i kompendiet er *Anbudsprosessen*, skrevet av Torstein Fjelldal og Hanne Louise Moe [10]. Kilden er ikke offisielt utgitt, men var å finne i pensumet til et tidligere fag. *Anbudsprosessen* inneholdt informasjon om anbudsprosessen og kalkulasjon.

For mengdeberegning var det lite å finne, som gir mening da de fleste har sin egen måte å gjøre det. Prosessen for mengdeberegning er også relativt intuitiv, og ikke så vanskelig å forstå. Det ble senere funnet ut at standarden *NS3420* inneholdt litt informasjon om hva slags mengder man skal ta ut for forskjellige bygningsdeler.

Litteratursøk gir mye fagstoff, som igjen gir oppgaven god validitet. Men det burde ha vært fokusert mer på standarder, av de 15 kildene som ble evaluert var bare to av dem standarder.

Men de fleste relevante standardene er brukt som kilder i kompendiet. Det var ikke alle kildene fra søket som endte opp i kompendiet, noe som viser svakheten til litteratursøk som metode. Man kan finne mye informasjon om temaer, og senere finne ut at det ikke var like relevant som først antatt.

2.2.2 Intervjuer

Et kvalitativt intervju skal i teorien ikke være et standardisert spørreskjema, da man ønsker at intervjuobjektet skal komme med egen forståelse som ikke er styrt av personen som intervjuer. Men det er fortsatt viktig å ha en formening om av hva slags informasjon man vil få ut av intervjuet [4]. Intervjuguiden er mer semistrukturert enn den er ustrukturert. Semistrukturerte intervjuer er også sett på som en metode for å finne kvalitativ informasjon [3].

Siden Produksjonsledelse er et fag med nære tilknytninger til byggebransjen var intervjuer en viktig del av oppgavens kilder. Totalt ble det gjennomført 11 intervjuer med 10 forskjellige entreprenører, og totalt 15 personer ble intervjuet. Alle bortsett fra én jobbet med kalkulasjon. 4 av intervjuene var i Trondheim, mens de resterende 7 var i Oslo. Alle intervjuene er gjennomført som personintervjuer.

Der det var mulig ble det sendt ut mail direkte til kalkulasjonsledere. Hvis det ikke var listet kontaktinformasjon til kalkulasjonsledere ble daglige ledere eller HR-personale kontaktet, og spurt om de kunne videresende mailen til relevante personer.

Siden både mengdeberegning og kalkulasjon utføres av kalkulatørene var det ikke nødvendig å skreddersy intervjuguiden til forskjellige intervjuer. Relevante spørsmål å stille ble funnet gjennom å se på øvingene og hva som føltes uklart i prosjektoppgaven. Intervjuguiden ble så evaluert og godkjent av veileder før den ble sendt ut til intervjuobjektene.

Intervjuene ble tatt opp med en ekstern mikrofon fra en telefon og senere transkribert. Samtlige intervjuer var ansikt til ansikt. Å personlig møte noen gir bedre grunnlag for diskusjoner og det er ekklere å unngå misforståelser.

Intervjuguiden er å finne i Vedlegg A, og transkripter ligger i ZIP-filen.

2.2.3 Forelesninger, øvinger og tidligere kompendium

I 2016 var det to forelesninger som omhandlet kalkulasjon og anbudsprosessen, som ble deltatt på når undertegnede tok faget. De nye forelesningene i 2017 ble ikke deltatt på fordi

mesteparten av semesteret ble tilbrakt i Oslo. Forelesningene ble brukt til å evaluere kompendiets innhold. Den ene forelesningen om kalkulasjon av Torstein Fjellidal tok for seg kalkulasjon med kalkyleverktøyet ISY ByggOffice. Det ble besluttet at det ikke var nødvendig, eller tid, til å ta på seg å skrive en guide om hvordan kalkyleverktøyet fungerer, da forelesningen bør være tilstrekkelig. Det er heller ikke gitt at studentene velger å bruke ByggOffice, siden SmartKalk også er tilgjengelig.

Øving 4, som kompendiet er produsert for å dekke, ble brukt i utforming av intervjuguiden og for å forsikre at kompendiet inneholder informasjonen studentene trenger for å fullføre oppgaven.

Som nevnt tidligere startet Eirik Munkeby med et kompendium i 2013. Det var skrevet litt om kalkulasjon og om anbudsprosessen. Hovedsakelig ble kompendiet fra 2013 sett på i slutten av prosessen for å passe på at det nye kompendiet inneholdt samme informasjon.

2.3 KVALITETSSIKRING AV DATA

Kvalitetssikring kan gjennomføres ved triangulering av metodene. Triangulering kan øke reliabilitet og validitet ved å basere oppgaven på data fra to eller flere kilder [3].

Da det er brukt mer enn to metoder for å innhente data er triangulering oppnådd i oppgaven. Trianguleringen er mellom litteratur, intervjuer og tidligere informasjon fra faget. Litteraturen gav en basis for oppgaven, som ble ytterligere bygget opp av informasjon fra intervjuene og så evaluert i henhold til tidligere arbeid. Intervjuer kan være med på å øke reliabiliteten til oppgaven ved å støtte bekrefte det som står i litteraturen. Men ved utforming av kompendiet ble intervjuene mest brukt som tilleggsinformasjon som ikke var dekket av de andre kildene. Dette gir oppgaven god validitet, men lav reliabilitet.

I tillegg til metodene som er brukt i oppgaven burde det også ha vært gjennomført en spørreundersøkelse. Spørreundersøkelsen kunne belyst temaer studentene mener ikke var dekket nok av fagets pensum. Grunnen til at det ikke ble gjennomført er at selve skrivingen av oppgaven kom sent i gang, samt at det har vært dårlig initiativ til veiledning fra undertegnedes side.

3 RESULTATER FRA INTERVJUENE

3.1 INTERVJURESULTATER

Intervjuene startet ved å spørre om hva intervjuobjektene mente studenter bør ha lært om mengdeberegning og kalkulasjon etter fullført utdanning. Det er bare de to første spørsmålene som blir diskutert i dette kapitlet. Tabell 3 viser hva intervjuobjektene svarte på de to første spørsmålene.

Tabell 3: Resultater fra intervjuene.

Hva studenter bør lære:	Hvem som mente hva
Lese og forstå tegninger	[11-13]
Hvilke mengder man vil ha ut av tegninger	[11-17]
Struktur for mengdeberegning	[11-15, 17]
At bygningsdeler er mer enn en mengde, altså oppbygging.	[14-19]
Kalkyleoppsett	[11, 14, 15, 17-19]
Forskjell på entrepriserformer	[15]
Identifisere kostnadsbærere	[14]
Tariffer	[17, 18]

Tegningsforståelse

Det var tre som mente tegningsforståelse var viktig for mengdeberegning. Med tegningsforståelse var det fokus på hva forskjellige bygningsdeler på tegningen faktisk var. At studentene bør klare å skille mellom vegger av betong og bindingsverk. Noen mente det var viktig å skrive ut tegninger og bruke tid til å undersøke bygget man skal kalkulere. Å skrive ut tegningen var bedre for å få et bilde av byggets størrelse og omfang.

Hvilke mengder man vil ha ut av tegninger

Å vite hvilke mengder man bør få ut av tegninger var viktig for struktur og effektivitet i beregningsarbeidet. Med hvilke mengder menes om man regner brutto, eller netto mengde. Det ble gitt eksempler om at brutto yttervegg ikke alltid var tilstrekkelig nok for å brukes i kalkylen, man må også ta høyde for utsparinger og åpninger. Her var det for så vidt litt motsetninger, noen mente at materialprisen for utsparingene veide opp for ekstraarbeidet det tar å tilrettelegge for åpninger. Derfor regnet de bare bruttovolum av betongvegger. Men

skulle man regne med brutto mengder var det viktig å presisere at det nemlig var brutto. Hvordan man regner var også viktig å presisere, om man for eksempel regner innside, midtlinje eller utsiden av en betongvegg.

Struktur for mengdeberegning

Strukturen for hvordan man mengdeberegner er viktig for å ha sporbare mengder. Det var to metoder som ble presentert av intervjuobjektene. Å følge rekkefølgen til hvordan bygget utføres var en metode, den andre gikk ut på å følge bygningsdelstabellen fra NS3451.

Oppbygging av bygningsdeler

Det var ønskelig at studentene var klar over oppbygging av forskjellige bygningsdeler. Som at en kvadratmeter yttervegg av bindingsverk også inkluderer isolasjon, lekter, stendere etc. Hva bygningsdelene inneholder har betydning for hvilken mengde man vil ta ut.

Kalkyleoppsett

At studentene har vært igjennom å bygge opp en kalkyle var sett på som svært viktig. En nevnte også at grunnleggende kalkulasjonsteori var viktig for å få det helhetlige bildet.

Forskjell på entreprisformer

Hovedsakelig hvordan entreprisformene påvirker kalkulasjonsarbeidet.

Tariffer

Det viktigste er at studentene er kjent med at det finnes tariffer, og at de er klar over hvor de er tilgjengelige.

3.2 KONKLUSJON

Ut i fra intervjuene er konklusjonen at mengdeberegning er sett på som intuitivt og enkelt. Alle som kommer ut fra et universitet vet hvordan man måler areal, høyde og lengde av en bygningsdel. Det som er viktig å tenke på er hvordan man strukturerer når man mengdeberegner. En god struktur minker sjansen for å beregne deler dobbelt, eller glemme å beregne noe.

For kalkulasjon var det viktigste å sette opp en kalkyle. Noen mente at det å jobbe med kalkulasjon som nyutdannet ikke var relevant da det er komplisert og krever mye erfaring.

Mens andre mente at det kan hjelpe til å forstå sammenhengen mellom materialer, metoder og kostnader i byggeprosjekter.

3.3 TEKNISKE PROBLEMER

Dessverre ble et intervju slettet fordi den anvendte applikasjonen ikke lagret lydopptakene automatisk. Intervjuet som ble slettet var med Kristoffer Valde, fra Ruta Entreprenør. Han er likevel referert i kompendiet etter hukommelse. Kompendiet ble sendt ut til samtlige intervjuobjekter slik at alle kunne komme med kommentarer der de var referert. Et annet problem som oppsto var under opptaket av intervjuet hos Hent AS. Der var den siste delen av lydopptaket uheyrbart. Problemet ble identifisert til å være på grunn av at mobilen stadig koblet seg opp på 4G nettet. For de resterende intervjuene ble mobilen satt i flymodus og en annen applikasjon ble brukt til lydopptak. Ingen av de andre opptakene opplevde samme problem.

3.4 INTERVJUOBJEKTER

Helene Drøyvold Welde, Teknobygg AS

Kristoffer Valde, Ruta Entreprenør.

Bjørnar Lund og Lars Rikardsen, Hent AS

Øyvind Skaug og Jan Arne Østby, NCC Trondheim

Knut Erik Ringnes, AF Gruppen

Stefan Konkoly-Thege, Backe-Oslo

Hans Karlsson og Jan Kristiansen NCC Oslo

Ragnhild Gylder og Fredrik Hildebrand, JM Norge AS

Tomas Nivall, Vedal Entreprenør AS.

Geir Halstensen, Peab AS

Lars Bø, BetonmastHæhre AS

4 DISKUSJON

4.1 INTERVJUER

Styrken ved intervjuer av personer som til daglig jobber med temaene er at man får informasjon om hvordan det jobbes annerledes enn hva teori forteller oss. I tillegg var det lite teori om kalkulasjon og om hvilke metoder som blir brukt når. Det kan hende kalkulatørene har forskjellige måter å jobbe på som strider mot hverandre. Der det var motsetninger er begge metoder forklart, selv om det ikke var mange. Bortsett fra noen motsetninger er det antatt at informasjonen fra intervjuene er reell og av god kvalitet.

Intervjuguiden startet med å spørre om hva de mener studenter som kommer ut av universitet bør ha lært om mengdeberegning og kalkulasjon. Senere ble spørsmålene mer spesifikke, som kan ha ført til at intervjuet ble styrt for mye inn mot spesielle spørsmål. Alle intervjuene ble avsluttet ved å spørre om de hadde noe mer å tilføye eller om det var områder intervjuguiden ikke dekket. Samtlige mente spørsmålene gav et godt bilde av begge tema.

Intervjuene er mest brukt som supplerende kilder der litteratur ikke

4.2 OPPGAVENS RESULTAT

Resultatet av oppgaven er kompendiet. Kompendiet er produsert i samsvar med problemstillingen:

«Utvikle en del av et kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon for faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt.»

Kompendiet er bygget opp av 5 kapitler:

- **Kapittel 1: Mengdeberegning**
- **Kapittel 2: Mengdeberegning og kalkulasjon i BIM**
- **Kapittel 3: Anbudsprosessen**
- **Kapittel 4: Kalkulasjon**
- **Kapittel 5: Entrepriseformer, kontrakter og standarder**

I løpet av arbeidet har de fem kapitlene over blitt skrevet. Kapitlet om mengdeberegninger bruker et gjennomgående eksempel for å illustrere hvordan det kan gjennomføres. Det var sett på som den eneste relevante måten å fremstille temaet, da det ikke ble identifisert noe litteratur rundt området. Kapitlet kan vurderes å være for detaljert. Det må derfor vurderes å

fjerne noe som ikke er relevant. Men det er i stor grad prøvd å bare få med det som er nødvendig for å mengdeberegne til tett bygg. Kapittelet inneholder også en liste over aktiviteter som bør gjennomgås av noen med mer erfaring enn undertegnede. Selv om ingen av intervjuobjektene kommenterte listen da de fikk mulighet til å se igjennom arbeidet som var gjort.

Kapittelet om mengdeberegning og kalkulasjon i BIM kan være mangelfullt. Det ble bare satt fokus på hvordan BIM relateres til kompendiets hovedtemaer, og ikke BIM generelt.

Anbudsprosessen er beskrevet både fra teori, og fra hva som ble sagt i intervjuene.

Informasjonen er vurdert nøyaktig og representerer bransjen godt.

Det var egentlig ønsket å sette opp en kalkyle for prosjektet brukt i kapittel 1. Men det var det ikke nok tid til, eller sett på som hensiktsmessig da forelesningene dekker godt hvordan man setter opp en kalkyle i et kalkyleverktøy.

Til beste evne var det skrevet om hvordan entreprisformer og kontrakter påvirker entreprenørens prosesser rundt kalkulasjon. Det var ikke veldig mye informasjon å hente fra intervjuene, tross et spørsmål som omhandlet dette. Svarene var hovedsakelig rettet mot forskjellen på utførelsesentrepriser og totalentrepriser, ikke kontraktstyper.

4.3 KOMPENDIETS GYLDIGHET

Som sagt tidligere er validiteten til oppgaven god, mens relabiliteten er lav. Den kunne vært høyere hvis det ble gjennomført en spørreundersøkelse, eller brukt intervjuene til å støtte oppunder kjent teori. Kvantitative metoder kunne blitt brukt for å øke relabiliteten, men siden oppgaver er av den spesielle karakter ville ikke det gitt mer verdi til kompendiet.

Oppgaven kan sees på å være unik i den forstand at det ikke er lignende oppgaver hvor det er mengdeberegnet et prosjekt. Hvert fall ikke ut i fra det som ble funnet av tidligere masteroppgaver.

5 KONKLUSJON

Denne oppgaven har produsert 5 kapitler som er ment å brukes i et kompendium i faget *TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt* ved NTNU. Kompendiet kan deles inn i to deler. Kapittel 1 og 2 omhandler mengdeberegning, mens 3, 4 og 5 fokuserer på kalkulasjon og prosessene rundt. Problemstillingen er definert som:

«Utvikle en del av et kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon for faget TBA4130 – Produksjonsledelse i BA-prosjekt.»

Det ble ikke utarbeidet noen forskningsspørsmål på grunn av oppgavens spesielle karakter. Det var mer fokus på å innhente helhetlig informasjon. Oppgaven har ikke en avgrenset teori og resultatdel, de er heller erstattet av kompendiet. Men det er skrevet litt om resultatet fra hva intervjuene om hva de mener studenter bør lære.

Fra før har det ikke vært noe spesifikk informasjon om mengdeberegning i fagets pensum. Det er blitt referert til mengderegler i NS3420, men ikke mer. Forhåpentligvis vil et gjennomgående eksempel av mengdeberegning hjelpe studentene i øvingsopplegget. Hovedtanken rundt det å bruke et eksempel for mengdeberegning er for å unngå at studentene bruker tidligere øvinger, og heller fagets egne kompendier. Fokuset var å få med så mange typer mengder som mulig, og vise hvilke mengder man vil ha ut fra forskjellige bygningsdeler. Det var også viktig å vise at mengdeberegning kan struktureres på forskjellige måter.

Kalkulasjon er bedre dekket i fagets pensum av forelesninger, hovedsakelig hvordan man setter opp en kalkyle i kalkyleprogrammer. Kompendiet går mer inn på kalkyleteori, samt postoppbygging fra NS3420. Kompendiet tar også for seg anbudsprosessen sett hovedsakelig fra entreprenørens side, men inkluderer byggherren hvor det er nødvendig for å gi mer kontekst. Kompendiet avsluttes med et kapittel om entreprisformer, kontraktstyper og vanlige standarder relatert til kompendiets innhold.

Oppgaven er ikke som en «vanlig» masteroppgave. Noe som gjør det vanskelig å konkludere med noe annet enn at målet med oppgaven er nådd. Målet var å utvikle et kompendium om mengdeberegning og kalkulasjon, som er gjennomført.

6 VIDERE ARBEID

Nå skal kompendiet i sin helhet være fullført, da det parallelt med denne oppgaven skrives om Rigg og drift av en annen student. Om hele kompendiet settes sammen til et dokument, eller gis ut separat må vurderes. Det kan være enklere å holde dem separate da de har litt forskjellig struktur og måter å referere på.

Kompendiet bør lese igjennom og revideres for overflødig, eller unødvendig informasjon.

For faget i seg selv bør det opplyses om at det finnes dataverktøy som kan hjelpe til med mengdeberegning. Det gjør en allerede arbeidskrevende øving litt enklere. Noen verktøy som er identifisert fra intervjuene er Geometra, Bluebeam og ArchiCad. Bluebeam er brukt i denne oppgaven og studenter kan laste ned en 30 dagers prøveversjon.

Nå som kompendiet er ferdig kan man vurdere å revidere øvingsopplegget. Egen erfaring tilsier at studenter vil som oftest bruke tidligere øvinger for å besvare oppgavene, som gir lite nytte for dem selv.

Byggebransjen står ovenfor en digitaliseringsreform, noe faget også bør ta stilling til. Bruken av BIM er stadig vanligere og det kan være hensiktsmessig å inkludere oppgaver i øvingene som relateres til BIM. Om det er å ta ut mengder fra en BIM-modell, eller skrive om teori må vurderes av de ansvarlige for faget.

Referanser

1. *TBA4130 - Produksjonsledelse i BA-prosjekt*. [cited 2017 01.06.]; Available from: <https://www.ntnu.no/studier/emner/TBA4130#tab=omEmnet>.
2. *Introforelesning om Produksjonsledelse i BA-prosjekt*. 2016: Itslearning.
3. Kuada, J., *Research Methodology : A Project Guide for University Students*. Research Methodology. 2012, Frederiksberg: Samfundslitteratur Press.
4. Holme, I.M. and B.K. Solvang, *Metodevalg og metodebruk*. 3. utg. ed. 1996, Oslo: TANO.
5. Olsson, N., *Praktisk rapportskrivning*. 2011: Tapir.
6. Samset, K., *Prosjekt i tidligfasen - Valg av konsept*. Vol. 2. 2014: Fagbokforlaget.
7. *Kva er Oria?* u.d. [cited 2017 05.06.]; Available from: https://bibsyst-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primolibrary/libweb/action/search.do?vid=NTNU_UB.
8. NTNU Universitetsbibliotek. *Kildekritikk*. u. d. [cited 2016 28.09]; Available from: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>.
9. *Engineeringvillage*. u.d. [cited 2017 05.06.]; Available from: <http://www.engineeringvillage.com/>.
10. Fjelldal, T. and H.L. Moe, *Anbudsprosessen*. 2009: p. 43.
11. *Intervju med Ragnhild Gylder og Fredrik Hildebrand, JM Norge AS*. 23.02.2017.
12. *Intervju med Geir Halstensen, Peab AS*. 01.03.2017.
13. *Intervju med Tomas Nivall, Vedal Entreprenør AS*. 24.02.2017.
14. *Intervju med Lars Bø, Betonmast AS*. 09.03.2017.
15. *Intervju med Stefan Konkoly-Thege, Backe Stor-Oslo*. 20.02.2017.
16. *Intervju med Øyvind Skaug og Jan Arne Østby, NCC AS, Trondheim*. 13.02.2017.
17. *Intervju med Hans Karlsson og Jan Kristiansen, NCC AS, Oslo*. 21.02.2017.
18. *Intervju med Helene Drøyvold Welde, Teknobygg AS*. 15.12.2016.
19. *Intervju med Knut Erik Ringnes, AF Gruppen*. 20.02.2017.

Vedlegg

Vedlegg A: Intervjuguide

Vedlegg B: Kompendium

Vedlegg A: Intervjuguide

Navn:

Utdanning:

Nåværende stilling/arbeidsoppgaver:

Tidligere arbeidsområder/erfaringer:

Spørsmål:

- Hva mener du studenter burde lære om mengdeberegning?
- Hva mener du studenter burde lære om kalkulasjon?
- Hvilken informasjon må man ha for å få god sikkerhet i kalkylen? Mtp hva slags tegninger, prosjektbeskrivelse, o.l.
- Hvordan angriper dere anbudsgrunnlaget fra byggherre?
- Hvis det er flere tilbud dere har mulighet til å gi tilbud på, hvilke blir prioritert?
- Hvilke metoder blir brukt for kostnadsoverslag tidlig i anbudsregningen (element-, anslag-, detaljert-)?
- Hvilke metoder bruker dere for å kvalitetssikre kalkylearbeidet, spesielt med tanke på risiko?
- Hvilke hjelpemidler/prosesser bruker dere for mengdeberegning av tegningsgrunnlaget (hvis dette er gitt)? Eventuelt BIM?
- Hvilke kalkyleverktøy bruker dere?
- Hvordan vedlikeholder dere prisbank, erfaringstall, osv.
- Hvordan kalkulerer dere i forhold til kontraktstyper, f. eks total-, hovedentreprise. Mtp kalkylemetoder og detaljeringsnivå.

Vedlegg B: Kompendium

Kompendium TBA4130

Produksjonsledelse i BA- prosjekt

Mengdeberegning og kalkulasjon

Joakim Wold

Trondheim, juni, 2017

INNHold

1	Mengdeberegning	9
1.1	Regler for mengdeberegning fra NS3420.....	10
1.2	Praktisk eksempel mengdeberegning	14
1.2.1	Grunn og fundament.....	15
1.2.2	Bæresystemer	22
1.2.3	Avstivende konstruksjoner	24
1.2.4	Yttervegger.....	29
1.2.5	Bærende yttervegger (isolert bindingsverk).....	31
1.2.6	Ikke-bærende yttervegger.....	32
1.2.7	Vinduer, dører og porter	33
1.2.8	Dekker	35
1.2.9	Yttertak.....	38
1.2.10	Balkonger og trapper	41
1.3	Mengder i bygningsdelstabellen	43
1.4	Alternativt: Bæresystem i plassenbetong	44
1.4.1	Armering	45
1.4.2	Forskaling.....	46
1.5	Aktiviteter tilknyttet innredningsarbeider	47
2	Mengdeberegning og kalkulasjon i BIM	51
2.1	Generelt	51
2.2	BIM hos entreprenøren	51
2.3	Mengdeuttak	52
2.4	Overføring av mengder fra BIM til et kalkulasjonsverktøy	53
3	Anbudsprosessen.....	55
3.1	Generelt	55
3.2	Byggherrens anbudsplanlegging.....	55
3.3	Registrering og utvelgelse av aktuelle tilbud	57
3.3.1	Inntektsmuligheter med påslaget størrelse.....	57
3.3.2	Kompetanse	57
3.3.3	Ressurstilgang	57
3.3.4	Organisasjon.....	58

3.3.5	Kundeforhold	58
3.3.6	Markedsvurdering	58
3.4	Anbudsprosessen hos entreprenøren	59
3.5	Anbudslevering.....	61
3.6	Anbudsvurdering hos byggherren	61
4	Anbudskalkulasjon.....	63
4.1	Kalkylebegreper.....	63
4.1.1	Forhåndskalkyler	63
4.1.2	Etterkalkyler	63
4.2	Kostnadstyper	64
4.2.1	Faste kostnader	64
4.2.2	Variable kostnader.....	65
4.2.3	Fortjeneste	65
4.3	Kalkyleoppsett	66
4.3.1	Kontoplan	66
4.3.2	Postgrunnlag i NS3420.....	68
4.3.3	Tariffer	71
4.4	Kalkulasjonsmetoder	72
4.4.1	Anslagsmetoden	72
4.4.2	Arealprismetoden	72
4.4.3	Elementmetoden.....	73
4.4.4	Detalj kalkulasjon.....	73
4.5	Kvalitetssikring av kalkylen	74
4.5.1	Sidemannskontroll.....	74
4.5.2	Anbudsgjennomgang.....	74
4.5.3	Nøkkeltall og erfaringstall.....	74
4.6	Kalkyleverktøy	75
4.6.1	ISY ByggOffice.....	75
4.6.2	SmartKalk.....	76
4.6.3	Excel.....	76
5	Kontrakter, entreprisereformer og standarder	77
5.1	Kontraktstyper	77
5.2	Entreprisereformer	78
5.2.1	Total- og utførelsesentrepriser	78
5.2.2	Samspillsentreprise.....	78

5.3	Relevante standarder.....	79
6	Vedlegg.....	83

Tabelliste

Tabell 1: Minste avstand fra fundament til graveskråning [4].	11
Tabell 2: Anslåtte mengder og enhetstider for armering av plasstøpt betong. [12]	11
Tabell 3: Minsteavstand fra yttervegg til graveskråning.	15
Tabell 4: Fast og løst volum i byggegroppen.	16
Tabell 5: Betongvolum og armeringsvekt for fundament.	18
Tabell 6: Alternativ metode for beregning av fundament.	19
Tabell 7: Areal og omkrets av bunnplater for trappe- og heishus.	19
Tabell 8: Betong- og armeringsmengde for fundamentsåler under inngangsparti.	20
Tabell 9: Betongvolum og armeringsmengde av sålevegger.	20
Tabell 10: Betong, armering og forskaling av stålsøylefundamenter.	21
Tabell 11: Liste over prefabrikkerte betongsøyler.	22
Tabell 12: Stålsøyler.	23
Tabell 13: Liste over prefabrikkerte betongbjelker.	23
Tabell 14: Stålbjelker for verandaer og hulldekker.	24
Tabell 15: Betongvolum og armering i avstivende vegger.	25
Tabell 16: Betongvolum og armering for vegger i trappe- og heishus.	26
Tabell 17: Forskaling av avstivende vegger.	26
Tabell 18: Forskaling av utsparinger i avstivende vegger.	26
Tabell 19: Forskaling av vegger i trappe- og heishus.	27
Tabell 20: Utsparinger for trappe- og heishus i Akse F-G.	28
Tabell 21: Utsparinger for trappe- og heishus i Akse A-B.	28
Tabell 22: Betongvolum og armering i bærende yttervegger.	30
Tabell 23: Forskalingsareal bærende yttervegger.	30
Tabell 24: Forskaling av pilastre, sliss og konsoll ved yttervegger.	30
Tabell 25: Areal og lengde av bærende yttervegg og bærende innervegg.	31
Tabell 26: Areal av ikke-bærende yttervegger.	32
Tabell 28: Eksempel på dørskjema.	34
Tabell 27: Eksempel på vindusskjema.	34
Tabell 29: Liste over hulldekker i dekke over kjeller.	35
Tabell 30: Liste over hulldekker i dekket over 1. og 2. etasje.	36
Tabell 31: Liste over hulldekker i trappe- og heishus i akse F-G/3-4.	36
Tabell 32: Betongvolum og armering for plasstøpte dekker.	37
Tabell 33: Areal av tak for forskjellige bygningsdeler.	38
Tabell 34: Parapetlengde og ytterareal.	40
Tabell 35: Areal taktekke.	40
Tabell 36: Innvendige trapper.	41
Tabell 37: Balkonger.	42
Tabell 38: Sammendrag av mengdene i bygningsdelstabellen.	43
Tabell 39: Betongvolum og armeringsvekt for dekker og søyler i plasstøpt betong.	46
Tabell 40: Aktiviteter tilknyttet innredningsarbeider.	47
Tabell 41: Standard kontoplan i henhold til NS3453 [34].	67
Tabell 42: Postgrunnlag for plasstøping av normalbetong NS3420 [11].	69
Tabell 43: Utførelse og kontroll av betongarbeider, NS3420 [11].	69
Tabell 44: Fasthetsklasse for betong, NS3420 [11].	70

Tabell 45: Bestandighetsklasse for betong, NS3420 [11].	70
Tabell 46: Kloridklasse for betong, NS3420 [11].	70
Tabell 47: Herdetiltak for betong, NS3420 [11].	71
Tabell 48: Konstruksjonsdeler betong, NS3420 [11].	71

Figurliste

Figur 1: Adressen til prosjektet er Værnesgata 16. Tomten er merket på kartet.	9
Figur 2: Krav til minimumavstand fra konstruksjon med fundament til graveskråning [4].	10
Figur 3: Eksempel på oppbygging av et kompakt tak [3].	12
Figur 4: Avgrensning for dekkeelement [2].	13
Figur 5: Bilde av Fidestunet [14].	14
Figur 6: Modell av byggegruppen. Skjerm bilde fra Autocad.	17
Figur 7: Fundamentplan for Fidestunet	18
Figur 8: Lengder og bredder av fundament for inngangspartier i 1. etasje. Skjerm bilder fra Bluebeam.	20
Figur 9: Tverrsnitt av søylefundament [5].	21
Figur 10: Bilde av betongvegg D/1-3 og Heissjakt F-G/2-4. Skjerm bilde fra Bluebeam.	25
Figur 11: Flatelengder i trappe- og heishus i akse A-B og F-G.	27
Figur 12: Merking av kjelleryttervegger og pilastrer. Skjerm bilde fra Bluebeam.	29
Figur 13: Eksempel på markeringsverktøy. Skjerm bilde fra Bluebeam	33
Figur 14: Betongdekke i trapperom, akse A-B/5. Skjerm bilde fra Bluebeam.	37
Figur 15: Visualisering av isolasjon på tak med fall.	39
Figur 16: Eksempel på oppbygging av parapet [18].	40
Figur 17: Alternativt søylegrid for bæresystem i plasstøpt betong. Skjerm bilde fra autocad.	44
Figur 18: Snitt av søyletverrsnitt med bølge- og lengdearmering [20].	45
Figur 19: Møterom og bad i 1. etasje.	47
Figur 20: Anbudsprosessen [30]	55
Figur 21: Anbudsprosessen hos Ruta Entreprenør [1].	59
Figur 22: Forholdet mellom påslag og faste-/variable kostnader [6].	64
Figur 23: Kalkyleeksempel av betongdekker fra Smartkalk.	68
Figur 24: Kalkulasjon med ISY ByggOffice [39].	75
Figur 25: Kalkulasjon med SmartKalk [41].	76

1 MENGDEBEREGNING

Dette kapitlet bruker et gjennomgående eksempel for å gi et bilde av hvordan mengdeberegning kan utføres. Tradisjonelt starter mengdeberegning med kvantifisering av bygningskomponenter ut i fra tverrsnitts- og plantegninger i 2D. Det kan enten gjøres med linjal på et bord, eller laste tegningen inn i et dataprogram og beregne flater digitalt. Programmer som Geometra og Bluebeam kan laste inn PDF filer for å beregne mengder digitalt, så lenge det er en skala på tegningen.

Prosjektet vi skal se på er Fidestunet som ligger i Stjørdal kommune. Det er en totalentreprise som omhandler bygging av et 2 etasjes næringsbygg pluss parkeringskjeller. Bygget skal prosjekteres etter krav fra TEK10, men med litt høyere energikrav.



Figur 1: Adressen til prosjektet er Værnesgata 16. Tomten er merket på kartet.

Det viktigste å gjøre før man starter å mengdeberegne er å lese gjennom anbudsgrunnlaget for å fange opp spesielle krav til konstruksjonen, så man slipper å regne noe flere ganger. I dette tilfellet er det gjennomført et forprosjekt som gir kravspesifikasjon til byggets funksjon og ytelse som det må tas høyde for.

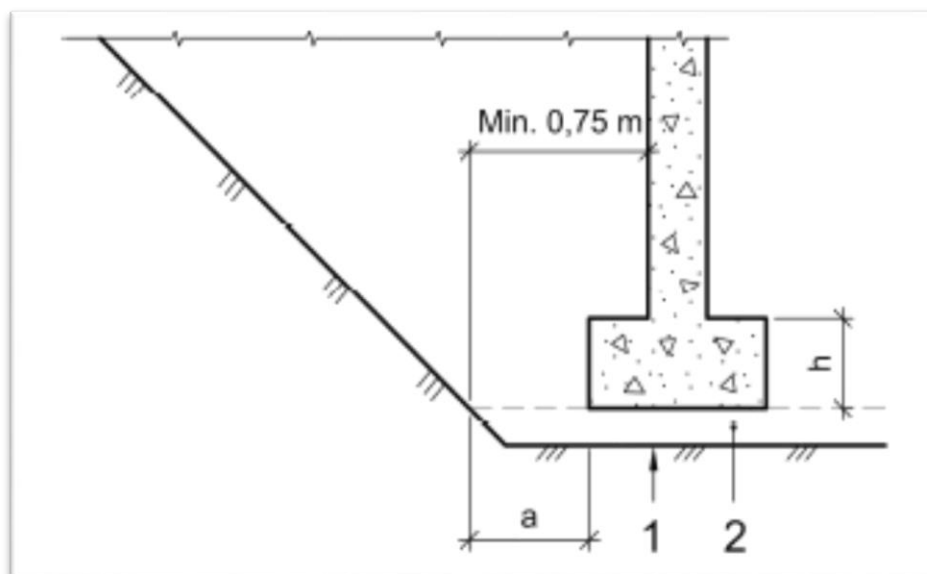
Det er viktig å bestemme seg for om man skal regne brutto eller netto mengder. Det mest nøyaktige vil være netto, men i noen tilfeller vil bruttoareal være tilstrekkelig. Noen velger for eksempel bare å regne bruttoareal på ytter-/innervegg og neglisjere utsparinger. Det er fordi

materialprisen er på lik linje med prisen på ekstraarbeidet utsparingen medfører. Presiser hvordan mengdene er målt, det kan være store forskjeller hvis man måler en vegg fra utsiden, gjennom senterlinjen eller innsiden [7].

Å være systematisk er viktig når man mengdeberegner. Derfor er det hensiktsmessig å følge bygningsdelstabellen fra NS3451. Det vil også hjelpe når man senere skal sette inn mengder i kalkylen. Dette er også oversikten som brukes hos de store entreprenørene. En annen måte å mengdeberegne er å følge rekkefølgen man bygger på. Start med grunnarbeid, så fundament, kjellervegg, dekke over kjeller, osv. [8]. Hvis bygget har mange etasjer kan hver etasje beregnes for seg selv, og deles opp deretter. Eventuelt, hvis man beregner et boligfelt, kan man dele opp blokkene hver for seg. Tenker man produksjonsmessig mens man mengder blir det lettere for de som skal utføre byggingen [9].

1.1 REGLER FOR MENGDEBEREGNING FRA NS3420

Grunnarbeider – Generelt gravenivå regnes etter Figur 2. Hvis bygget er fundamentert med bærende bunnplate vil minimumskrav for avstand fra graveskråning til kjellervegg være 0,75 m. Dersom bygget har stripefundamentering som går rundt byggets bærende kjellervegger vil avstanden være «a» som funksjon av fundamentets høyde «h» i henhold til Tabell 1 [4].



Figur 2: Krav til minimumavstand fra konstruksjon med fundament til graveskråning [4].

Tegnforklaring:

1. Generelt gravenivå
2. Eventuell avretting

Tabell 1: Minste avstand fra fundament til graveskråning [4].

Fundamenthøyde (h) [m]	Minste avstand (a) [m]
$h \leq 0,5$	0,30
$0,5 < h \leq 1,0$	0,50
$1,0 > h$	0,75

Helningen på graveskråningen dimensjoneres ut i fra geologiske rapporter. Avstanden mellom graveskråning og konstruksjonsdel gitt i Tabell 1 er absolutt minimumskrav og må vurderes økt for å tilfredsstille HMS-krav.

Isolasjon – bjelker, stendere, over-/undergurter og andre elementer som bryter isoleringen i en bygningskonstruksjon skal ikke medregnes. Dette gjelder også for åpninger eller utsparinger hvor arealet er mindre enn $0,5 \text{ m}^2$ [10].

Plasstøpt betong – Volum av armering, kabelkanaler og innstøpningsgods skal ikke trekkes fra når man mengdeberegner plasstøpt betong. Dette gjelder for poster som inkluderer støping, herding og overfaltebearbeiding. Det som skal være med i posten er netto prosjektert betongvolum etter tegning, som er brutto betongvolum ekskludert åpninger og utsparinger [11].

Armering – I henhold til standarden skal mengde armering avregnes etter bøyelister [11]. Hvis anbudsgrunnlaget ikke inneholder armeringstegninger, kan Tabell 2 brukes til å anslå mengden armering, med forutsetning om tradisjonell utførelse (rette stenger, vinkler og bøylar).

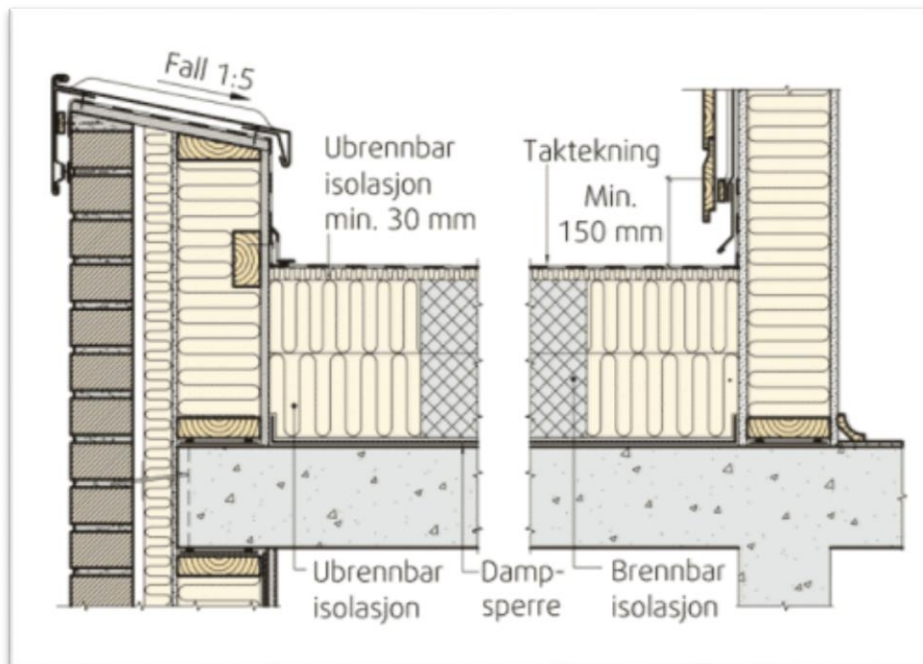
Tabell 2: Anslåtte mengder og enhetstider for armering av plasstøpt betong. [12]

Konstruksjonsdel	Mengde [kg/m^3]	Enhetstid [tv/kg]
Såler/fundamenter	70-100	0,0125
Sålevegger	80	0,0125
Vegger	80-90	0,0125
Dekker	100-120	0,01
Platendekker (tillegg)	12-14	0,01
Gulv på grunn (nett)	3,6	0,01
Gulv på grunn (fiber)	25-30	0,01
Trapper	120-130	0,0125

Forskaling – Forskalingsareal beregnes som prosjektert berøringsflate mot betongen. Dette inkluderer ikke slisser, pilastre, gesimser og lignende elementer som spesifiseres i egne poster. Ved horisontal forskaling skal ikke arealet av eventuelle bjelker og forsterkningsplater

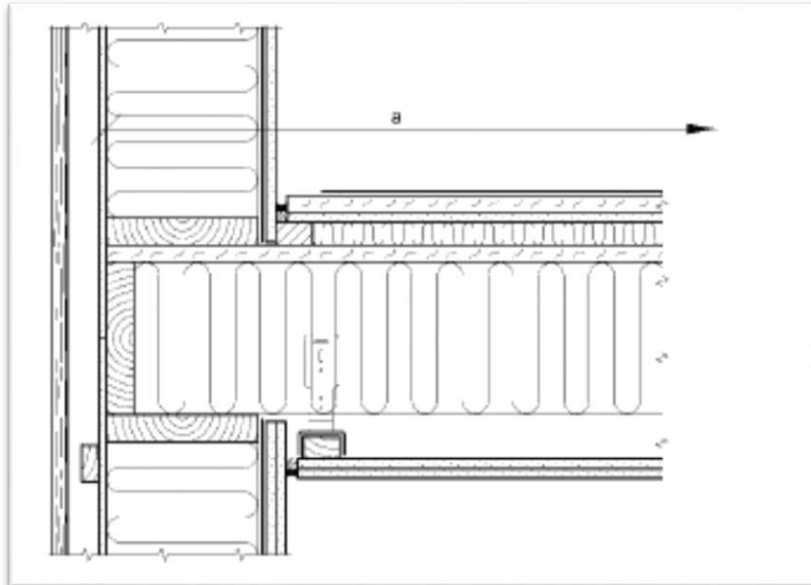
inkluderes. Hvis betongoverflaten er mønstret eller profilert skal arealet av berøringsflatens projeksjon brukes [11].

Tetningssjikt – Areal av tetningssjikt regnes som den flaten som skal tettes/tekkes, samt arealet av opp- og nedbretter. Et eksempel på hvordan taktekking avsluttes over parapet (til venstre) og opp mot vegg (til høyre) er gitt i Figur 3. Taktekkingen er representert av den svarte og grå stripen.



Figur 3: Eksempel på oppbygging av et kompakt tak [3]

Dekker – Arealet av et dekke regnes fra elementets geometriske senterflate og til ytterkant av elementets lag som har størst utstrekning [2]. I Figur 4 er dekkets areal avgrenset av lengden «a» som ender ved ytterveggs vindsperre. Dekker vil ikke alltid ende i flukt med yttervegg, hulldekker kan for eksempel legges i slisser på plasstøpt betongvegg.



Figur 4: Avgrensning for dekkeelement [2]

Veggkonstruksjoner – For bindingsverk måles arealet gjennomløpende fra underkant bunnsvill til overkant toppsvill. Hvis to bindingsverk møtes, regnes det fra ytterkant av siste stolpe i respektive bindingsverk [13].

Takkonstruksjoner – Regnes som gjennomløpende langs takflaten. Inklusive overheng [13].

1.2 PRAKTISK EKSEMPEL MENGDEBEREGNING



Figur 5: Bilde av Fidestunet [14].

I dette avsnittet skal vi se på prosjektet Fidestunet. Bygget inneholder lett industri, kontor, sentralkjøkken og aktivitetssenter på dagtid for funksjonshemmede. Tegningsgrunnlaget er meget godt med detaljerte snitt og plantegninger. I tillegg er det prosjektert et komplett bæresystem ut i fra overslagsmessige dimensjoner. Eksempelet antar at byggingen skal oppføres etter gitte tegninger, med noen forenklinger underveis. Det vil ikke være en komplett mengdeberegning, og vil avgrenses til tett bygg. Det som inkluderes er beregning av gravegrop og skråninger, bæresystem i plasstøpt og prefabrikkert betong, yttervegger og tak. Nedkjøringsrampen til kjelleren er heller ikke tatt med.

Eksempler på oppbygging av elementer vil bli gitt. En mer detaljert beskrivelse av et område med innvendige arbeider er inkludert. Beskrivelsen inneholder aktiviteter som er nødvendig for å ferdigstille området. Alle forenklinger gis før hver enkelt utregning. Bygget er hovedsakelig prosjektert med tanken om at det skal brukes prefabrikkerte betongelementer. Det gis derfor også et eksempel hvor bæresystemet er i plasstøpt betong.

Det er valgt å følge bygningsdelstabellen fra NS3451 som struktur for eksempelet. Et sammendrag av mengdene er gitt i kapittel 1.3.

1.2.1 Grunn og fundament

Området rundt Fidestunet ligger på kote +7 (NN2000) og ligger i et område med elveavsetninger. Geologiske undersøkelser har avdekket et topplag med grusig sand på ca. 2-3 meter. Under dette laget er det sand med varierende innhold av silt og humus. Fjell forventes i dybde på mellom 100-200 meter under dagens terreng. Det skal graves ned til kote +4, dette relateres til generelt gravenivå av Figur 2. Graveskråningene vil derfor bli ca. 3 meter høye med en anbefaling om ikke å ha graveskråninger brattere enn 1:1,5.

Bygget som sto på tomten tidligere er revet. All matjord, vegetasjon og forurenset grunn er allerede fjernet.

1.2.1.1 Gravegrop

Avstanden fra fundament til graveskråning er avhengig av bredden og høyden. I dette prosjektet er det forskjellig bredde og høyde, som gir forskjellig krav til avstand. Formelen for å regne ut avstanden blir:

$$L = a + 0,5 * (b + t)$$

L = Avstand fra kjellervegg til gaveskråning.

a = Minste avstand som funksjon av fundament høyde (h) av Figur 2 og Tabell 1.

b = Fundamentbredde.

t = Tykkelsen til yttervegg kjeller, som er 250mm.

Videre utregning vises i Tabell 3.

Tabell 3: Minsteavstand fra yttervegg til graveskråning.

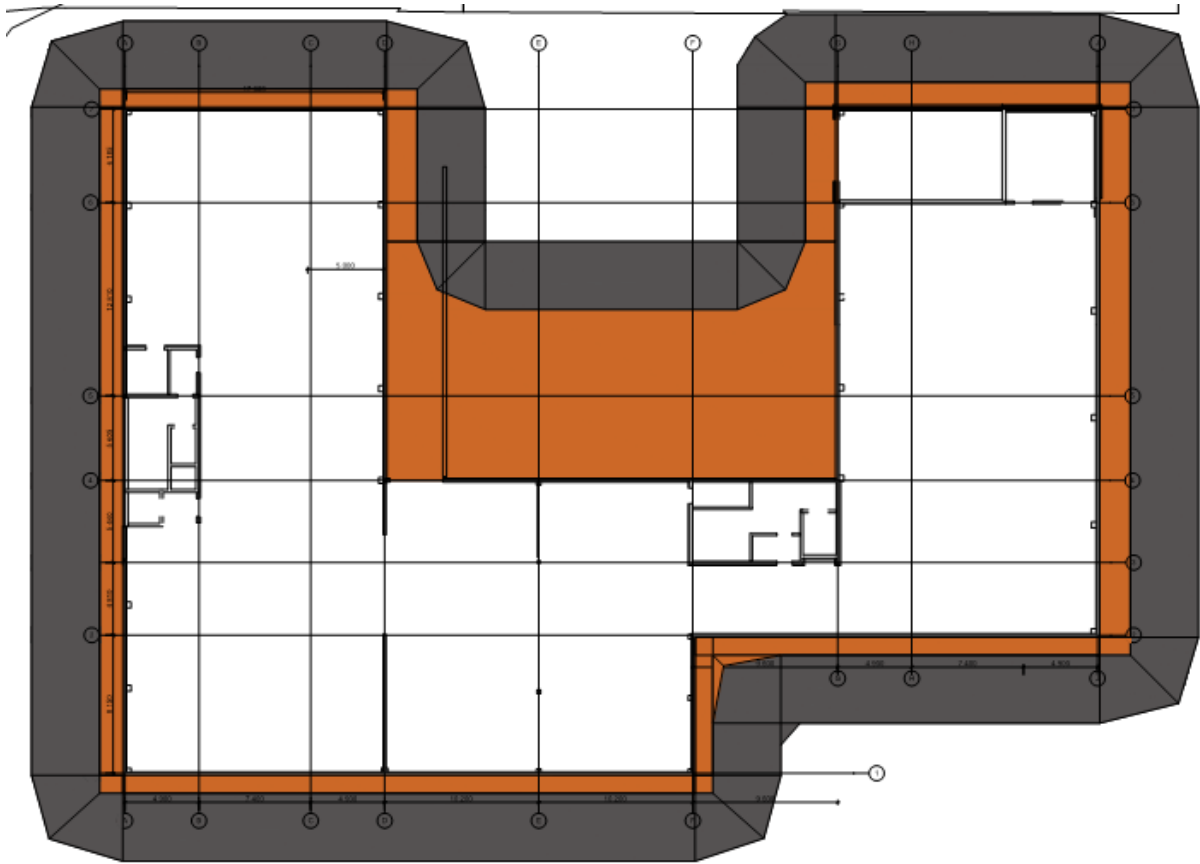
Akse	Fundament høyde (h)	Minste avstand (a)	Fundamentbredde (b)	Avstand fra kjellervegg til skråning (L)
A/1-7, D/4-7	0,45 m	0,30 m	2,20 m	1,53 m
1/A-F, F/1-2, F-J/2, A-D/7	0,35 m	0,30 m	1,50 m	1,18 m
D-G/4	0,35 m	0,30 m	1,30 m	1,08 m
J/2-7, G/4-7	0,60 m	0,50 m	2,80 m	2,03 m
G-J/7	0,60 m	0,50 m	2,00 m	1,625 m

Merk at avstanden i Tabell 3 er et minstekrav, det er bedre å velge en større avstand hvis man har mulighet til det. Kompendiet om grunnarbeider anbefaler 2 meter. Men her er det valgt å regne videre ved bruk av minste avstand. Et forslag til byggegrop er å se i Figur 6. Tegningen er laget i Autocad og så åpnet i Bluebeam for å beregne arealet av bygningsflaten, graving til generelt gravenivå (oransje) og graveskråninger (grått). Det er lagt til litt ekstra plass for lagring av utstyr mellom byggets utstikkere. Volumet av hjørner i graveskråningene kan være komplisert å regne nøyaktig. Derfor forenkles det ved at volumet av alle graveskråningene er halvparten av arealet multiplisert med høyden. Helningen til graveskråningene er 1:1,5, som anbefalt fra geoteknisk rapport. Det betyr at skråningen har en lengde ut fra det oransje feltet på 4,5 meter, når høyden er 3 meter.

Når man skal regne volum må man skille mellom fast og løst volum. Fast volum er når massen er i jorda, og løst volum er når den er gravd ut. Løst volum vil være større fordi massen ikke lenger er kompakt. Volumendringsfaktoren avhenger av hva slags type masse som skal graves ut. I dette tilfellet er det 2-3 meter grusig sand, etterfulgt av sand med innhold av humus og silt. Tabell 2.8 fra *Kompendiet om grunnarbeider og plasstøpt betong* gir faktorer for volumendring av forskjellige massetyper. Det nærmeste man kommer sand vil være grus, som har en endringsfaktor på 1,1-1,2. Siden sand er finere enn grus brukes 1,1 som volumendringsfaktor videre i utregningen. Utregning av fast og løst volum er nedenfor i Tabell 4.

Tabell 4: Fast og løst volum i byggegropen.

	Areal	Høyde	Fast Volum	Løst Volum
Generelt gravenivå	2583 m ²	3 m	7749 m ³	8524 lm ³
Graveskråning	1184 m ² / 2	3 m	1776 m ³	1954 lm ³
		Sum	9525 m³	10478 lm³

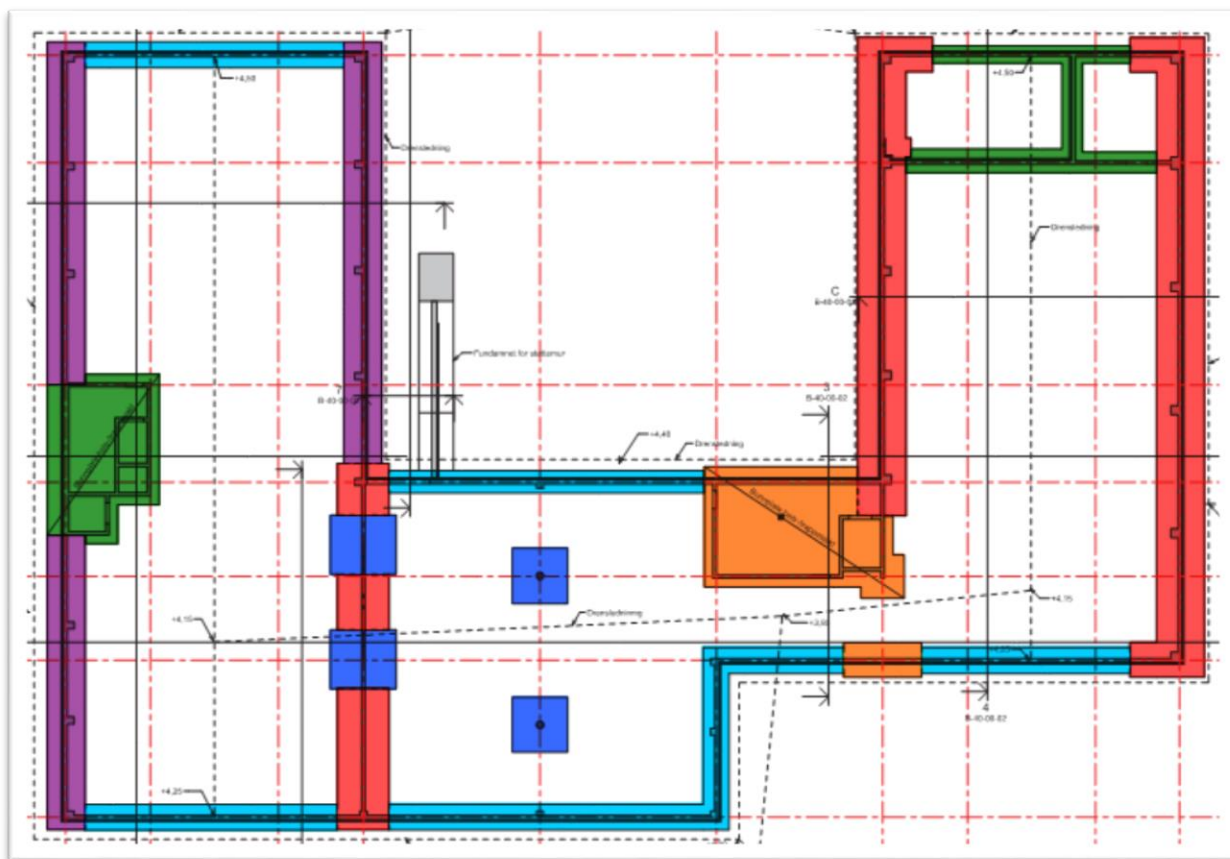


Figur 6: Modell av byggegroppen. Skjerm bilde fra Autocad.

1.2.1.2 Fundament

Tegningsgrunnlag: Vedlegg A

På grunn av den varierende bredden og høyden til sålefundamentene ble det valgt å fargekode dem i Bluebeam for å se forskjell, se Figur 7. En annen måte å organisere fundamentene på er å skille mellom fundamentene til vegger, søyler og trappe-/heishus. Metoden gikk ut på å identifisere fundamentene med lik høyde fra snitt-tegninger, avgrense arealet av like fundamentene, gruppere dem, og så sette høyden for hver gruppe. Bluebeam regner så ut areal og volum som kan leses av, forutsatt at man har kalibrert forholdstallet til tegningen korrekt. Mengden armering settes til 100 kg/m^3 , fra Tabell 2.



Figur 7: Fundamentplan for Fidestunet

Tabell 5: Betongvolum og armeringsvekt for fundament.

Fargekode	Fundamenthøyde	Areal	Betongvolum	Armeringsvekt
	0,30 m	91,52 m ²	27,50 m ³	2750 kg
	0,35 m	139 m ²	48,70 m ³	4870 kg
	0,40 m	81,70 m ²	32,70 m ³	3270 kg
	0,45 m	134,66 m ²	60,60 m ³	6060 kg
	0,60 m	233,40 m ²	140,00 m ³	14000 kg
	0,75 m	46,30 m ²	34,70 m ³	3470 kg
		726,7 m²	344,20 m³	34420 kg

1.2.1.3 Fundamentberegning med forskalingslengder

Tegningsgrunnlag: Vedlegg A.

Den første metoden er rask for å vinne volum av betong, men sier ikke så mye om forskalingslengder for fundamentene. I Tabell 6 er det vist en annen metode hvor man får ut mer informasjon som kan brukes til kalkulering av forskaling. Tabell 7 viser areal og omkrets av bunnplatene til trappe- og heishus.

Tabell 6: Alternativ metode for beregning av fundament.

Fargekode	Fundament høyde	Fundament bredde	Løpemet	Areal
	0,30 m	1,0 m	11,2 lm	11,2 m ²
	0,30 m	1,2 m	5,1 lm	6,1 m ²
	0,30 m	1,4 m	14,5 lm	20,3 m ²
	0,35 m	1,3 m	18,2 lm	23,7 m ²
	0,35 m	1,5 m	77 lm	115,5 m ²
	0,40 m	2,0 m	4,5 lm	9,0 m ²
	0,45 m	2,2 m	61,1 lm	134,4 m ²
	0,60 m	2,0 m	4,6 lm	9,2 m ²
	0,60 m	2,8 m	64,5 lm	180,6 m ²
	0,60 m	3,0 m	14,5 lm	43,5 m ²
	0,75 m	3,2 m	6,4 lm	20,5 m ²
	0,75 m	3,8 m	7,8 lm	29,6 m ²
		Sum	290 lm	604 m²

Tabell 7: Areal og omkrets av bunnplater for trappe- og heishus.

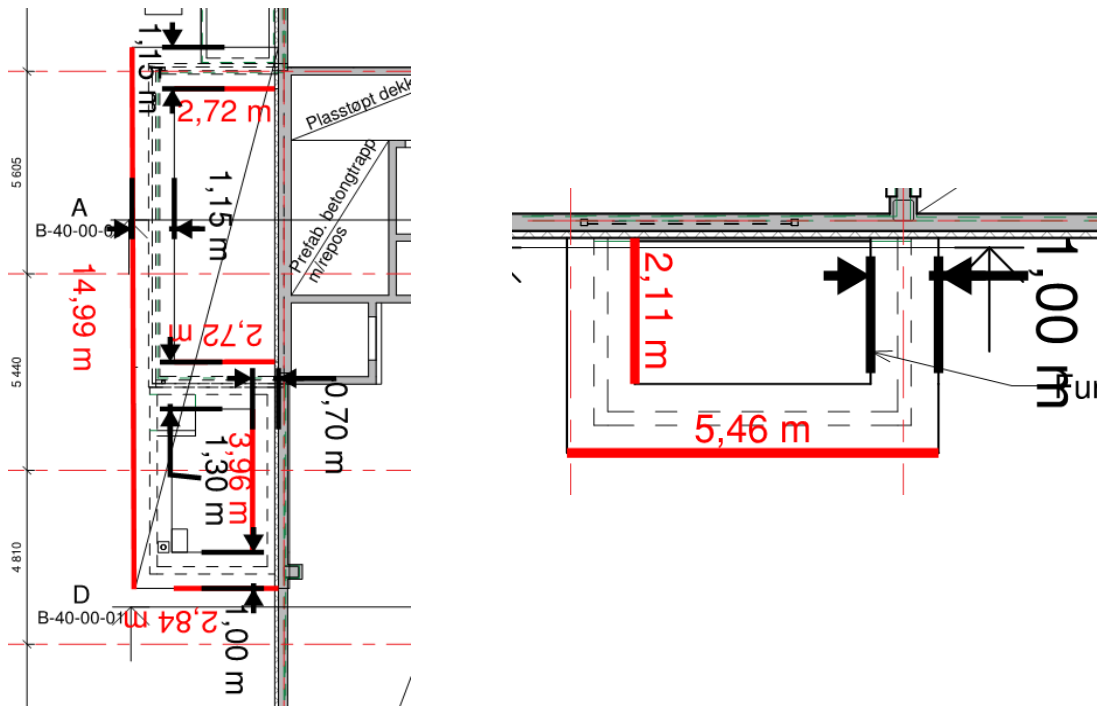
Fundament høyde	Areal	Omkrets av bunnplaten
0,30 m	55,3 m ²	32,5 lm
0,40 m	72,8 m ²	38,3 lm

Den første metoden gir totalt areal 726,7 m², mens den andre gir 731,7 m².

1.2.1.4 Fundament for inngangsparti

Tegningsgrunnlag: Vedlegg G og H.

Sålen til fundamentene til inngangspartiene i 1. etasje er 250mm høye. Såleveggene langs senterlinjen er 1,4 meter høy og 200mm bred. Metoden for beregning er den samme som i Tabell 6, tallene i tabellen er rundet av. Figur 8 viser lengder (rødt) og bredde (svart) for fundamentene. Armering til fundamentsåler og -vegger settes til 80 kg/m³, hentet fra Tabell 2.



Figur 8: Lengder og bredder av fundament for inngangspartier i 1. etasje. Skjermbilder fra Bluebeam.

Tabell 8: Betong- og armeringsmengde for fundamentsåler under inngangsparti.

Inngangsparti langs akse A				
Fundamentlengde	Bredde	Areal	Volum	Armering
2,7 m	1,15 m	3,1 m ²	0,8 m ³	64 kg
2,7 m	1,30 m	3,5 m ²	0,9 m ³	72 kg
2,8 m	1,00 m	2,8 m ²	0,7 m ³	56 kg
4,0 m	0,70 m	2,8 m ²	0,7 m ³	56 kg
15,0 m	1,15 m	17,3 m ²	4,3 m ³	301 kg
Inngangsparti langs Akse 1				
Fundamentlengde	Bredde	Areal	Volum	Armering
4,2 m	1,0 m	4,2 m ²	1,1 m ³	88 kg
5,5 m	1,0 m	5,5 m ²	1,4 m ³	123 kg
	Sum	39,2 m²	9,9 m³	760 kg

Tabell 9: Betongvolum og armeringsmengde av sålevegger.

Sålevegg	Lengde	Veggareal	Volum	Armering
Akse A	27,2 m	54,4 m ²	5,4 m ³	432 kg
Akse 1	9,7 m	19,4 m ²	2,0 m ³	160 kg
	Sum	73,8 m²	7,4 m³	592 kg

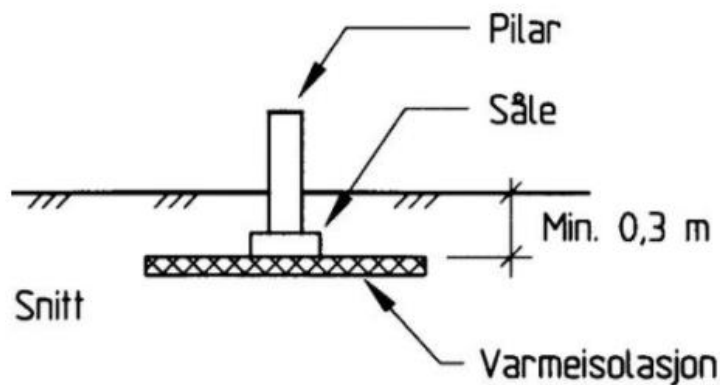
1.2.1.5 Fundamenter for stålsøyler

Tegningsgrunnlag: Vedlegg F og I.

7 Stålsøyler støtter opp under verandaene langs Akse A og Akse 1, henholdsvis 2 og 5.

Fundamentene er 1 x 1 m kvadrater, høyden er 250 mm for sålen og 1 meter for pilaren.

Pilarens tverrsnittdimensjon er 300 x 300mm. Armering 80 kg/m³. Se for betong, armering og forskaling av stålsøylefundamentene. Se Figur 9 for tverrsnitt av søylefundamenter og Tabell 10 for utregning av søylefundamentene.



Figur 9: Tverrsnitt av søylefundament [5].

Tabell 10: Betong, armering og forskaling av stålsøylefundamenter.

Fundamentdel	Areal (ovenfra)	Forskaling	Betongvolum	Armering
Pilarer x 7	0,63 m ²	8,4 m ²	0,63 m ³	50,4 kg
Såle x 7	7 m ²	7stk á 1 x 1 m	1,75 m ³	140 kg
		Sum	2,4 m³	190,4 kg

1.2.2 Bæresystemer

1.2.2.1 Søyler

Tegningsgrunnlag: Vedlegg H og I.

Det er planlagt bruk av prefabrikkerte betongsøyler i etasjehøyder for opplegg av prefabrikkerte betongbjelker, se Tabell 11 for liste over betongbjelker. De fleste av søylene i første etasje monteres på pilastrene støpt i kjelleretasjen. Søylene i 2. etasje monteres på bjelkene som holder oppe dekket til 1. etasje. Lengder og tverrsnitt av søylene er funnet ved å måle snitt-tegninger i Bluebeam. Det er 6 søyer med rundt tverrsnitt, disse står midt i et rom i sine respektive etasjer og undertegnede mener de gir et finere arkitektonisk preg enn firkantede søyer.

Tabell 11: Liste over prefabrikkerte betongsøyler.

Søyler i kjeller			
Akse	Søyletype	Antall	Lengde
E/1-4	Ø400	2	2680 mm
Søyler i 1. etasje			
Akse	Søyletype	Antall	Lengde
A/1-3+2,4	300x400	3	3970 mm
A/5-7	300x400	3	3970 mm
D/4-7	300x400	5	3970 mm
E/1-4	Ø400	2	3570 mm
E/1-4	300x400	2	3570 mm
F/1-2	300x400	3	3880 mm
G/4-7	400x400	4	3970 mm
J/2-7	400x400	5	3970 mm
Søyler i 2. etasje			
Akse	Søyletype	Antall	Lengde
A/1-3+2,4	300x400	2	3700 mm
A/5-7	300x400	2	3700 mm
D/4-7	300x400	5	3700 mm
E/1-4	Ø400	2	3380 mm
E/1-4	300x400	2	3380 mm
F/1-2	300x400	3	3270 mm
G/4-7	400x400	4	3270 mm
J/2-7	400x400	5	3270 mm

1.2.2.2 Stålsøyler

Tegningsgrunnlag: Vedlegg I og G.

7 stålsøyler til å støtte oppunder verandaene og 3 til å holde oppe hulldekker og betongtrappen i trappe- og heishuset i akse F-G. Liste over stålsøyler i Tabell 12.

Tabell 12: Stålsøyler.

	Antall	Lengde
HUP 100x100x8	3	4 m
HUP 120x120x8	7	4 m

1.2.2.3 Bjelker

Tegningsgrunnlag: Vedlegg F og G.

Hulldekker legges på prefabrikkerte betongbjelker med hyllehøyde 200 mm for typen LB og DLB. Bjelkehøyden er forutsatt hyllehøyde pluss dekketykkelse. Hulldekkene i prosjektet varierer mellom 265-500mm i tykkelse. 500mm hulldekke er over kjeller og plasseres på blokker og slisser i betongveggene. Oppleggslengden er anbefalt 100 mm for hulldekker med høyde mindre enn 290 mm, og 150 mm for større enn 290mm [15]. Største bredde av bjelketyper LB er 400mm inkludert oppleggslengden. Spesielle bjelker er DLB i akse E og LB i akse F som skal ha opplegg for HD265, derfor skal de ha oppleggslengde 100mm. Det er antatt at 1. og 2. etasje har like typer bjelker. Ved valg av bjelkelengder er det tenkt at de skjøtes over søyler.

Tabell 13: Liste over prefabrikkerte betongbjelker.

Bjelker for dekke over kjeller						
Akse	Bjelketype	Antall	Høyde	Bredde	Mengde	Enhet
E/1-4	DLB	1	465	600	8600	mm
E/1-4	DLB	2	465	600	5300	mm
Bjelker for dekke over 1. og 2. etasje						
Akse	Bjelketype	Antall	Høyde	Bredde	Mengde	Enhet
A/1-3+2,4	LB	4	600	400	8150	mm
A/5-7	LB	6	600	400	6300	mm
D/4-7	LB	8	600	400	6130	mm
E/1-4	DLB	2	465	600	8600	mm
E/1-4	DLB	4	465	600	5300	mm
G/3+3,5	HSQ	2	600	600	2000	mm
F/1-2	LB	2	465	400	9150	mm
G/4-7	LB	8	600	400	6160	mm
J/2-7	LB	10	600	400	6960	mm

1.2.2.4 Stålbjelker for verandaer

Tegningsgrunnlag: Vedlegg I og G.

To stålbjelker holder oppe verandaene, henholdsvis 1 hver. Stålbjelken langs verandaen i Akse A har bare to søyler, men er også støttet oppunder av veggene i inngangspartiet. Dimensjonen er antatt lik som i snitt-tegningene. Bjelkene som holder oppe hulldekket og betongtrappen i trappe- og heishus i Akse F-G er antatt samme dimensjon.

Tabell 14: Stålbjelker for verandaer og hulldekker.

Hvor	Bjelketype	Lengde
Trappe- og heishus F-G	3 x HE-A 280	3,4 m
Veranda langs Akse A	HE-A 280	15,4 m
Veranda langs Akse 1	HE-A 280	17,3 m

1.2.3 Avstivende konstruksjoner

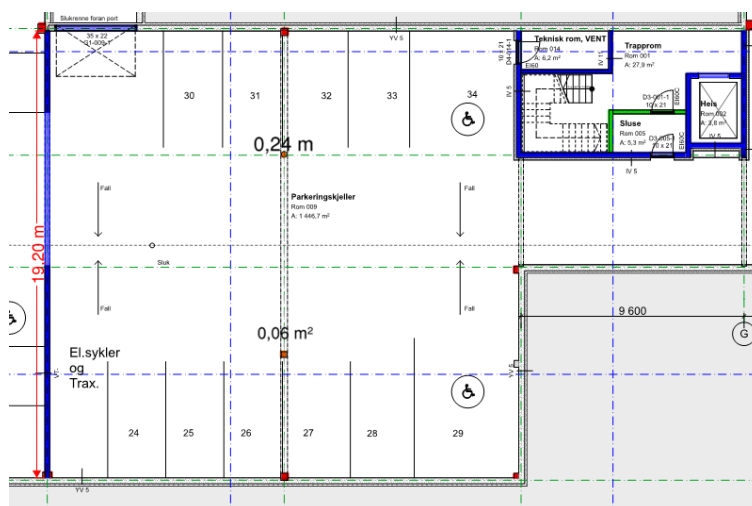
Tegningsgrunnlag: Vedlegg B, H og I.

Avstivende konstruksjoner er trapp- og heishus, samt noen innvendige betongvegger. Alle avstivende konstruksjoner er antatt plasstøpt. Det er også planlagt vindkryss noen steder i konstruksjonen, men disse er ikke tatt med. Trapp- og heishus i akse A-B/3-5 avsluttes i flukt med dekke til yttertak. HD400 dekket i yttertaket legges opp på betongveggen i akse D/1-4, veggen avsluttes derfor i underkant.

Betongveggen i akse G-J/6 må forsterkes for opplegg av bjelker mot ytterveggene.

Forsterkningen på hver side er målt i Bluebeam til 400x200 mm og avsluttes i underkant av bjelkene i akse G-J i 1. og 2. etasje. Forsterkningen i kjelleretasjen er inkludert i regnestykket til pilastrer, se kapittel 1.2.3.

For utregning av betongvolum regnes først brutto betongvolum for så å trekke fra utsparinger og åpninger. Utregning for avstivende bygningsdeler er i Tabell 15 og Tabell 16. Siden betongveggene er sammenhengende opp gjennom bygningen var det enklest å regne med høyde, lengde og bredde for å finne volumet. Mens for trappe- og heishus, med tilhørende vegger, er det enklere å bruke arealet sett ovenfra og høyden. I Figur 10 vises en av betongveggene og trappe-/heishus i akse F-G; det kan være kronglete å regne ut lengden av veggene i heishuset uten å regne dobbelt.



Figur 10: Bilde av betongvegg D/1-3 og Heissjakt F-G/2-4. Skjerm bilde fra Bluebeam.

Det kan være vanskelig å finne eksakte dimensjoner på utsparinger fra tegningsgrunnlaget. Arealet ovenfra finner man som regel fra plantegningene, men hvis det ikke er snitt-tegninger av området man leter etter er høyden ukjent. For betongveggen i akse D/1-4 var det tilgjengelige snitt-tegninger, men ikke for den andre veggen. Heldigvis i dette tilfellet er dørdimensjoner tegnet inn i plantegningen, som gir et nøyaktig nok bilde for utsparingene. Eksempelvis er den ene døren 25 x 21, så man kan trygt anta at den er 2500mm x 2100mm = 5,25 m². Armering for utsparinger trekkes ikke i fra totalen, det antas at ekstra armering brukes til å forsterke åpninger. Armering er 120 kg/m³ for betongvegger.

Tabell 15: Betongvolum og armering i avstivende vegger.

Akse	Bygningsdel	Lengde	Høyde	Tykkelse	Volum	Armering
D/1-4	Betongvegg	19,2 m	11,1 m	250 mm	53,3 m ³	6396 kg
	Arealet av utsparinger = 38,4 m ²			250 mm	9,6 m ³	1152 kg
G-J/6	Betongvegg	17,0 m	11,1 m	200 mm	37,4 m ³	4524 kg
G-J	Forsterkning x 8	0,4 m	3,2 m	200 mm	2,0 m ³	240 kg
	Arealet av utsparinger = 18,1 m ²			200 mm	3,6 m ³	432 kg
F/2-3	Betongvegg v/heis	4,66 m	10,8 m	200 mm	10 m ³	1200 kg
	Arealet av utsparinger = 0,24 m ²			200 mm	0,5 m ³	60 kg
G/2-3	Betongvegg v/heis	4,6 m	10,8 m	200 mm	9,9 m ³	1188 kg
	Sum				99,2 m³	15192 kg

Tabell 16: Betongvolum og armering for vegger i trappe- og heishus..

Akse	Bygningsdel	Areal	Høyde	Volum	Armering
A-B/3-5	Trappe-/heishus	5,51 m ²	11,5 m	63,4 m ³	7608 kg
Arealet av utsparinger = 3,51 m ²			2,1 m	7,4 m ³	888 kg
F-G/2-4	Trappe-/heishus	6,07 m ²	13,9 m	84,5 m ³	10140 kg
Arealet av utsparinger = 3,02 m ²			2,1 m	6,3 m ³	756 kg
Sum				134,2 m ³	19392 kg

1.2.3.1 Forskaling av avstivende vegger

Tabell 17 viser forskaling av avstivende vegger, arealet er multiplisert med to for å få tosidig forskalingsareal.

Tabell 17: Forskaling av avstivende vegger.

Akse	Lengde	Høyde	Areal
D/1-4	19,2 m	11,1 m	426 m ²
G-J/6	17,0 m	11,1 m	378 m ²
F/2-3	4,66 m	10,8 m	100 m ²
G/2-3	4,60 m	10,8 m	100 m ²

1.2.3.2 Utsparinger i avstivende vegger

Tabell 18 viser forskaling av utsparinger og åpninger i avstivende vegger. Utsparingene føres inn i mengdebeskrivelser med antall og dimensjoner.

Tabell 18: Forskaling av utsparinger i avstivende vegger.

Utsparing	Dimensjon	Antall
Vegg i akse D/1-4		
Åpning	66x21	1
Åpning	54x21	1
Dør	18x21	1
Dør	13x21	1
Vegg i akse G-J/6		
Åpning	21x21	1
Dør	12x21	1
Dør	25x21	1
Åpning	30x21	1
Dør	10x21	1
Vegg i akse F/2-3		
Dør	10x21	1
Dør	12x21	1

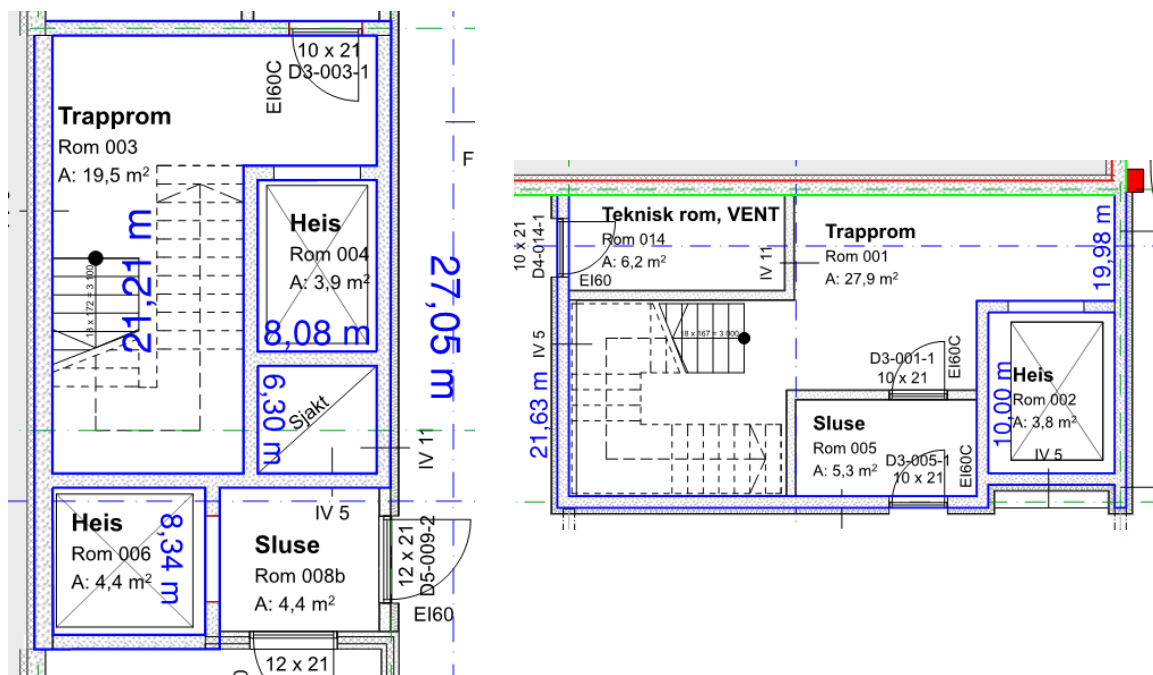
1.2.3.3 Forskaling av vegger i trappe- og heishus

Forskaling til trappe- og heishus beregnes ved lengden av veggflatene ganget med høyden av etasjene. Figur 11 viser lengder og hvor det er målt. Hvis man regner forskaling ved å måle én side av veggen må man multipliserer med 2 for å få tosidig forskalingsareal. Lengden i Tabell 19 er total lengde av alle veggflater, så det er ikke nødvendig med denne metoden.

Forskalingsarealet vises i Tabell 19.

Tabell 19: Forskaling av vegger i trappe- og heishus.

Trappe- og heishus	Lengde	Høyde	Forskalingsareal
Akse A-B/3+2,5-5	71 m	11,5 m	817 m ²
Akse F-G/3-4	51,6 m	13,9 m	717 m ²



Figur 11: Flatelengder i trappe- og heishus i akse A-B og F-G.

1.2.3.4 Utsparinger i trappe- og heishus.

I mengdebeskrivelser forskales utsparinger i antall og dimensjoner. Se Tabell 20 og Tabell 21.

Tabell 20: Utsparinger for trappe- og heishus i Akse F-G.

Utsparing	Dimensjon	Antall
Kjeller		
Dør	10x21	2
Heisdør	13x21	1
1. etasje		
Dør	14x21	2
Vindu	6x21	2
Heisdør	13x21	1
Åpning	18x21	1
2. etasje		
Dør	12x21	1
Dør	14x21	1
Heisdør	13x21	1
Vindu	6x21	2
Åpning	19x21	1
Teknisk rom på tak		
Dør	12x21	1
Dør	19x21	1
Heisdør	13x21	1

Tabell 21: Utsparinger for trappe- og heishus i Akse A-B.

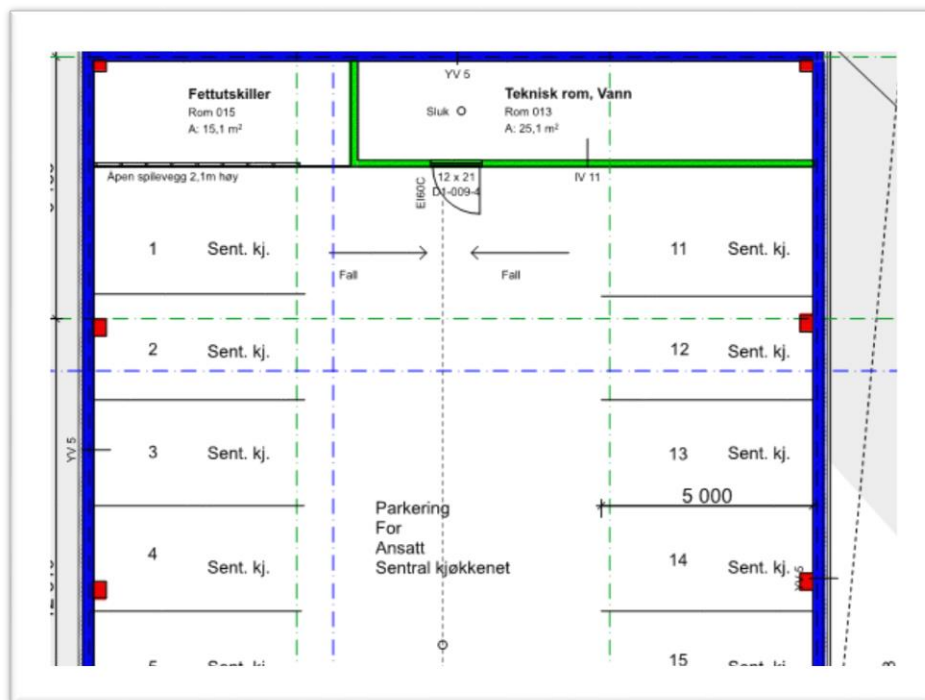
Utsparing	Dimensjon	Antall
Kjeller		
Dør	10x21	1
Heisdør	13x21	2
1. etasje		
Dør	14x21	1
Heisdør	13x21	2
Åpning	18x21	1
2. etasje		
Dør	12x21	1
Dør	10x21	2
Heisdør	13x21	2
Vindu	9x19	2

1.2.4 Yttervegger

1.2.4.1 Bærende yttervegger (betong)

Tegningsgrunnlag: Vedlegg B.

Det skal være bærende plasstøpte kjelleryttervegger under hele bygget med 250 mm tykkelse. Høyden på ytterveggene varierer litt mellom 3,10 m og 3,30 m, for å forenkle brukes middelverdien 3,20 m for samtlige yttervegger. Utregning er gjennomført ved å avgrense arealet til fotavtrykket til betongveggene, for så å legge inn høyden i Bluebeam. Eksempelet i Figur 12 viser kjelleryttervegger (blått) og pilastre (rødt). Man må også ta høyde for utsparinger, her er det bare innkjørselen til underetasjen som det må tas hensyn til. Det er ikke fratatt mengder i betongen for slisser fordi det er antatt at den ekstra mengden betong tilsvarer mengden for å støpe konsoller i overkant av andre vegger. Betongvolum for kjelleryttervegger og pilastre er i Tabell 22.



Figur 12: Merking av kjelleryttervegger og pilastre. Skjermbilde fra Bluebeam.

1.2.4.2 Pilastre

Pilastre støpes inntil kjelleryttervegger for montering av prefabrikkerte søyler i 1. etasje. Pilastrene skal avsluttes i underkant av hulldekke. Det er HD500 og HD265 som skal brukes til dekke over kjelleretasjen, men HD500 er dominerende i areal. Derfor velges samme høyde på pilastrene som om det skulle vært HD500 over hele dekket. Pilastrene starter på samme nivå som toppen av fundamentet, samme som kjelleryttervegger. Høyden er derfor 0,5 m

lavere enn middelverdien for kjellerytterveggene, altså 2,7 m. Samme metode som for kjellerytterveggene er brukt for å finne arealet av pilastrene.

Tabell 22: Betongvolum og armering i bærende yttervegger.

Bygningselement	Høyde	Areal	Volum	Armering
Kjelleryttervegger	3,20 m	64,59 m ²	213,15 m ³	19170 kg
Betong over utsparing	0,5 m	0,88 m ²	0,44 m ³	40 kg
Pilastrer	2,70 m	2,60 m ²	7,03 m ³	633 kg
		Sum	221 m³	19843 kg

1.2.4.3 Forskaling av bærende yttervegger

Når man regner mengden forskaling skal totalt veggareal brukes i mengdepostene, se Tabell 23. Om man velger å bruke senterlinjen eller utvendig og innvendig omkrets for å beregne arealet er opp til den enkelte. Husk at det er den projiserte flaten som skal beregnes.

Forskaling for pilaster, skal være separat fra ytterveggen. I Bluebeam er det ikke alltid så lett å regne fra senterlinjen fordi måleverktøyet «snapper» til betongstrukturen i tegningen, derfor måles innvendig og utvendig omkrets. Høyden på veggene er 3,2 meter. Det er én utsparing i ytterveggene, og det er innkjørselen som er 35x21.

Tabell 23: Forskalingsareal bærende yttervegger.

Bygningselement	Innvendig omkrets	Utvendig omkrets	Høyde	Forskalingsareal
Yttervegger	254 m	261 m	3,2 m	1648 m ²

1.2.4.4 Forskaling av pilaster, konsoller og slisser

Tabell 24 viser forskaling av pilaster, slisser og konsoller beregnes i lengder, dimensjonen defineres i mengdebeskrivelsen.

Tabell 24: Forskaling av pilastre, sliss og konsoll ved yttervegger.

Bygningsdel	Lengde	Dimensjon
Pilastrer	73 m	300 x 400
Sliss	121 m	150 x 500
Konsoll på trappe- og heisvegger	38,75 m	200 x 200

1.2.5 Bærende yttervegger (isolert bindingsverk)

Tegningsgrunnlag: Vedlegg E.

Det er bærende yttervegger av isolert bindingsverk for teknisk rom på taket. Veggen bygges opp lignende som de ikke-bærende ytterveggen da de har samme energikrav, men den bærende veggen bygges opp av 48x198 konstruksjonstrevirke. I det tekniske rommet skal det også settes opp to 150mm lettklinkerbetongvegger med puss på begge sider som støtter opp under stålplatetaket. Lengden av veggene er målt fra ytterkant slik at det er enklere å ta ut riktig mengde panel o.l. Utregning i Tabell 25.

Tabell 25: Areal og lengde av bærende yttervegg og bærende innervegg.

Bygningsdel	Type	Lengde	Høyde	Areal
Bærende yttervegg	250mm Iso-bindingsverk	63,1 m	3,1 m	196 m ²
To dører	DY-16 12x21	1,2 m	2,1 m	5 m ²
			Sum	191 m²
Bærende innervegg	150mm lettklinker	9,74 m x 2	3,1 m	41,8 m ²

De bærende innerveggene er ikke tatt med i totalt areal av bærende yttervegger. Arealet av veggflaten er tatt med fordi veggene skal ha puss på begge sider.

1.2.6 Ikke-bærende yttervegger

Tegningsgrunnlag: Vedlegg E, H og I.

Ytterveggene utføres som isolert bindingsverk med bekledding av trepanel, fasadeplater og teglforblending. Veggene skal oppfylle energikrav på $U \leq 0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, som tilsvarer ca. 300 mm isolert bindingsverk. Beregningen tar for seg yttervegg fra bekledding til, men ikke inkludert, innvendig dampsperre. 48mm av isolasjonen er antatt som påføring innenfor dampspennen og er derfor ikke tatt med. Standard stenderavstand på c/c 600mm. Tabell 26 viser utregning av areal for ikke-bærende yttervegger for de forskjellige etasjene.

Oppbygging yttervegg:

- 250 mm isolert bindingsverk av tre (48x148 mm dimensjon for stender, toppsvill og bunnsvill)
- GU (9,5mm gipsplate)
- Vindsperre
- Sløyfe (11x36)
- Lekter (48x36)
- Kledning

Bruttoarealet for ytterveggene er målt ved å regne omkretsen av bygget og høyden til etasjene. Ytterveggen i 2. etasje avsluttes i flukt med øvre kant på hulldekket på taket. Nettoareal finner man ved å trekke fra utvendige vinduer og dører. Parapet tas med i beregningen av yttertak.

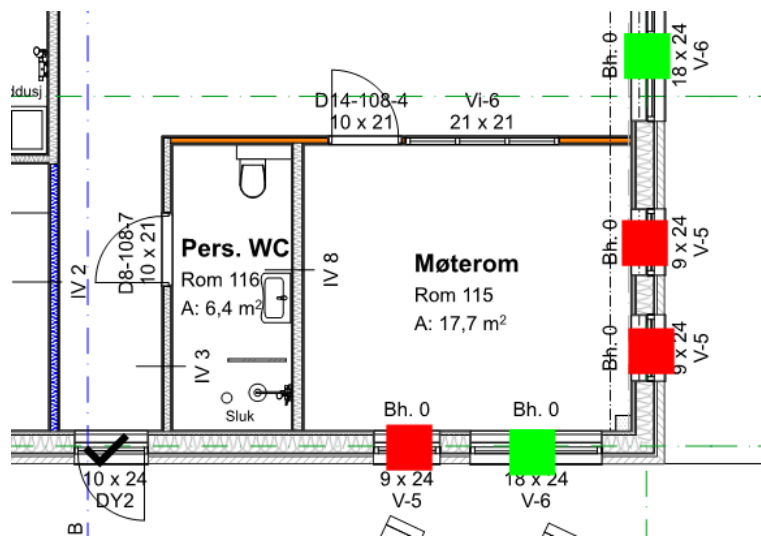
Tabell 26: Areal av ikke-bærende yttervegger.

1. etasje				
Bygningsdel	Type	Omkrets	Høyde	Areal
Yttervegger 1. etasje	250mm isolert bindingsverk	269 m	4,1 m	1103 m ²
Inngangsparti	250mm isolert bindingsverk	16 m	4,1 m	67 m ²
Vindus- og dørarealer	Se Vedlegg K	-	-	212 m ²
Glassfasade	30% fast og 70% glass	-	-	104 m ²
2. etasje				
Bygningsdel	Type	Omkrets	Høyde	Areal
Yttervegger 2. etasje	250mm isolert bindingsverk	269 m	3,8 m	1022 m ²
Vindus- og dørarealer	Se Vedlegg K	-	-	200 m ²
Glassfasade	30% fast og 70% glass	-	-	111 m ²
Trappe- og heishus på tak, akse F-G/3-4				
Bygningsdel	Type	Omkrets	Høyde	Areal
Yttervegg på tak	250mm isolert bindingsverk	40 m	3,1 m	124 m ²
Dørareal	1 stk. 12x24 og 1 stk. 19x24	-	-	11,5 m ²
Sum				1678 m²

1.2.7 Vinduer, dører og porter

Tegningsgrunnlag: Vedlegg C og D.

Yttervinduer og -dører finner man ved å telle antall forskjellige typer, så lenge anbudsgrunnlaget ikke inneholder et vindus- og dørskjema. Den mest nøyaktige måten å gjøre det på er å markere hver type for seg selv. Enten ved hjelp av et PDF-verktøy, se Figur 13, eller skrive ut plantegninger og markere dem selv. Et PDF-verktøy vil telle for deg, og man kan lage egne emner og markører for hver type. Tabeller for ytterdører og -vinduer er å finne i Vedlegg K.



Figur 13: Eksempel på markeringsverktøy. Skjerm bilde fra Bluebeam

1.2.7.1 Eksempel på vindus- og dørskjema

I Tabell 28 og Tabell 27 vises eksempel på hvordan et dør- eller vindusskjema kan se ut. Den store ruten er reservert for en tegning med dimensjoner. Noen underentreprenører vil for eksempel ikke gi pris på et oppdrag hvis de ikke får tilsendt et slikt skjema, og er noe som ofte mangler i anbudsgrunnlaget [9].

Tabell 28: Eksempel på dørskjema.

ID	
Slagretning	
Rev.	
Antall	
Størrelse	B= H=
Brannklasse	
Lydkrav	
U-verdi	
Sparkeplate	
Terskel	
Overflate	
Glass	
Hengsler	
Låssystem	
Nøkkelside	
Funksjonstype	
Ekstra utstyr	
Produsent	
Materiale	

Tabell 27: Eksempel på vindusskjema.

ID	
Rev.	
Antall	
Størrelse	B= H=
Brannklasse	
Lydkrav	
U-verdi	
Funksjonstype	
Glass	
Overflate	
Hengsler	
Låssystem	
Nøkkelside	
Beslag	

1.2.8 Dekker

1.2.8.1 Frittstående dekker

Tegningsgrunnlag: Vedlegg F, G og J.

Hulldekker leveres hovedsakelig med standard bredde 1200mm, men kortere bredder kan også bestilles [16]. Spennvidden varierer med bruksgrenselast og tykkelsen på tverrsnittet. Området rundt trappe-/heishus i akse A-B/4-5 og dekket i akse F-G/3-4 er spesielt. Derfor var det nødvendig å utarbeide en hulldekkeplan, se Vedlegg J. Planene er laget for dekket over kjeller, men breddene og nødvendige skjæringer i hulldekkene er forutsatt likt for de andre etasjene. Ved utregningen gjelder det å finne områder som passer inn med standardbredden til betongelementene. Fra et økonomisk standpunkt vil man at bygget bare skal bestå av hulldekker i standardbredde, men dette er ikke alltid mulig. Tabell 29, Tabell 30 og Tabell 31 inneholder lister over hull- og spenndekker.

Tabell 29: Liste over hulldekker i dekke over kjeller

Dekke over kjeller			
Type	Antall	Bredde	Spennvidde
HD500	38	1200mm	17300mm
HD500	13	1200mm	17150mm
HD500	2	1200mm	14500mm
HD500	5	1200mm	12350mm
HD500	1	650mm	17150mm
HD500	1	1200mm	10000mm
HD265	16	1200mm	9900mm
HD265	7	1200mm	10000mm
HD265	9	1200mm	9800mm
HD265	3	1200mm	9500mm
HD200	5	1200mm	6150mm

Første og andre etasjes dekkekonstruksjon er lik, derfor tas de med i samme tabell. I stedet for hulldekker er det planlagt spenndekker (SD) langs akse A-D og G-J i 1. og 2. etasje.

Spenndekker er hulldekker med spennarmert betong, som har lenger spennvidde.

Tabell 30: Liste over hulldekker i dekket over 1. og 2. etasje.

Dekke over 1. og 2. etasje			
Type	Antall	Bredde	Spennvidde
SD400	74	1200mm	16350mm
SD400	40	1200mm	16700mm
SD400	4	1200mm	15000mm
SD400	10	1200mm	11870mm
SD400	2	650mm	16700mm
SD400	2	1200mm	11560mm
SD400	2	950mm	16350mm
HD265	32	1200mm	9880mm
HD265	14	1200mm	9660mm
HD265	18	1200mm	9770mm
HD265	8	1200mm	9500mm

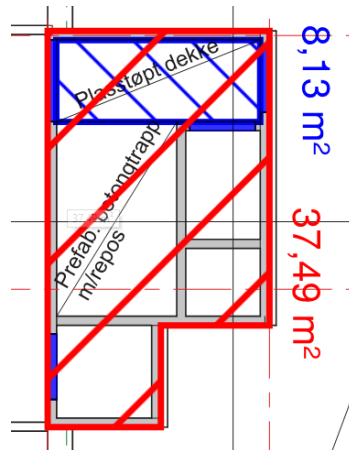
Tabell 31: Liste over hulldekker i trappe- og heishus i akse F-G/3-4.

Dekke i trappe- og heishus, alle etasjer			
Type	Antall	Bredde	Spennvidde
HD265	3	1200mm	9500mm
HD265	3	640mm	9500mm
HD265	6	1200mm	3290mm
HD265	3	1000mm	3290mm
Dekke for tak			
Type	Antall	Bredde	Spennvidde
SD265	8	1200mm	9800mm
SD265	1	550mm	9800mm

1.2.8.2 Plasstøpte dekker i trappe- og heissjakt

Tegningsgrunnlag: Vedlegg C

I trapperommet ved akse A-B/5 støpes 200mm betongdekke med opplegg for trapp (blå skravur) og 250mm betongdekke som avslutning av sjakten (rød skravur), se Figur 14. Dekket markert i blått er i dekket over kjeller og over 1. etasje. Det er ikke tilgang til taket fra denne sjakten, derfor støpes avslutningen som et solid dekke. Forskalingsmengden er flatearealet til dekkene. Betongvolum og armering for dekket er i Tabell 32.



Figur 14: Betongdekke i trapperom, akse A-B/5.
Skjerm bilde fra Bluebeam.

Tabell 32: Betongvolum og armering for plasstøpte dekker.

Bygningsdel	Areal	Volum	Armering
200mm betongdekke	2 x 8,13 m ²	3,3 m ³	396 kg
250mm betongdekke	37,49 m ²	9,4 m ³	1128 kg
Sum	53,8 m²	12,7 m³	1524 kg

1.2.9 Yttertak

Tegningsgrunnlag: Vedlegg E.

1.2.9.1 Primærkonstruksjon

Taket utføres som flatt kompakttak med innvendig taknedløp. For å oppfylle kravet til varmeisolering er det nødvendig med 400mm gjennomsnittlig EPS isolasjon, inkludert 30mm ubrennbar isolasjon over plastisolasjonen. Mellom hulldekker av betong og isolasjonen legges diffusjonssperre, og taket skal ha dobbel takteking. Taktekingen skal gå 20mm over parapet.

1.2.9.2 Stålplatetak over teknisk rom på tak i Akse A-D

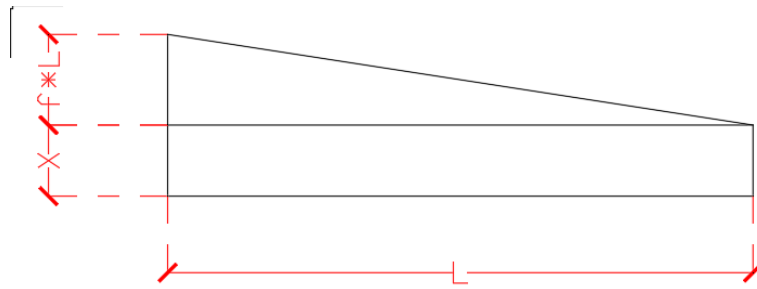
Taket legges opp på vegger av bindingsverk med spennvidde på rundt 9,5 meter. Taket skal ha samme gjennomsnittlige isolasjon som resten av yttertaket, fall på 1:40, to lag takteking og parapet. Ubrennbar isolasjon á 30mm mellom isolasjon og stålplatene som bærer taket, samt under taktekingen. Arealet av taktyper vises i Tabell 33.

Tabell 33: Areal av tak for forskjellige bygningsdeler.

Hvor	Type	Areal
Hovedtak	Kompakt tak	1510 m ²
Over heissjakt akse F-G	Kompakt tak	91 m ²
Takhatt ventilasjon	---	4,5 m ²
Over teknisk rom	Stålplatetak	193 m ²
Over inngangsparti	Kompakt tak	33 m ²

1.2.9.3 Parapet

Tykkelsen på parapet er forutsatt til samme som ikke-bærende yttervegger. For kompakte tak er det anbefalt 200-300mm høyde på parapet over taket [17]. Isolasjonstykkelsen er størst inntil parapet når taket utføres med fall. Et fall på 1:40 tilsvarer 2,5 cm/m. Avstanden fra parapet til et sluk på taket er 8,44m, som gir en høydeforskjell på ca. 21 cm. Tabell 34 og Tabell 35 viser henholdsvis utregning for parapet og areal av taktekke. Figur 15 viser tankegangen for hvordan høyden av isolasjonen ved parapet ble beregnet.



Figur 15: Visualisering av isolasjon på tak med fall.

$$\frac{f * L + 2x}{2} = \text{gj. snitt isolasjon}$$

f = fallforholdet

L = lengden fra parapet til sluk

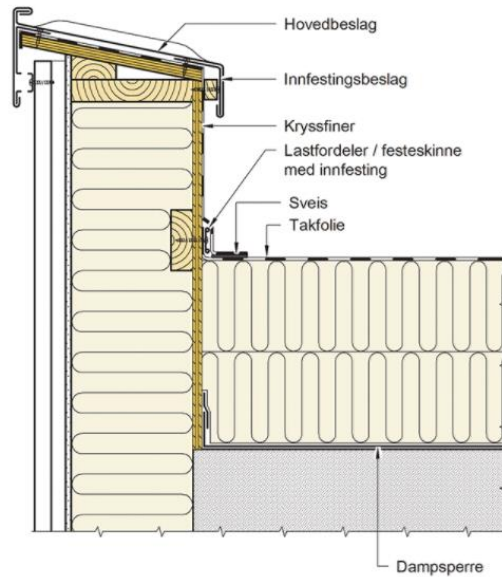
x = minste tykkelse isolasjon

Hvis man legger inn de kjente variablene og løser for «x» finner man minste tykkelse isolasjon.

$$x = 400\text{mm} - 0,5 * \frac{1}{40} * 8440\text{mm} = 295\text{mm}$$

Takhøyden ved parapet blir da 295mm+210mm = 505 mm. Hvis man velger høyde fra dekke til avslutning parapet på 400mm+200mm ville høydeforskjellen vært 95 mm, som er langt under Byggforsk sin anbefaling. Taket over 2. etasje er delt i tre deler, hvor to av dem har L=8,44m, mens den tredje delen har L=9,45m. L=9,45m gir isolasjonshøyde på 518mm. For å forenkle utregningen litt settes total parapethøyde på alle tak til 800mm. Høyde er fra toppsvill yttervegg, som ble valgt avsluttet i flukt med hulldekke. Parapet blir oppgitt i lengde og utvendig areal.

Taktekning skal gå 20mm over kanten på parapet og 200mm opp på ytterveggene rundt heissjakt i akse F-G og teknisk rom på taket. Kryssfinérplaten under beslaget antas å være 400mm lang. Eksempel på oppbygging av parapet i Figur 16.



Figur 16: Eksempel på oppbygging av parapet [18].

Tabell 34: Parapetlengde og ytterareal.

Parapet			
Hvor	Lengde	Høyde	Areal
Hovedtak	289m	0,8 m	231,2 m ²
Stålplatetak	63m	0,8 m	50,4 m ²
Heissjakt akse F-G	41m	0,8 m	32,8 m ²
Sum	393m	-	314,4 m²

Tabell 35: Areal taktekke.

Taktekning (dobbel lag)			
Hvor	Lengde	Høyde	Areal
Takflate	-	-	1790 m ²
Over parapet	393 m	280mm+400mm+20mm	275 m ²
Mot yttervegg	63m+20m	200mm	17 m ²
		Sum	2082 m²

1.2.10 Balkonger og trapper

1.2.10.1 Innvendige trapper

Innvendige trapper er forutsatt prefabrikkerte. Alle trappene er 1,2 meter brede, repos høyde er antatt 200mm. Dimensjoner for alle innvendige trapper vises i Tabell 36.

Tabell 36: Innvendige trapper

Akse A-B	Akse F-G
Kjeller til 1. etasje	
<ul style="list-style-type: none">• Trinndybde: 260 mm• Opptrinn: 172 mm• Antall trinn: 18• Repos: 3,8 m²	<ul style="list-style-type: none">• Trinndybde: 270 mm• Opptrinn: 167 mm• Antall trinn: 18• Repos: 1,7 m² og 2,18 m²
1. etasje til 2. etasje	
<ul style="list-style-type: none">• Trinndybde: 260 mm• Opptrinn: 172 mm• Antall trinn: 25• Repos: 3,2 m²	<ul style="list-style-type: none">• Trinndybde: 270 mm• Opptrinn: 167 mm• Antall trinn: 23• Repos: 1,5 m² og 1,5 m²
2. etasje til teknisk rom på tak	
	<ul style="list-style-type: none">• Trinndybde: 270 mm• Opptrinn: 168 mm• Antall trinn: 23• Repos: 1,5 m² og 1,5 m²

1.2.10.2 Balkonger

Balkongene bygges opp av trebjelkelag og stål bærekonstruksjoner i front. Trebjelkene boltes til ytterveggen i bakkant. Balkonggulvet består av vannfast sponplate med asfaltteking, avsluttes med trelemmer av impregnert terrassebord. Gipsplater på undersiden lektes ned 48 mm og avsluttes med fasadeplater. Balkongenes dimensjoner er gjengitt i Tabell 37.

Tabell 37: Balkonger

Balkong langs Akse A:	Balkongs langs Akse 1:
<ul style="list-style-type: none">• Areal: 55 m²• Lengde ut fra vegg: 3,3 m• Lengde langs vegg: 16,4 m	<ul style="list-style-type: none">• Areal: 73 m²• Lengde ut fra vegg: 4,6 m• Lengde langs vegg: 17,3 m• Åpning for trapp: 2,5 x 2,9 m

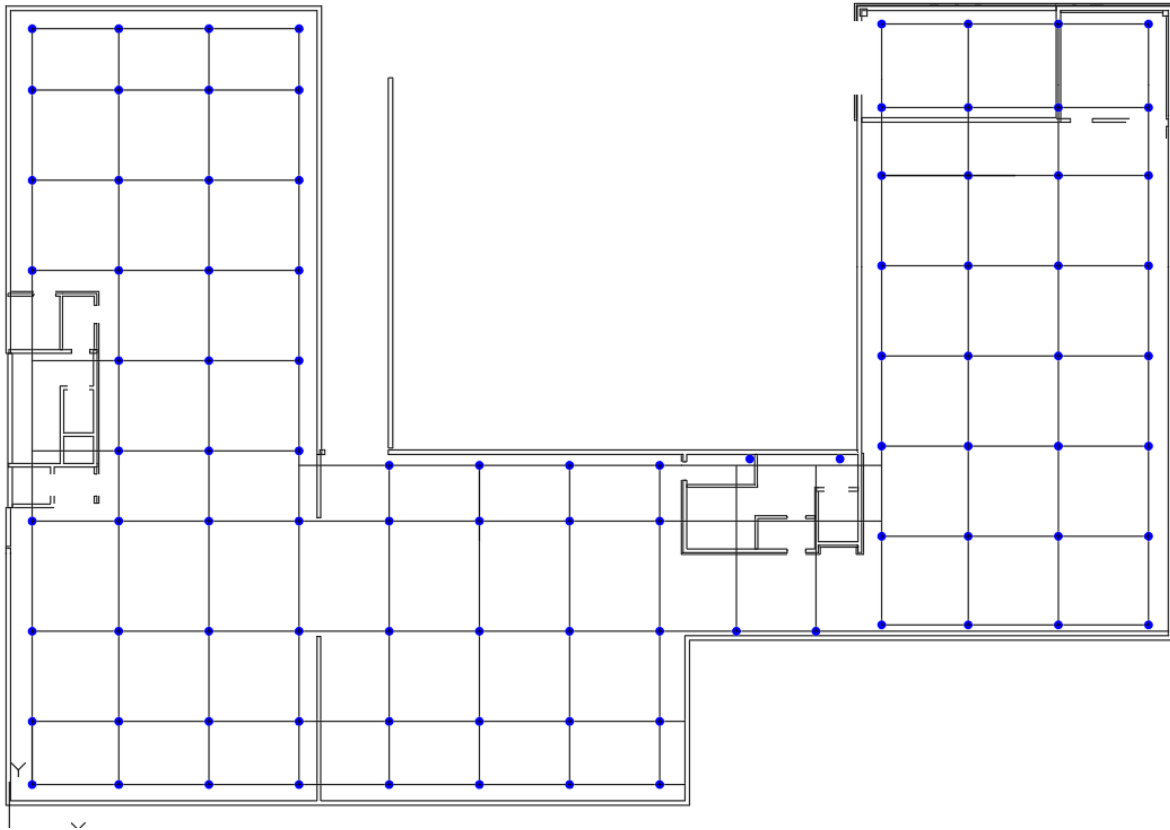
1.3 MENGDER I BYGNINGSDELSTABELLEN

Tabell 38: Sammendrag av mengdene i bygningsdelstabellen

Nivå 2	Nivå 3		Type	Mengde	Enhet
21	-	Grunn og fundamenter			
	211	Byggegropp	Masseuttak	9525	m ³
	216	Direkte fundamentering	Betong	344	m ³
			Armering	34420	kg
22		Bæresystemer			
	222	Søyler	Se Tabell 11: Liste over prefabrikkerte betongsøyler.		
	223	Bjelker	Se Tabell 13: Liste over prefabrikkerte betongbjelker.		
	224	Avstivende konstruksjoner (trappe-/heishus, betongvegg)	Betong	235	m ³
			Armering	34584	kg
			Forskaling	2538	m ²
23		Yttervegger			
	231	Bærende yttervegger	Betong	221	m ³
			Armering	19843	kg
			Forskaling	1648	m ²
			Bindingsverk	196	m ²
	232	Ikke-bærende yttervegger	Bindingsverk	1678	m ²
	233	Glassfasader	70% glass 30% fast	215	m ²
	234	Vinduer, dører, porter	Utvendig	417	m ²
24		Innervegger			
	241	Bærende innervegger	Lettklinkerbetong	19,5	m
25		Dekker			
	251	Frittstående dekker	Se Tabell 29, Tabell 30 og Tabell 31.		
			Betong	12,7	m ³
26		Yttertak			
	261	Primærkonstruksjon	Kompakt tak	1630	m ²
			Stålplatetak	193	m ²
	262	Taktekning	To lag	2082	m ²

1.4 ALTERNATIVT: BÆRESYSTEM I PLASSTØPT BETONG

Tegningsgrunnlag: Vedlegg B, H og G.



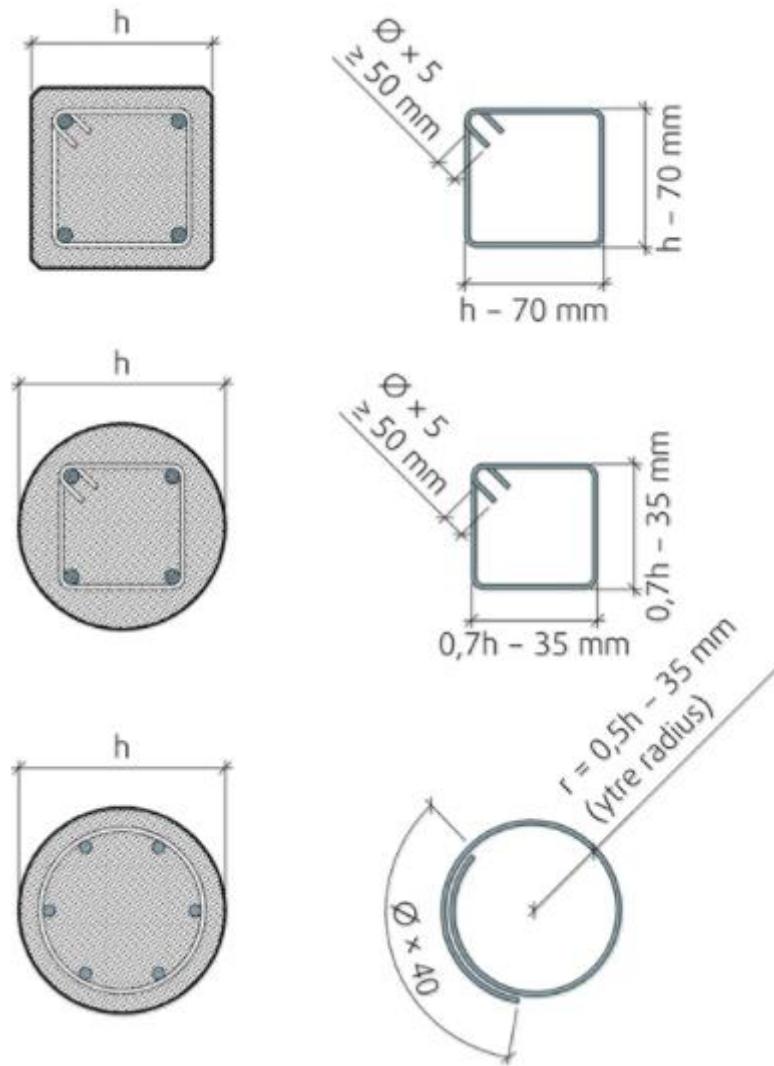
Figur 17: Alternativt søylegrid for bæresystem i plasstøpt betong. Skjerm bilde fra autocad

For å beregne mengdene i plasstøpt betong må det gjøres noen endringer i bæresystemet. Figur 17 viser et foreslått søylegrid modellert etter anbefalinger fra Byggforskserie 522.874 [19]. Bæresystemet er bygd opp for å gi et eksempel, og er nok ikke gjennomførbart i praksis. Spennvidden varierer fra 3-6 meter. Spriket i spennvidden kan mest sannsynlig bli lavere, men noen søyler ble flyttet på for å få litt mer åpent rom. Fundamentering endres til solid bunnplate, men er ikke tatt med i beregningen. Beregningene er vist i Tabell 39.

Det er forutsatt 250mm betongdekke som etasjeskillere. Søylerne støpes for hver etasje og har dimensjon $\text{Ø}400$, areal per søyle er ca. $0,13\text{m}^2$. Betongmengder for bærende yttervegger og trappe-/heissjakter er beregnet tidligere. Søylehøyder måles fra snitt-tegninger og dekkets areal måles fra ytterkanten av de bærende ytterveggene.

1.4.1 Armering

Armering i betongdekkene settes til 120kg/m^3 , i henhold til Tabell 2. For armering i søyler med $\text{Ø}400$ anbefaler Byggforsk $6\text{Ø}25$ for lengdearmering og $\text{Ø}10$ c375 for bøylearmering [20]. Lengdearmeringen går 200mm inn i dekket, over og under. For å finne armeringsvekt per kubikk betong beregnes en søyles gjennomsnittlige armering. Figur 18 viser hvordan man beregner bøylearmering i ulike søyleverrsnitt. Her velges spiralarmring for søylene.



Figur 18: Snitt av søyleverrsnitt med bøyle- og lengdearmering [20].

$$r = 0,5 * 400 - 35 \text{ mm} = \mathbf{165 \text{ mm}}$$

$$l = 10 * 40 \text{ mm} + 2 * \pi * 165 \text{ mm} = \mathbf{1436 \text{ mm}}$$

Vekt per meter for Ø10 kamstål er 0,617 kg/m, og 3,85 kg/m for Ø25[21]. I søyleender skal største tillate senteravstand reduseres med en faktor på 0,6. For å tilfredsstille kravet kan man legge inn en ekstra bøyle i hver ende [20].

$$\text{Antall bøylearmering} = 3200 \text{ mm} / \frac{375}{\text{mm}} + 2 = 10,5 \approx 11$$

$$\text{Armeringsvekt} = 6 * 3,600 \text{ m} * 3,85 \text{ kg/m} + 11 * 1,436 \text{ m} * 0,617 \text{ kg/m} = 83,4 \text{ kg}$$

$$\text{Gj. snittlig armering} = \frac{83,4 \text{ kg}}{0,13 \text{ m}^2 * 3,2 \text{ m}} = 200 \text{ kg/m}^3$$

Armering for utsparingene er ikke trukket fra total armering fordi den ekstra armeringen kan brukes til å forsterke åpningene.

1.4.2 Forskaling

Forskalingsarealet for betongdekkene er dekkets areal. Mengden forskaling som forutsettes leid tas ikke med i forbindelse med mengdeberegning til kalkylen. Det er produksjon- og arbeidsledere for betong som bestemmer hvor mye forskaling som skal leies inn. Er man satt til å lage en støpeplan kan man beregne hvor mye betong som kan støpes på en arbeidsdag med enhetstider og støpehastighet. For betongdekker vil et arbeidslag støpe ca. 700 m² per dag, forutsatt normalt arbeide på dagtid [22].

For søyler er det viktig å ha med antall, samt arealet av søylenes sideflate. Søylerarealet i Tabell 39 er arealet av tverrsnittet, ikke arealet av sideflaten.

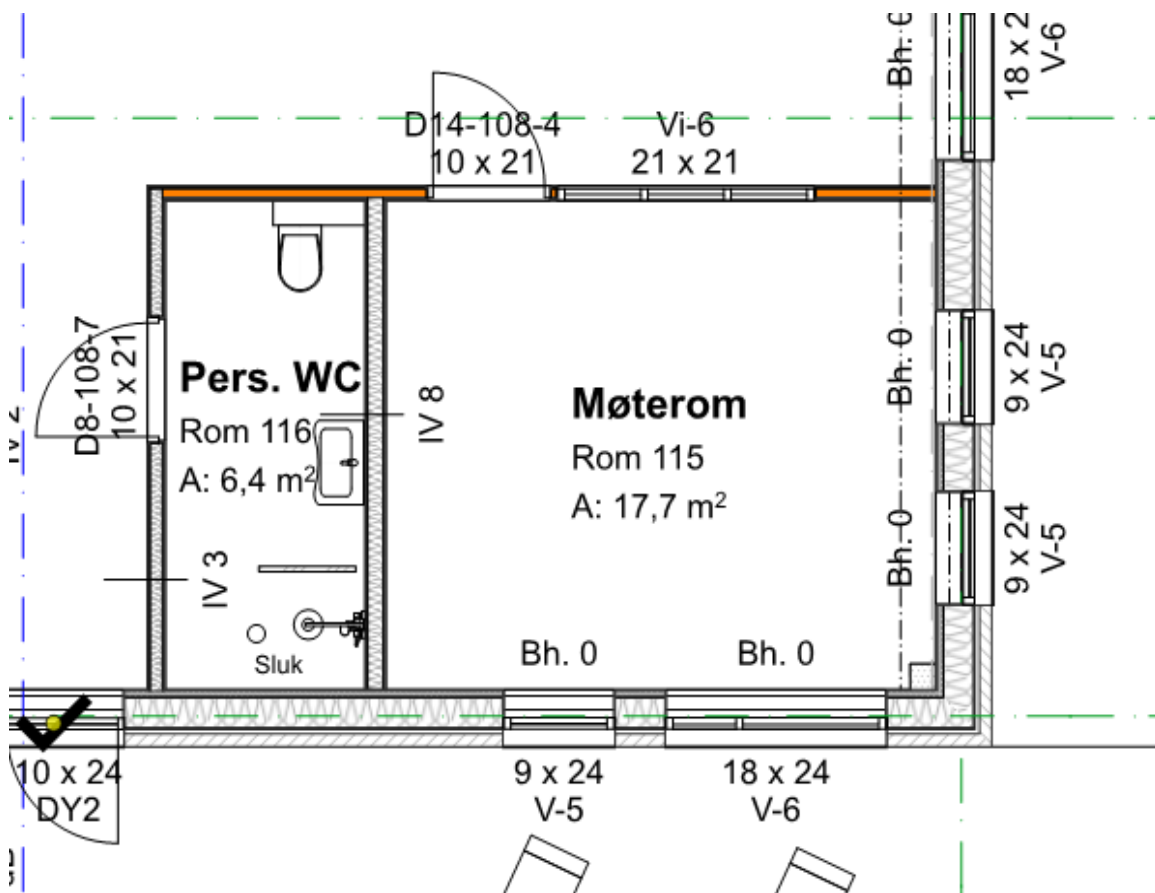
Tabell 39: Betongvolum og armeringsvekt for dekker og søyler i plasstøpt betong.

Kjeller				
Bygningsdel	Areal	Høyde	Volum	Armering
Søyler Ø400	94 stk. x 0,13 m ²	3200mm	39,1 m ³	7820 kg
Dekke over U1	1790 m ²	250mm	447,5 m ³	53700 kg
1. etasje				
Bygningsdel	Areal	Høyde	Volum	Armering
Søyler Ø400	94 stk. x 0,13 m ²	3670mm	43,4 m ³	8680 kg
Dekke over 1. etasje	1790 m ²	250mm	447,5 m ³	53700 kg
Utsparing for sjakter	7,7 m ²	250mm	2 m ³	-
2. etasje				
Bygningsdel	Areal	Høyde	Volum	Armering
Søyler Ø400	94 stk. x 0,13 m ²	3920mm	47,9 m ³	9580 kg
Dekke over 2. etasje	1790 m ²	250mm	447,5 m ³	53700 kg
Utsparing for sjakter	7,7m ²	250mm	2 m ³	-
		Sum	1469 m³	187100 kg

1.5 AKTIVITETER TILKNYTTET INNREDNINGSARBEIDER

Det er noen forutsetninger som må tas før aktivitetene listes opp. Figur 19 viser et møterom og bad i 1. etasje. Det er tatt noen forutsetninger for arbeidsoppgavene:

- Ytterveggene er ferdig, bortsett fra dampsperre og utlektet isolasjon.
- Yttervinduer mangler bare lister.
- Ventilasjon, strøm, vann og avløp er ført til rommet, men ikke koblet på.
- Virksomhetene rydder etter gjennomført arbeid.



Figur 19: Møterom og bad i 1. etasje.

I Tabell 40 er det en liste med oppgaver som skal gjøres for å fullføre innredningsarbeidet. I tabellen har hver sin virksomhet et tall for indikasjon av hvor mange oppgaver de har. For eksempel 5.1, som representerer betongarbeider og den første oppgaven.

Tabell 40: Aktiviteter tilknyttet innredningsarbeider

	Aktivitet	Materiale/kommentar	Virksomhet
1.1	Montere dampsperre yttervegg	PE-folie	Tømrer
1.2	Bindingsverk for lydvegg (oransje)	70 mm stålstendere	Tømrer
1.3	Bindingsverk for skillevegg mellom bad og møterom.	127 mm trestendere	Tømrer
1.4	Bindingsverk mellom bad og gang	98 mm trestendere	Tømrer
1.5	Montering av 2 lag gips på yttersiden av lydvegg	2 x 13 mm gipsplate	Tømrer
1.6	Montering av 1 lag gips på yttersiden av 98 mm vegg mot gangen	13 mm gipsplate	Tømrer
2.1	Påkobling ventilasjon møterom	Rørmontering over himling	Ventilasjon
2.2	Påkobling ventilasjon bad	Rørmontering over himling	Ventilasjon
3.1	Sprinkleranlegg	Rør og sprinklerhode	Rørlegger
3.2	Påkobling baderom til vann og avløp		Rørlegger
3.3	Montering av sluk	Fall mot sluk	Rørlegger
4.1	El-rør i ytter- og innervegger	K-rør og koblingsbokser	Elektriker
4.2	El-rør for strøm i tak	K-rør og koblingsbokser	Elektriker
4.3	Varmekabler i badegulv	Varmekabler	Elektriker
5.1	Påstøp bad	Betong	Betongarbeider
5.2	Tynnavretting møterom	Tynnavretting	Betongarbeider
1.7	Utlektet isolering yttervegg	48 mm mineralull	Tømrer
1.8	Isolering lydvegg	70 mm mineralull	Tømrer
1.9	Isolering skillevegg	127 mm mineralull	Tømrer
1.10	Isolering vegg mot gangen fra badet	98 mm mineralull	Tømrer
1.11	2 lag gips på skillevegg mellom bad og møterom	2 x 13 mm gips	Tømrer
1.11	2. lag gips på yttervegger	2 x 13 mm gips	Tømrer
1.12	Sparkling av skjøter mellom gipsplater		Tømrer
4.4	Trekking av kabler		Elektriker
6.1	Legge fliser på vegger bad		Flislegger

7.1	Male vegger i møterom	Maling med høy glans	Maler
1.13	Montere himling bad	Gipshimling	Tømrer
1.14	Montere himling møterom	Perforert gipshimling	Tømrer
7.2	Male himling bad		Maler
7.3	Male himling møterom		Maler
8.1	Legge gulv på bad	Vinyl	Gulvlegger
8.2	Legge gulv i møterom	Linoleum	Gulvlegger
1.15	Installere dører og vindu		Tømrer
1.16	Foringer og listverk		Tømrer

2 MENGDEBEREGNING OG KALKULASJON I BIM

2.1 GENERELT

BIM (byggningsinformasjonsmodellering) er en måte å visualisere byggverk og informasjon gjennom digitale modeller [23]. Istedenfor tradisjonell tegning med streker og linjer i CAD-programmer modellerer man bygningselementer til ikke bare en 3D visualisering, men også tilhørende informasjon om elementene. Etter hvert som prosjektet går sin gang tilføres det ny informasjon og detaljering til modellen. Det er mulig å bruke modellen i tidligfasen, til tross for lavere detaljeringsgrad. Viktige nøkkeltall som bygningens bruttoareal, antall parkeringsplasser eller salgbare arealer (BRAS) kan skrives ut og settes inn i lønnsomhetsmodeller. Dette er nyttig for byggherre ved planlegging, finansiering og for å sette budsjetttrammer. Annen informasjon som kan hentes ut er 2D-plantegninger, 4D-framdrift, mengdelister, dørskjema, vindusskjema, m.m. BIM vil også kunne direkte linke modellerte elementer til kalkyleposter i et kalkulasjonsverktøy, dette kalles 5D BIM [24].

2.2 BIM HOS ENTREPRENØREN

Områder hvor BIM kan gi en fordel for entreprenøren [25]:

- Konstruksjonsanalyser og kollisjonskontroll
- Mengdeuttak og kostnadsestimering
- Integrasjon mellom kostnads- og framdriftsplanlegging
- Prefabrikasjon av modellerte elementer
- Verifisering, veiledning og oppfølging av aktiviteter på byggeplass
- BIM som FDV-dokumentasjon

For at en BIM skal bli fullt utnyttet bør entreprenøren delta tidlig i prosjektet, eller søke ut byggherrer som foretrekker tidlig involvering. I tillegg til byggherre og entreprenøren kan også underentreprenører og leverandører inkluderes for å få det meste ut av en BIM. Mens noe av verdien i entreprenørens kunnskaper går tapt etter at forprosjektet er fullbyrdet vil BIM fortsatt gi fordeler i senere faser av prosjektet [24]. Noen entreprenører har dedikerte BIM-avdelinger som modellerer alle prosjekter for direkte uttak av mengder [26] [27]. Mens andre velger heller å BIME opp etter de har vunnet anbudet, for å spare kostnader [28].

Funksjonen og bruksområdet til bygningsmodellen vil avhenge av detaljeringsgraden. For kostnadsestimering må modellen ha tilstrekkelige detaljer om materialer i bygningselementene. Derimot ved framdriftsplanlegging, er det ikke nødvendig med en fullt så detaljert modell. Men den må inneholde midlertidige konstruksjoner som stillas og forskaling, samt planer for gjennomføring. Gjennomføringsplanene kan være rekkefølge på konstruksjon av vegger, eller hvordan dekker skal støpes. En annen fordel er å bruke BIM til kollisjonskontroll og for koordinering av arbeider på byggeplassen [24].

2.3 MENGDEUTTAK

Tiden en kalkulator bruker på mengdeberegning vil variere fra prosjekt til prosjekt, og etter kontraktstype. Kalkulatorerne har en kritisk rolle i byggeprosessen som går forbi det å bare ta ut mengder og kalkulere dem. Det handler også om å identifisere områder i prosjektet som er kostnadsbærere, for eksempel vanskelige arbeidsforhold og områder som krever unike metoder. Derfor kan det være hensiktsmessig å bruke BIM til å lette på arbeidsmengden forbundet med mengdeberegning. Og heller fokusere på viktigere oppgaver som å finstille innhentede tilbud fra underentreprenører [24].

En bygningsmodellering vil berikes med ny og mer detaljert informasjon relatert til hvor langt prosjektet er kommet i sin livssyklus, med forbehold om fokus på modellering. Det er for eksempel ugunstig å vente til slutten av forprosjektet før det er produsert et kostnadsestimat. Er estimatet over prosjekteiers budsjett må det forkastes, eller gjennomgå endringer for å redusere kostnadene. Informasjon om areal, volum, lengder, bygningstype, antall parkeringsplasser, spesielle arealer m.m. er nok til å gjøre et kostnadsestimat med enhetsprismetoden basert på markedspriser eller utførende entreprenørs erfaringstall. Alle BIM verktøy har evnen til å gi ut slike lister med for eksempel antall dører, areal av dekker og volum av betong. Ettersom modellen modnes vil det være mer detaljerte mengder som inkluderer kravspesifikasjoner og poster fra NS3420. En detaljert bygningsmodell kan redusere kostnader knyttet til anbudskalkulasjon, fordi den reduserer usikkerheten assosiert til menneskelig feil når det tas ut mengder [24].

Den viktigste egenskapen til en BIM som skal brukes til mengdeuttak er at den er konsistent. Hvis man er ute etter å få ut mengder med høy kvalitet er det nødvendig å tilføre informasjon med høy kvalitet. Er bygningsmodellen riktig utarbeidet har den evnen til å skrive ut raske og presise oversikter. Det er to metoder for å indentifisere mengder i modellen. Den første går ut på å regne ut mengder fra objektene geometri, mens den andre tar ut mengder fra objektene

attributter. Å lese ut mengder fra objektets geometri er mer kompleks enn den andre metoden. Det er fordi den andre metoden er mer avhengig av at det er brukt riktig metode ved tildeling av informasjon til objektene istedenfor BIM-verktøyets evne til å regne ut komplekse geometriske former, som er saken ved første metode [29].

2.4 OVERFØRING AV MENGDER FRA BIM TIL ET KALKULASJONSVERKTØY

Det er flere kalkulasjonsverktøy som brukes i Norge i dag, noen av dem er ByggOffice, MAP, VAP, Holteprosjekt og Excel. For å overføre mengder til forskjellige kalkulasjonsverktøy finnes det tre metoder [24]:

1. Eksportere bygningselementenes mengder til et eget kalkulasjonsverktøy

De fleste BIM-verktøy har muligheten til å skrive ut mengder fra modellen til et regneark eller en ekstern database. For mange kalkulatorer kan det være tilstrekkelig å bruke et standardisert Excel dokument for videre kalkulasjon av prosjektet.

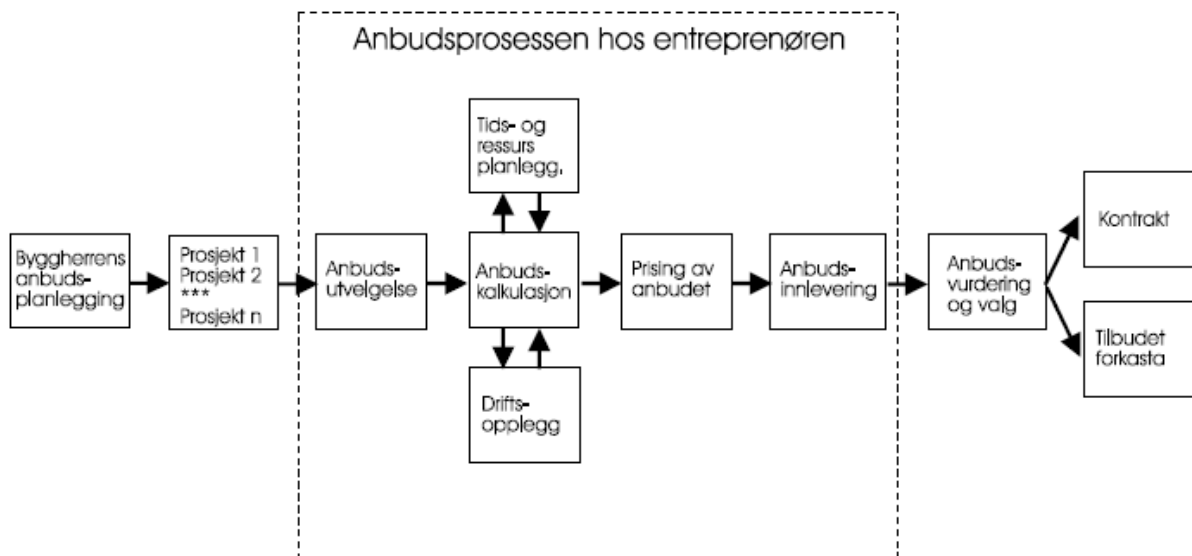
2. Linke BIM-verktøyet direkte til kalkulasjonsverktøyet

Den andre metoden går ut på å direkte koble mengdene i bygningsmodellen til et kalkulasjonsverktøy via en plug-in eller et program fra en tredje part. Et slikt verktøy knytter objekter i bygningsmodellen direkte til metoder, spesifikasjoner eller elementer i kalkulasjonsverktøyets egne estimeringspakker eller eksterne databaser som Norsk Prisbok. Dette inkluderer rekkefølge og ressurser nødvendig for å gjennomføre aktiviteter knyttet til objektet, enten det er arbeid på byggeplassen eller installering av prefabrikkerte elementer. Kalkulatøren har så mulighet til å manuelt sette inn tall for de oppgavene som relateres til objektet. For eksempel vil mengden betong til fundamenter skrives til kalkulasjonsprogrammet med tilhørende oppgaver som forskaling, legging av armering, støpning, herding og fjerning av forskaling. Ressurser og fysiske verktøy nødvendig for å gjennomføre aktiviteten, kan også være tilgjengelig i modellen for fremdrift- og kostnadsplanlegging.

3. Bruke et program som er spesifikt for mengdeuttak fra BIM

Det tredje alternativet er å bruke et spesialisert program som kan ta ut mengder fra BIM-verktøy. Dette gjør at kalkulatøren slipper å lære alle funksjonene i de forskjellige BIM-verktøyene. Slike verktøy er ikke fullt automatisert, som gjør det nødvendig å bruke manuelle metoder i tillegg.

3 ANBUDSPROSESSEN



Figur 20: Anbudsprosessen [30]

3.1 GENERELT

Anbudsprosessen er prosessen i en bedrift fra anbudsinnbydelsen er mottatt til det er inngått kontrakt med byggherre. Figur 20 viser hvor byggherren er involvert i anbudsprosessen og prinsippene rundt prosessen. Under er et eksempel på de forskjellige delene i en anbudsprosess hos entreprenøren, eksempelet er hentet fra Fjelldal & Moe (2009).

1. Registrering av anbudsinnbydelse
2. Utvelgelse av aktuelle anbud
3. Kostnadsestimering
4. Tids- og ressursplanlegging
5. Driftsplanlegging
6. Prising av anbud
7. Anbudsinnlevering
8. Kontraktsforhandling

3.2 BYGGHERRENS ANBUDSPANLEGGING

Alle anbud starter ved at byggherre har et bestemt behov, eller er blitt klar over et eksisterende behov hos andre. For å tilfredsstille dette behovet gjennom et byggeprosjekt må han først evaluere om han har tilstrekkelige ressurser eller kompetanse til å gjennomføre

prosjektet. Evalueringen vil avgjøre hvilken entreprisform som blir valgt, eller om prosjektet forkastes. Spørsmål byggherren kan spørre seg selv er:

- Er prosjektet realiserbart i et teknisk perspektiv?
- Er det gjennomførbart med mitt økonomiske grunnlag?
- Er det noen andre alternativer til finansiering? F. eks av andre enn meg selv.
- Har jeg tilstrekkelige ressurser eller kompetanse innenfor prosjektstyring og byggeledelse?
- Kan manglene mine dekkes ved å engasjere rådgivere/konsulenter?

For å svare på spørsmålene gjennomfører byggherren forprosjektering for å få en idé av omfanget og kostnadene til prosjektet. Byggherren vil så bestemme om prosjektet skal utvikles videre, med basis i forprosjektet. Det kan være flere runder med mer detaljert prosjektering avhengig av størrelsen på prosjektet. Ofte bruker byggherren konsulenter og rådgivere i planleggingen av anbudsbeskrivelsen. For eksempel er det egne konsulentfirmaer som prosjekterer de tekniske fagene (VVS, Tele og automatikk m.m.), da byggherre sjeldent har egen kompetanse på disse områdene [30].

Konkurransetype

Hvis byggherren ikke velger å direkte bestille fra en entreprenør, eller gjennomfører prosjektet selv, er det to konkurransetyper som kan brukes [30].

- Åpen anbudskonkurranse – Alle interesserte kan være med, hvis de oppfyller gitte kvalifikasjonskrav.
- Prekvalifisering – Bare et begrenset antall anbydere inviteres. Brukes for å finne frem til aktuelle og egnede entreprenører.

Konseptkonkurranser er en type prekvalifiseringskonkurranse som er vanlig hos arkitekter, men noen byggherrer bruker det for totalentrepriser. Da starter entreprenøren fra bunnen og involverer arkitekter, konsulenter og leverandører. Tidlig involvering gir bedre løsninger enn at entreprenøren må endre på arkitektens tegninger, som ikke alltid er gjennomførbare i praksis. Det er en ressurskrevende jobb, og vinner man ikke konkurransen kan man sitte igjen med et stort tap. I noen tilfeller får deltagerne som ikke vinner refundert noe av kostnadene de ble påført. Konseptkonkurranser er blitt kritisert for å gi byggherren mye gratis hjelp til prosjektering [31]. I konseptkonkurranser er det ikke implisitt at entreprenøren med laveste pris vinner, i noen tilfeller er evalueringskravene 20% pris og 80% andre krav [26].

3.3 REGISTRERING OG UTVELGELSE AV AKTUELLE ANBUD

Det er ressurs- og tidskrevende å regne på anbud. Hvis bedriften ikke vinner anbudskonkurranser sitter de igjen med bare utgifter. Utgiftene må i så fall tjenes inn av andre aktiviteter i bedriftens ordresreserve. Er ikke dette tilfellet må påslaget på fremtidige prosjekter øke, en slik situasjon er ugunstig når pris ofte er en av de viktigste faktorene byggherren vektlegger når han skal velge anbud. De fleste bedrifter kan ikke regne på alle anbud som kommer inn, derfor er det viktig å ha en strategi for å luke ut uinteressante anbud.

Anbudstrategien er viktig i anbudsutvelgelsen (fase 2) og prising av anbud (fase 6) [30].

Strategiens innhold kan er videre diskutert under.

3.3.1 Inntektsmuligheter med påslagets størrelse

Påslaget er hva bedriften vil tjene på prosjektet, størrelsen på påslaget varierer med risiko og hvor interessant prosjektet er. Er prosjektet spesielt interessant kan en velge å sette påslaget lavere enn normalt for å være mer konkurransedyktig og dermed få et bra prosjekt i porteføljen. Store bedrifter vil ikke levere et anbudstilbud på små kontrakter fordi påslaget så vidt dekker de faste kostnadene [28].

3.3.2 Kompetanse

Noen byggherrer setter krav til kompetanse fra lignende prosjekter. Dette gjelder spesielt for offentlige byggherrer ved bygging av for eksempel skoler, helseinstitusjoner og barnehager. Bedrifter ønsker derfor å sikre en jevn strøm med slike referanseprosjekter for å være konkurransedyktig [28]. Valg av prosjekt går ofte etter hva man er flink til. Anbud velges bort hvis man vet at et annet firma har spesialkompetanse på det feltet og mest sannsynlig vil levere et bedre tilbud. Da er det ingen hensikt i å ta del i konkurransen [31].

3.3.3 Ressurstilgang

I likhet med at bedrifter ikke legger inn tilbud på anbud med lave kontraktsummer trengs det også en vurdering på om bedriften har ressurser og kapasitet til å gjennomføre større og mer omfattende kontrakter [28]. Kapasitet hos kalkulasjonsavdelingen har noe å si for valget av anbud. Har avdelingen mye å gjøre fra før kan entreprenøren velge å prioritere private byggherrer fordi det er mindre arbeid å fremstille et tilbud. Offentlige byggherrer har som regel et mye større anbudsgrunnlag som krever mer arbeid, selv om gjennomføringen av prosjektet er likt som hos private byggherrer [32]. Lokasjonen til prosjektet påvirker

3.3.4 Organisasjon

Bedriftens måte å organisere anbudsprosessen internt med tanke på oppgavefordeling.

Entreprenører kan også velge prosjekter hvor målet er å utvikle organisasjonen. For eksempel at en ny prosjektleder får prøve seg på et prosjekt man ikke ville prioritert til vanlig [32].

3.3.5 Kundeforhold

Har en bedrift og en byggherre et godt forhold fra samarbeid i tidligere prosjekter vil terskelen for å fokusere på det anbudet være lavere. I andre situasjoner kan entreprenøren ha et datterselskap innenfor eiendomsutvikling. En anbudsinnbydelse fra datterselskapet vil mest sannsynlig prioriteres fordi det gagnar begge parter [28]. Det er mange entreprenører som har slike datterselskaper, så det er viktig å ikke havne i en boble med bare interne prosjekter. Da kan det for eksempel bli vanskelig å være konkurransedyktig hvis man prøver å komme seg inn igjen på anbudsmarkedet [8]. Det er ikke implisitt at entreprenøren gjennomfører prosjekter for datterselskapet. Hvis firmaet har nok å gjøre fra før av kan prosjektet utlyses til andre parter [1]. Man må også vurdere om en byggherre er en potensiell samarbeidspartner i fremtiden [30]. Engangsbygghefter kan bli valgt over potensielle flergangsbygghefter når prosjektet er spesielt interessant [8].

3.3.6 Markedsvurdering

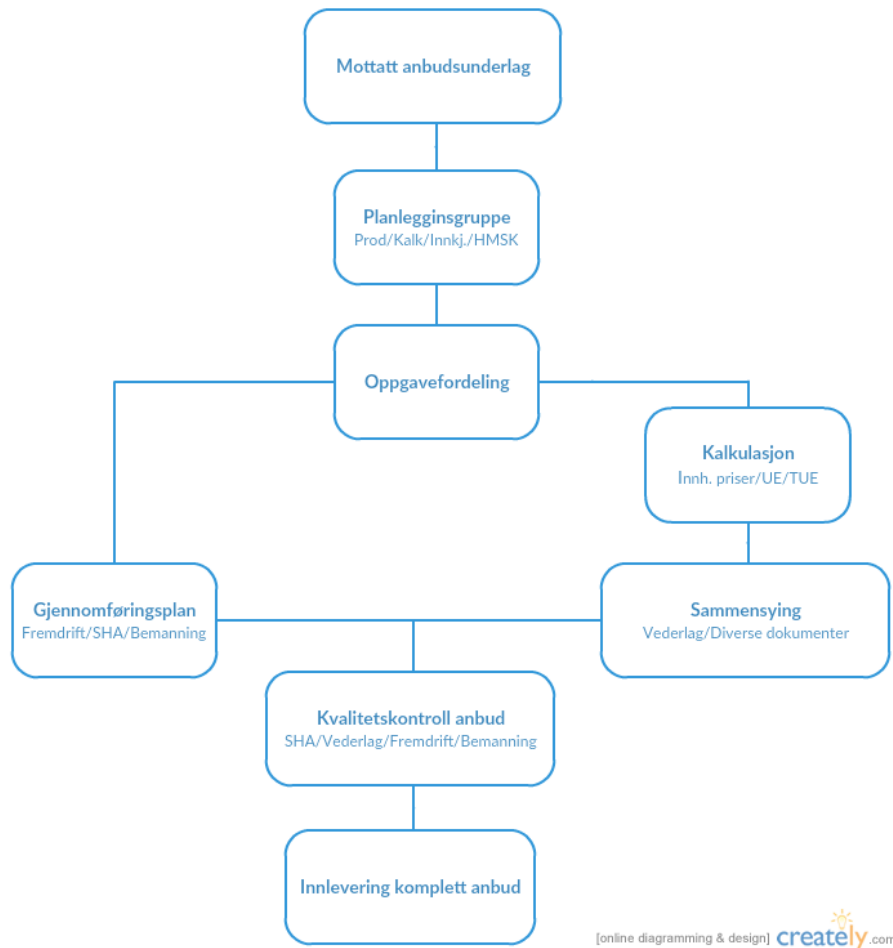
For å satse på de riktige prosjektene må bedriften følge med i markedet, og på situasjonen i anbudskonkurransen. Spesielt hvor bedriften ligger med tanke på prisnivå i forhold til konkurrentene. I tillegg må en se på prosjektets eksterne forhold, som hvilken kontraktstype eller om byggherren er en seriøs aktør [30]. Deltagelse på befaring av prosjekttomten kan gi en pekepinn på hvor mange som kommer til å være med i konkurransen, og ikke minst hvem. Om det er 20 bedrifter på befaring betyr ikke at alle kommer til å være med videre, det kan til og med hende at ingen velger å delta [9].

Markedet bestemmer hvor mange som deltar i konkurransene. Er markedet godt er det færre som deltar, fordi de har nok å gjøre fra før av. Men er det dårlig vil mange regne, og legge seg lavt, for å fylle opp ordreserven. Et dårlig marked gir byggherren mulighet til å få prosjektet billigere hvis entreprenørene er desperate nok [31]. For entreprenørene er det viktigere å ha prosjekter å jobbe med enn å la de ansatte gå uten arbeid [8].

Underentreprenørene er også påvirket av markedssituasjonen, og det er noe entreprenørene kan dra nytte av. Tilbud entreprenøren får tilsendt er ikke bindende, og gir rom for

forhandlinger før eller etter anbudet er levert. Er underentreprenørene sultne etter arbeid fordi markedet er dårlig, eller prosjektet er interessant, kan de legge seg lavere enn tilbudt. Slik kan entreprenøren få en fordel i konkurransen [1].

3.4 ANBUDSPROSESSEN HOS ENTREPRENØREN



Figur 21: Anbudsprosessen hos Ruta Entreprenør [1].

Entreprenørens prosess varierer fra firma til firma, alle har sin måte å gjøre det på. Men det starter alltid med å lese igjennom anbudet for å fange opp informasjon om kravspesifikasjoner og kostnadsbærere i prosjektet.

Deretter begynner arbeidet med å beregne eller prise mengder, avhengig av hvilken entrepriseform det er snakk om. For totalentrepriser er ansvaret for mengdene lagt på entreprenøren, mens for hoved- eller generalentreprise er det som oftest gitte mengdebeskrivelser som bare skal prises [32]. Hvis entreprenøren bruker BIM er modellering en av de første oppgavene de gjør når de mottar anbudsunderlaget [27]. Avhengig av hvor langt prosjektet er kommet før entreprenøren starter sitt arbeid kan de hente inn ekstern hjelp

til dimensjonering av for eksempel bæresystem, tekniske installasjoner og grunnarbeid. Men det er avhengig av hvor god tid de har. Entreprenøren kan for eksempel velge å outsource mengdeberegningen til et spesialistfirma hvis de mangler kapasitet [8]. Delen som outsources er som regel arkitektfagene, innervegger, tak, vinduer og lignende. Det skjer også at entreprenører inngår avtaler om å dele regningen for mengdene [31]. Tekniske fag, rigg og drift, bæresystem, og grunnarbeider er kostnadsbærere, og de viktigste å fokusere på, samt ofte de første tilbudene man sender ut til underentreprenører.

Noen entreprenører har egne fagarbeidere og regner derfor med enhetstider i tillegg. Andre som utelukkende bruker underentreprenører får fremdriftstall i tilbudene de henter inn. Hvis det er poster de ikke får inn tilbud på, eller det er knapt med tid, må kalkulatørene bruke erfaringstall i form av enhetspriser eller sin egen kompetanse til å estimere en pris [8]. Man vil ikke levere et anbud med uprisede poster, de får man ikke betalt for hvis man vinner konkurransen [32]. For å sikre at prisen man får fra underentreprenører er korrekt bør man helst få inn 3-5 tilbud. Da kan man luke ut eventuelle underentreprenører som har lagt seg unormalt lavt eller høyt. Det er kalkulatøren som setter evalueringskravene. Pris er som oftest den største faktoren, men fremdrift er også viktig. Det er forskjell på hvordan underentreprenørene jobber i forskjellige deler av landet. I noen områder vil ikke underentreprenøren gi tilbud med mindre de har fått mengde tilsendt, mens andre foretrekker å mengde selv [7].

Tilbud bør sendes ut så raskt som mulig, for det er en av oppgavene som tar lengst tid og den man vil bruke mest tid på. Det kan være så mange som 15 fag å sende ut forespørsler til. Hvert av de fagene trenger kravspesifikasjoner, tegninger og eventuelt mengder for å kunne gi tilbud til entreprenøren [28]. Tilbudene som sendes ut først er de fagområdene som tynger mest [7]. Mens tilbudene prises fortsetter kalkulatøren å beregne bygget og sette inn tall i kalkylen. En kalkulator kan velge å prise hele kalkylen før alle tilbudene er kommet inn. Slik sikrer man at poster som ikke ble priset i tilbudene inkluderes, og det gir et ekstra grunnlag for å evaluere innkommende tilbud [8]. Når alle tilbud er kommet inn ferdigstilles kalkylen ved å sette påslag og vurdere total risiko for prosjektet. Anbud er en av de viktigste inntektskildene til entreprenørene og derfor deltar ledelsen når det settes påslag [7]. Påslaget skal dekke faste kostnader, usikkerhet og fortjeneste [30].

3.5 ANBUDSLEVERING

Det er regler og bestemmelser for hva et anbud skal inneholde og hvordan det skal leveres. Kravene er fastsatt av NS8400 [33].

- Anbudstilbudet skal leveres i lukket konvolutt og merket slik oppdragsgiveren har foreskrevet. Leveres ikke anbudet rettidig skal anbudet forkastes og sendes tilbake uåpnet. Rettidig er definert som at anbudet er kommet frem til leveringsadressen før fristen utløper, eller senest sendt dagen før med kvittering fra posten som bevis.
- Det skal medfølge et forpliktende tilbudsbrev underskrevet av anbyder. Brevet skal inneholde pris og eventuelt leveringstid, alternative tilbud, forbehold m.m. Konkurranses grunnlaget kan gi bestemmelser på bruk av tilbudsskjema istedenfor tilbudsbrev.
- Tilbudet skal være komplett. Der det er poster uten spesifisert pris vil det bli antatt at prisen er innkalkulert under andre poster med mindre annet er angitt i anbuds brevet.
- Så lenge anbudskonkurransen ikke skal avgjøres på grunnlag av pris, og eventuelt byggetid alene, er det adgang til å gi tilbud på alternative løsninger enn det som kommer frem i konkurransegrunnlaget.

3.6 ANBUDSVURDERING HOS BYGGHERREN

Etter fristen for innlevering vil byggherren åpne anbudene. Samtlige anbydere har lov til å være tilstede, med mindre byggherren har fastsatt lukket tilbudsåpning. Er tilbudsåpningen lukket må dette fremgå i konkurransegrunnlaget [33]. Til tross for at NS8400 fastsetter at anbyder har lov til å delta, er lukket tilbudsåpning det vanligste. For offentlige byggherrer deltar to interne representanter for å signere åpningsprotokollen [1]. Alle forhandlinger mellom byggherre og anbydere må opphøre før anbudene åpnes, forhandlinger kan fortsette etter at anbudskonkurransen er over. En møteprotokoll fra tilbudsåpningen sendes alle anbydere etter konkurransen, protokollen inneholder anbydernes navn, tilbudspris og eventuell leveringstid tilbudt. Byggherren kan kontakte anbydere for å oppklare punkter som er uklare, anbyder har da mulighet til å gi mer informasjon om anbudet uten at det betraktes som forhandlinger [30].

Byggherren vil evaluere anbudene grundig etter kriterier satt i kravspesifikasjonene for å vurdere hvilket som er mest fordelaktig. Byggherren har anledning til å forkaste anbud som ikke tilfredsstillt kravene, til og med samtlige anbud i konkurransen. Grunner for å forkaste

et anbud kan være at prisen er betydelig høyere enn byggherren forventet, for sen innlevering eller anbudet er i strid med bestemmelser i konkurransegrunnlaget [33]. Noen vanlige evalueringskriterier:

- Pris
- Kompetanse (Erfarne prosjektledere, organisasjon)
- Tekniske løsninger
- Leveringstid
- Forbehold
- Kapasitet
- Firmaets økonomi
- Referanseprosjekt

Et anbud er bindende i 30 kalenderdager etter innlevering, med mindre det står noe annet i anbudsgrunnlaget. Anbyderne vil få beskjed av byggherren om utfallet av konkurransen før vedståelsesfristen, det vil også bli sendt melding hvis alle anbud forkastes. Hvis anbyder ikke vinner konkurransen vil ikke tilbudet lenger være bindende. Anbyder som vinner konkurransen vil normalt inngå kontrakt med byggherren [33].

4 ANBUDESKALKULASJON

4.1 KALKYLEBEGREPER

4.1.1 Forhåndskalkyler

I en forhåndskalkyle regner man på fremtidige arbeider som skal gjennomføres. Denne kalkylen setter grunnlaget for videre budsjettering og finansiering i senere faser. Metodene i en forhåndskalkyle trenger ikke være avhengig av en detaljert prosjektering for å gi tilstrekkelig nøyaktige resultater. Derfor foretrekkes forhåndskalkyler tidligere i prosjektets faser, hvor prosjektgrunnlaget er begrenset [6]. Ordene kalkyle og forhåndskalkyle betyr det samme, det å utføre en beregning av pris på et fremtidig arbeid eller anbud. Kalkulasjonen av et anbud eller tilbud resulterer i en forventet kostnad og kan derfor ikke sees på som absolutt pålitelig. Den reelle kostnaden blir ikke synlig før man gjennomfører en etterkalkyle [30].

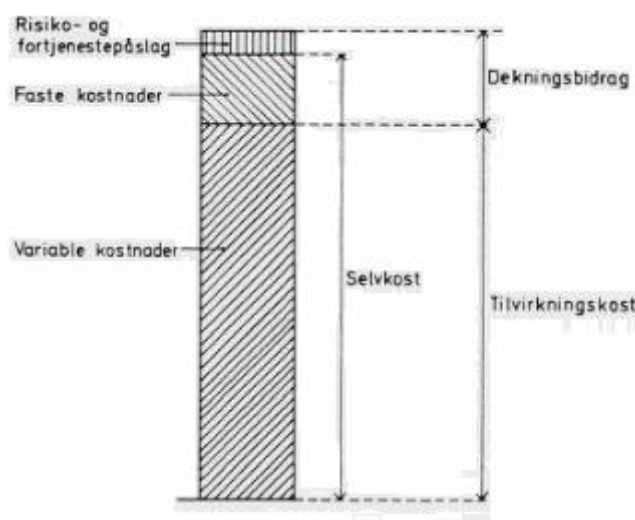
4.1.2 Etterkalkyler

En etterkalkyles hensikt er å sjekke tidligere forhåndskalkyler og bidra med erfaringstall til senere prosjekter. I motsetning til en forhåndskalkyle er hele grunnlaget for kalkylen nå kjent. Ressursforbruk og kostnader hentes fra regnskapet registrert under produksjonen og gjennomføres med samme detaljkrav som forhåndskalkylen. Kalkylemetoden man velger å bruke er derfor viktig, fordi den må passe produksjonsformen [30].

Det er viktig å bruke lik kontoplan for alle kalkyletypene slik at sammenligningen mellom kalkylene blir relevante, dette gjelder også fra prosjekt til prosjekt. Denne typen kostnadsoppfølging er essensiell for å sjekke om det forventede resultatet fra forhåndskalkylen var riktig [30].

4.2 KOSTNADSTYPER

Når en bedrift kalkulerer et tilbud eller anbud vil de få et forventet resultat, eller en forventet kostnad, på arbeidet. Nøyaktigheten til resultatet varierer med hvilken metode man velger å bruke (arealprismetoden, detaljkalkulasjon, etc.) og hvor detaljert man velger å kalkulere. Gjennomførbarheten til en metode avhenger av kjennskap til din bedrifts erfaringsdata for ressursbruk og hva det koster [30].



Figur 22: Forholdet mellom påslag og faste-/variable kostnader [6].

Forventede kostnader deles inn i to hovedgrupper, faste og variable kostnader. Vi deler opp kostnadene fordi de har forskjellig virkning på økonomien og gir bedre oversikt over hvilke kostnader som påvirker prosesser i produksjonen. Samlebetegnelse for variable- og faste kostnader defineres som selvkost og er det vi kalkulerer ved anbudskalkulasjon [30]. Se Figur 22 for visuell presentasjon av de forskjellige kostnadstypene.

4.2.1 Faste kostnader

Faste kostnader går også under navnet hovedadministrasjon. Det er kostnader som er uavhengig av hva man produserer ute på byggeplassen. Faste kostnader utgjør 10-20% av de totale prosjektkostnadene og er derfor ikke den største bidragsyteren til høyere risiko i anbudskalkulasjonen. Det er ikke uvanlig at faste kostnader beregnes sammen med dekningsbidraget. Dekningsbidraget er summen faste kostnader og risikotillegg (påslag), sistnevnte skal sikre at bedriften tjener på prosjektet. Dekningsbidraget kan variere fra 10-20% avhengig av type bygg, kompleksitet og lokale forhold [6].

Under er forskjellige typer faste kostnader [30]:

- Kontorutgifter som husleie, rekvisita, renhold, strøm, internett o.l.
- Lønn for administrasjonspersonale som kontorsekretær, regnskapsfører, personalavdeling, daglig leder o.a.
- Bilkostnader
- Verktøy, maskiner
- Leiekostnader til lagerarealer m.m.
- Avskrivninger på produksjonsutstyr og inventar

4.2.2 Variable kostnader

Variable kostnader står for 80-90% av den totale prosjektkostnaden og kan direkte knyttes til prosesser i prosjektet. Noen av de variable kostnadene kan være vanskelig å relatere til spesifikke oppgaver. Det er derfor viktig å definere kostnadene for at de ikke skal glemmes eller beregnes dobbelt. I noen tilfeller kan entreprenøren levere tilbud under selvkost, dette er risikofyllt og bør ikke gjøres med mindre faste kostnader dekkes av andre prosjekter hos bedriften. Et insentiv for å levere et slikt tilbud er at prosjektet kan senere brukes som referanseprosjekt i anbudskonkurranser, eller for å sikre at det er prosjekter å jobbe med i dårligere tider [6].

Under er forskjellige typer variable kostnader [30]:

- Materialkostnader
- Lønn til produserende, f. eks. håndverkere, maskinførere og formenn
- Sosiale utgifter som arbeidsgiveravgift, feriepenger, o.a.
- Innkjøpte tjenester som leiarbeidere, underentreprenører, o.l.
- Byggeplassforsikring
- Garantistillelse
- Byggeledelse

4.2.3 Fortjeneste

Etter at selvkostkalkylen er beregnet er neste oppgave å se på fortjenesten bedriften vil få for arbeidet. Denne fortjenesten kan vise seg enten som brutto- eller netto fortjeneste. Hvis bedriften bare har beregnet variable kostnader vil man legge til brutto fortjeneste, som dekker både faste kostnader og netto fortjeneste. Brutto fortjeneste er det samme som dekningsbidraget i Figur 22. Det gir ikke et korrekt bilde av bedriftens reelle fortjeneste,

derfor må bedriften få med både variable og faste kostnader, for så å legge til netto fortjeneste. Netto fortjeneste er representert av risiko- og fortjenestepåslag i Figur 22. Før et tilbud leveres er det viktig å inkludere merverdiavgift, da all kalkyle gjennomføres uten avgifter [30].

4.3 KALKYLEOPPSETT

Å kalkulere et prosjekt bruker både ressurser og tid som ellers kunne ha vært brukt på andre aktiviteter. Derfor er det viktig å få så mye ut av kalkylen som mulig, ikke bare pris. En god kalkyle vil også gi et grunnlag for:

- Materialer
- Timebruk
- Hvor mye mannskap som er nødvendig
- Framdriftsplaner
- Etterkalkyler

4.3.1 Kontoplan

For å gjøre kostnadsstyring under prosjektet enklere bør man lage en kontoplan. NS3453 gir et eksempel på en fremstilling av en generell kontoplan, som vist under i Tabell 41. I kontoplanen plasseres både reelle og kalkulerte kostnader i henhold til gruppen den hører til. I NS3453 er det flere nivåer enn vist i Tabell 41, det mest detaljerte nivået er kontonivå 3. For å finne kontonivåer lavere enn 1 for *entreprisekostnad* (ekskludert *felleskostnader*), må man se i NS3451. Det er ikke pålagt å bruke kontoplanen fra standarden, det viktigste er at kontoplanen du velger å bruke er lik for alle prosjektene. Det forenkler sammenligning av data til senere bruk i andre kalkyler og prosjekter [30].

Tabell 41: Standard kontoplan i henhold til NS3453 [34].

Kontonivå 1	Tekst	Innhold
01	Felleskostnader	Tilrigg og nedrigg, drift, admin, prosjektering og kontroll, etc.
02	Bygning	Grunn og fundamenter, bæresystem, yttervegger etc.
03	VVS-installasjoner	Sanitær, VVS, varme etc.
04	Elkraft	Høyspent og lavspent forsyning, lys, elvarme, etc.
05	Tele og automatisering	Basisinstallasjoner, telefoni, alarm, etc.
06	Andre installasjoner	Prefabrikkerte rom, transportanlegg, sceneteknikk, avfallshåndtering, etc.
	Huskostnad (sum konto 01 – 06)	
07	Utendørs	Bearbeidet terreng, utendørs konstruksjoner, park, hage, etc.
	Entreprensekostnad (sum konto 01 – 07)	
08	Generelle kostnader	Generelle kostnader (byggherre), tidligfase prosjektering, administrasjon (byggherre), forsikring, etc.
	Byggekostnad (sum konto 01 – 08)	
09	Spesielle kostnader	Tomt, finansiering, midlertidige bygg, etc.
10	Merverdiavgift (for konto 01 – 09)	
	Basiskostnad (sum konto 01 – 10)	
11	Forventede tillegg (inklusive merverdiavgift)	Avsatte midler utover basiskostnad for å oppnå akseptabel sikkerhet for prosjektkostnaden.
	Prosjektkostnad (sum konto 01 – 11)	
12	Usikkerhetsavsetning (inklusive merverdiavgift)	Avsatte midler utover prosjektkostnad for å oppnå akseptabel sikkerhet mot overskridelse av kostnadsrammen.
	Kostnadsramme (sum konto 01 – 12)	
13	Prisregulering (inklusive merverdiavgift)	Prisreguleringer i byggeprosjektet før og under bygging.
	Kostnadsramme inklusive prisregulering (sum konto 01 – 13)	

4.3.2 Postgrunnlag i NS3420

Ved bruk av kalkulasjonsprogrammer, som for eksempel Smartkalk, vil man komme over koder som relateres til standardene og kontoplanen. Merk at kontoplanen fra NS3453 bare går ned til nivå 3 i detaljgrad, derfor bruker kalkulasjonsprogrammene egne koder for ytterligere detaljering.

251. Dekker

POST UTEN ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. PRIS	SUM PRIS
251.00.05.00.003 LG1.1631211 Betong B30 i dekker		1 236,66 m³	1 592,80	1 969 752,05
RESSURS	DIMENSJON	FORBRUK	ENH. PRIS	SUM PRIS
Betong, B30 levert byggeplass		1 236,66 m ³	1 375,00	1 700 407,50
Betongarbeider		556,50 t	198,00	244 858,68
7000853 - Betongtilsetninger	15kg	37,10 m ³	19,80	24 485,87
POST UTEN ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. PRIS	SUM PRIS
251.00.05.00.004 LB1.5112 Forskaling av dekke med lemmer, valgfr.	15 mm	4 946,64 m²	646,49	3 197 950,13
RESSURS	DIMENSJON	FORBRUK	ENH. PRIS	SUM PRIS
Betongarbeider		3 957,31 t	352,00	1 741 217,28
Forskaling av dekke m/lemmer valgfri	15 mm	4 946,64 m ²	294,49	1 456 732,85
POST UTEN ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. PRIS	SUM PRIS
251.00.05.00.005 LC1.1352 Armering med B500C>20 tonn	Ø=16	136 kg	7,94	1 079 481,47
RESSURS	DIMENSJON	FORBRUK	ENH. PRIS	SUM PRIS
41320284 - Armering kamstål B 500 NC	16mm	136,03 kg	0,02	2 103,28
Betongarbeider		2 448,59 t	7,92	1 077 378,19
Sum 251. Dekker				6 247 183,65
Sum akkumulert				44 142 607,93
Sum (eks. mva.):				44 142 607,93
Mva.:				11 035 651,98
Sum (inkl. mva.):				55 178 259,91

Figur 23: Kalkyleksempel av betongdekker fra Smartkalk.

Figur 3 er et eksempel på pris for betongdekker med fasthetsklasse B30 i et kontorbygg, inkludert forskaling og armering. Kontokoden til elementet «Dekker» i denne kalkylen er 251 som relateres til «Frittstående dekker» i NS3453.

- Koden (251) gir en veiledning til hvor du kan finne posten i kontoplanen:
- Tallet (2) angir at posten tilhører Bygning på kontonivå 1.
- Tallet (25) angir at posten tilhører Dekker på kontonivå 2.
- Tallet (251) angir at posten tilhører Frittstående dekker på kontonivå 3.

I tillegg til kontokoder fra NS3450 har hver post en egen kode som definerer krav og bestemmelser fra NS3420. I dette eksempelet er koden for betongdekke med fasthetsklasse B30, LG1.1631211 [11].

- (L) angir at posten omhandler betongarbeid.
- (LG) angir at posten omhandler støping, herding og overflatebearbeiding av plasstøpt betong.
- (LG1) angir at posten omhandler normalbetong, hvis koden var LG6 ville det vært snakk om avrettings- og magerbetong.
- (LG1.1) angir at posten omhandler plasstøping av normalbetong.
- (LG1.1xxx) x symboliserer siffer som bestemmer egenskapene til betongen, se Tabell 42.

For å vite hva sifrene står for må en vite hvordan NS3420 bygger opp postgrunnlagene. Tabell 2 viser postgrunnlaget for plasstøping av normalbetong og sifrene til koden med tilhørende betydning. Lokalisering, andre krav og volum er ikke inkludert i koden, men heller som tekst under posten i kalkylen. Egenskapene til betongen er fordelt inn i matriser i standarden, de nødvendige matrisene for å forstå hva som inngår i koden er vist i tabell 43-48 [35].

Tabell 42: Postgrunnlag for plasstøping av normalbetong NS3420 [11].

Plasstøpt normalbetong	LG1.1xxx	Betydning
Konstruksjonsdel: (Matrise LG:5)	6	Dekke
Fasthetsklasse: (Matrise LG:1)	3	B30
Bestandighetsklase: (Matrise LG:2)	1	M90
Kloridklasse: (Matrise LG:3)	2	CL 0,40
Utførelse og kontroll (Matrise L:1)	1	Utførelsesklasse 1
Herdetiltak: (Matrise LG:4)	1	Herding med herdemembran
Lokalisering		Hvor på byggeplassen posten skal utføres
Andre krav: (LG, y1.3; LG, y2.2)		Spesielle krav satt av standarden.
Volum [m³]		Mengden betong

Tabell 43: Utførelse og kontroll av betongarbeider, NS3420 [11].

Matrise L:1	
Siffer i koden	Utførelse og kontroll
1	UTFØRELSESKLASSE 1
2	UTFØRELSESKLASSE 2
3	UTFØRELSESKLASSE 3
9	Andre krav til utførelse og kontroll – må spesifiseres

Tabell 44: Fasthetsklasse for betong, NS3420 [11].

Matrise LG:1	
Siffer i koden	Fasthetsklasse
1	B20
2	B25
3	B30
4	B35
5	B45
6	B55
7	B65
8	B75
9	Annen fasthetsklasse – må spesifiseres

Tabell 45: Bestandighetsklasse for betong, NS3420 [11].

Matrise LG:2	
Siffer i koden	Bestandighetsklasse
1	M90
2	M60
3	M45
4	MF45
5	M40
6	MF40
9	Annen bestandighetsklasse – må spesifiseres

Tabell 46: Kloridklasse for betong, NS3420 [11].

Matrise LG:3	
Siffer i koden	Kloridklasse
1	CL 0,10
2	CL 0,40
3	CL 1,0
9	Annen kloridklasse – må spesifiseres

Tabell 47: Herdetiltak for betong, NS3420 [11].

Matrise LG:4	
Siffer i koden	Herdetiltak
0	VALGFRITT ETTER NS-EN 13670+NA
1	HERDING MED HERDEMEMBRAN
2	HERDING VED UTLEGGING AV PLASTFOLIE
3	FUKTIG HERDING VED VANNOVERRISLING
4	HERDING MED HERDEMEMBRAN OG HERDING VED UTLEGGING AV PLASTFOLIE
5	HERDING MED HERDEMEMBRAN OG FUKTIG HERDING VED VANNOVERRISLING
9	Andre herdetiltak – må spesifiseres

Tabell 48: Konstruksjonsdeler betong, NS3420 [11].

Matrise LG:5	
Siffer i koden	Konstruksjonsdel
1	FUNDAMENT
2	GULV PÅ GRUNN
3	SØYLE
4	BJELKE
5	VEGG
6	DEKKE
7	PÅSTØP
8	TRAPP
9	Annen konstruksjonsdel – må spesifiseres

4.3.3 Tariffer

Bedrifter henter ut data til kalkylene fra prisbanker de har bygget opp gjennom flere år med gjennomførte prosjekter. En viktig del av oppbyggingen til prisbanken er tariffer. Bransjen har selv vært med på utformingen av tariffene og de inneholder tidsforbruk, timepriser, materialforbruk, tilleggsytelser og faktorer. Tariffene bygger på erfaring og er separert i forskjellige fagområder som tømmertariffen og betongtariffen [30]. De går gjerne under betegnelsen akkordtariffer og er å finne på *Byggenæringens Landsforenings* nettsider.

Akkordtariffenes kodesystem er litt forskjellig fra NS3420, men noen har likheter for enkelt å navigere mellom. I akkordtariff for betongfaget er de fire første symbolene like som i standarden. I tilfellet med plasstøping av dekke med normalbetong er koden henholdsvis

LG1.1.108 i akkordtariffen for betongfaget. Derimot i akkordtariff for tømrefaget brukes det et eget kodesystem som organiserer postene i avsnitt.

(Q13) Angir avsnitt om bindingsverk av tre.

(Q13.02) Angir at bindingsverket er av trebaserte profiler.

(Q13.0201A) Angir hvor i tabellen du finner enhetsprisen for trebaserte profiler med bredde til og med 250 mm (c/c 300).

Akkordtariffene inneholder også bestemmelser om ikke-tarifferte aktiviteter, HMS og spesielle tillegg. Entreprenørene som bruker tariffen er de som har egne fagarbeidere og detaljkalkulerer deres eget arbeid [36]. Andre som bare bruker underentreprenører slipper dette, da tilbudene de mottar er justert av underentreprenørens egne tariffen.

4.4 KALKULASJONSMETODER

4.4.1 Anslagsmetoden

Anslagsmetoden går ut på å tippe pris på en aktivitet eller komponent. Erfarne entreprenører eller håndverkere kan sitte inne med nok informasjon til å gi nokså nøyaktige gjetninger på priser, ressursbehov eller fremdrift. Men metoden er risikofylt fordi den ikke bygges opp av en grundig gjennomgang av hva du trenger for å gjennomføre prosjektet. Det man sparer av tid ved å gjette vil ikke nødvendigvis være mer enn man bruker på å rette opp feil. Det er derfor denne metoden ikke hører hjemme i anbuds-kalkulasjon [30]. Metoden brukes heller for å gi et estimat ved en forespørsel, eller for å sjekke om prosjektet passer inn i entreprenørens strategi [9]. Et eksempel er når et eiendomsfirma vurderer å kjøpe en tomt for boligutvikling. Da spør de entreprenøren om et kostnadsestimat slik at de kan vurdere hvor mye de vil tjene på boligsalget [32].

4.4.2 Arealprismetoden

I arealprismetoden brukes erfaringstall og statistikk for å komme frem til en pris pr. arealenhet. Empiriske data bør være fra prosjekter av lignende karakter for å være relevant. Arealprismetoden kan brukes til grovkalkyler tidlig i et prosjekt, eller for å velge tilbud [30]. Metoden anvendes også for å kvalitetssikre kalkylen. Har entreprenøren gjennomført lignende bygg tidligere vet de ca. hvor mye det skal koste per kvadratmeter [31]. Er bygget kalkulert til 18000 kr/m², mens tidligere prosjekter er bygget for 10000 kr/m², må kalkulatøren finne ut

hvorfor. Det kan være mengder som er tatt med dobbelt eller poster som er priset feil. I slike situasjoner er det viktig at mengdene er sporbare [9].

4.4.3 Elementmetoden

Denne metoden bygger primært på erfaringsdata og benyttes ofte fordi den er rask, samtidig som den gir pålitelige resultater. Man må være påpasselig på å velge riktige enhetspriser til riktige komponenter, altså at dimensjoner, materialer, etc. er like. Det blir feil hvis en bruker selvkost for 2,5 meter høy murvegg, når du har prosjektert 3 meter. Selv om kostnaden er kr/m² tilsier ikke dette at det er riktige tall for typen vegg man er ute etter [30].

Anvendt data må ikke nødvendigvis være egne, det finnes prisdatabaser og håndbøker som kan benyttes. Men eksterne data vil kreve regulering etter bedriften og prosjektets forhold. Derfor er det viktig at enhetsprisene man bruker følger med rammevilkårene til den gitte prisen. Det finnes datasystemer hvor enhetsprisene er bygd opp av kjente tariffer som gir mulighet til å legge inn egne timeverk, fortjeneste eller et prosenttillegg for å skreddersy til den enkelte bedrift [30].

I totalentrepriser hvor anbudsgrunnlaget kan variere fra en tegning på en serviett til et detaljert forprosjekt er elementmetoden populær. Det er ikke alltid tid til å prosjektere bygget på de 4-8 ukene man har på å levere et anbud [26].

4.4.4 Detalj kalkulasjon

Detalj kalkulasjon er tidkrevende, og brukes for å kalkulere anbud og pristilbud. Metoden bruker et bottom-up prinsipp hvor arbeidsoperasjoner og komponenter kalkuleres hver for seg, for så å settes sammen til fullstendige komponenter. Hver komponent, eller operasjon, kan relateres direkte til koder i NS3420, dette er fordi anbudsgrunnlag ofte kommer som en mengdebeskrivelse hvor hver komponent har en kode fra standarden. Komponentene må ha data om tidsforbruk, enhetstid, hvor mye materialer som går til, kostnader for transport, etc. Siden det er flere faktorer for hver komponent kan kalkulasjonen summere flere nivåer, som gjør det enkelt å finne opplysninger. Det er derfor hensiktsmessig å bygge opp detalj kalkylen opp mot de samme kodene. Standardiseringen gjør det enklere å holde oversikt og gir et godt underlag for bedriftens egen prisbank [30].

Bedrifter som i mange år har drevet med kalkulasjon og lagring av erfaringsdata vil ha en fordel når det kommer til å regne riktig pris i anbud. Men selv interne erfaringstall må justeres for de faktiske forholdene i prosjektet. Detalj kalkulasjon brukes mest i utførelsesentrepriser

hvor mengdene er gitt og konkurransen går helt ned på postnivå. Entreprenører med egne fagarbeidere vil også benytte metoden for å regne på eget arbeid [9].

4.5 KVALITETSSIKRING AV KALKYLEN

En kalkyle er ikke 100% riktig. Det vil alltid være usikkerheter tilknyttet estimatene, spesielt når anbudsunderlaget er tynt. Det er forskjellig usikkerheter knyttet til de ulike bygningsdelene, men en av de største er det som skal under bakken. Det over bakken er noenlunde likt. Grunnforholdene er hovedsakelig byggherrens ansvar, men han kan prøve å legge det over på entreprenøren. Da er det viktig å inkludere forbehold eller ekstra kostnader i anbudet [37]. I totalentrepriser tar entreprenøren på seg mer risiko, og priser deretter. Kvalitetssikring av kalkylen er viktig for å identifisere risikoene, ikke nødvendigvis redusere dem. For større risiko gir større honorar.

4.5.1 Sidemannskontroll

Sidemannskontroll kan være et nyttig verktøy for å kvalitetssikre kalkylen. Hvis en kalkulator sitter alene med et anbud kan det hende han, eller hun, staker seg en kurs som det er vanskelig å vike fra. Å få inn en person med nye øyne som kan evaluere arbeidet som er gjort kan gjøre en stor forskjell [37]. Noen kalkyleverktøy lar kalkulatørene se samme bilde i kalkylen. Poster som ikke er priset, eller store avvik, blir forhåpentligvis oppdaget av de andre på avdelingen [36].

4.5.2 Anbudsgjennomgang

Kontinuerlig gjennomgang av anbudet i løpet av prosessen er viktig for å diskutere metoder eller store usikre poster. Gjennomgangen er en form for sidemannskontroll hvor flere blir involvert. Ideelt vil man ha med prosjektleder, produksjonsleder, fremdriftsplanlegger og innkjøpsansvarlig med på gjennomgangene i løpet av anbudsperioden, men det er ikke alltid mulig [7]. Anbudsprosessen avsluttes med tilbudsgjennomgang hvor det settes påslag og sikkerhet med ledelsen [28].

4.5.3 Nøkkeltall og erfaringstall

Regnskap fra tidligere prosjekter er viktige for å rette på nye forhåndskalkyler [30]. For å sikre at nøkkeltallene er relevante må de faktiske kostnadene endres til tilsvarende objektsdeler. Et eksempel er brutto gulvareal for ulike funksjoner i byggeprosjektet [6]. Vedlikehold av nøkkel- og erfaringstall er en stor, og ikke minst viktig oppgave. Ikke alle erfaringstall kan brukes. Er det store avvik fra tidligere prosjekter blir de ikke brukt [32].

Erfaringstall fra gamle prosjekter må prisjusteres med byggekostnadsindeksen, og for inflasjon [28]. De beste tallene man kan bruke er fra det siste liknende prosjektet, med mindre prosjektet har store avvik [7]. Entreprenøren har også erfaringstall på underentreprenører. Er det poster som ikke dekkes av innhentede tilbud må kalkulatøren sette inn tall fra tidligere prosjekter [31].

4.6 KALKYLEVERKTØY

Det finnes flere kalkyleverktøy som hjelper kalkulatøren med å strukturere kalkylen. Noen verktøy er laget spesielt for kalkulasjon, mens andre krever utvikling av egne maler.

4.6.1 ISY ByggOffice

ISY ByggOffice er utviklet av Norconsult Informasjonssystemer (NOIS) og er et ressursbasert kalkyleverktøy som også inkluderer produksjonsoppfølging [38]. Figur 24 viser kalkulasjonsbildet i programmet.

Orde...	Bygningsdels...	Navn	Enhet	Mengde	Enhetspris	Sum
14	24	Lettklinkervegg, t = 150 mm, puss Ø5, REI240/4...	m2	125,00	1 068,40	133 549,38
15	24	Gipsplatevegg E030/30dB	m2	200,00	420,55	84 110,00
16	24	Gipsplatevegg E030/36dB	m2	170,00	479,05	81 438,50
17	24	Gipsplatevegg E060/36dB	m2	200,00	518,55	103 710,00
18	24	Innerdør, tre, 9x21 M, komplett	stk	15,00	3 038,00	45 570,00
19	24	Innerdør, laminat, 7x21 M, trekarm, E00	stk	12,00	8 467,50	101 610,00
20	24	Innerdør, stål, 9x21 M, stålkarm, E060	stk	2,00	12 396,20	24 792,40
21	24	Innerdør, stål - glass, 10x21 M, stålkarm	stk	4,00	13 600,40	54 401,60
22	25	Fast perforert gipshimling, nedføring 200-500 ...	m2	800,00	523,50	418 800,00
23	25	Fast akustisk felt i himling, høy standard	m2	129,00	1 278,00	164 862,00
						1 212 843,88

Postnr.	Kode	Overskrift	Enhet	Mengde	Enhetspris	Sum
09.K08.00.24.14	1290	Lettklinkervegg, t = 150 mm, puss Ø5, REI24...	m2	125,00	247,00	30 875,00
09.K08.00.24.14.1	NE2.11103000...	PUSKONSTRUKSJON - STORE FLATER	m2	125,00	549,50	68 687,50
09.K08.00.24.14.2	NB1.132913	MASSIV VEGG	m2	125,00	247,00	30 875,00
09.K08.00.24.14.3	NE2.11103000...	PUSKONSTRUKSJON - STORE FLATER	stk	1,25	633,50	791,88
09.K08.00.24.14.4	NB6.113	ÅPNINGER I MURVERK	stk	5,00	464,00	2 320,00
						381,25
						133 549,38

Figur 24: Kalkulasjon med ISY ByggOffice [39].

4.6.2 SmartKalk

Smartkalk er også et ressursbasert kalkyleverktøy utviklet av Holte. Holte bruker sin egen prisdatabase kalt Kalkulasjonsnøkkelen som inneholder enhetstider og -priser som oppdateres to ganger i året [40]. Figur 25 viser kalkulasjonsbildet i programmet.

NO	STAV	BESKRIVELSE	ENHET	PRIS	ANTALL	TOTAL	BRUK	PRIS	ANTALL	TOTAL	BRUK	PRIS	ANTALL	TOTAL
2102.001		Byggingen av ny, uoppført	m ²	17,42	1	17,42	1,83	14,75	11,82	17,88	-12.902,36	14.912,02		
2102.12.01.002	T80.0212	2 stort bet. fester	m ²	1,25	1	1,25	0,19	0,12	32,71	1,74	292,36	99,09		
2102.12.01.008	OK1.113	Utledning på betong av 800	m ²	1,25	1	1,25	30,45	0,12	78,31	80,16	1,81	1.031,26	-1.042,37	
Materialer														
Fikkingskiler 2.4x0,5 xF 2kg 4 315 stk														
			m ²	0,04	1	0,04	1,49	0,23	23,86					
		Løst gips	m ²	2,70	1	2,70	11,49	0,16	45,60	50,80				
		Tømmerskull	m ²	0,12	1	0,12	402,01	44,89	1,94	155,69				
2102.12.01.004	OK1.113	Støper vegg	m ²	1,25	1	1,25	0,94	39,44	45,36	6,78	699,26	754,89		
2102.12.01.006	PH4.2081	Maukubel	m ²	3,42	1	3,42	1,25	0,08	26,20	29,89	0,78	183,89	211,49	
2102.12.01.003	OK3.21212	Tippet utvendig, vinkelbet	m ²	1,25	1	1,25	1,68	0,10	116,70	119,57	2,61	2.952,40	2.271,36	
2102.12.01.007	OK5.21112	Tippplate innvendig bredning	m ²	1,25	1	1,25	12,11	0,20	111,89	129,69	3,48	2.992,64	2.233,81	
2102.12.01.003	OK3.111002	Isoleret innvendig betong utspalmløst	m ²	1,25	1	1,25	30,45	0,20	188,71	192,94	3,81	2.414,52	2.819,97	
2102.12.01.001	OK2.221138	Liggende utvendig panel i stobetong	m ²	1,25	1	1,25	19,14	0,20	97,86	206,67	3,48	3.389,19	3.596,13	

Figur 25: Kalkulasjon med SmartKalk [41].

4.6.3 Excel

Med riktig strukturering og maler i regnearket kan Excel brukes som kalkyleverktøy. Men Excel krever mer fra kalkulatøren, det er ikke like mye hjelp å få som i de ovennevnte verktøyene. Mindre entreprenører vil kanskje velge Excel fordi de ikke har nok ressurser til å investere i et kalkyleverktøy [28].

5 KONTRAKTER, ENTREPRISEFORMER OG STANDARDER

5.1 KONTRAKTSTYPER

Kontraktstypen bestemmer hvordan byggherre utbetaler godtgjørelse til entreprenøren, eller leverandøren. Betaling kan være forskuddsvis, løpende gjennom prosjekter eller etterskuddsvis. Kontraktstypene deles inn i pris- og kostnadskontrakter. I priskontrakter tar leverandøren ansvar for usikkerheten ved å gi pris for arbeidene på forhånd. Under er de vanligste priskontraktene [42]:

- **Fikssumskontrakt:** Har ikke regulerbare mengder, og prisene justeres ikke for lønns- og prisstigning. Kontraktsummen er prinsipielt låst etter at entreprenøren har kontrollert at mengdene er riktige og kontrakten er skrevet under.
- **Fastpriskontrakt:** Her er mengder variable, mens enhetsprisene er faste. Som i fikssumskontrakter justeres den ikke for lønns- og prisstigninger.
- **Sumkontrakt:** Både mengder og enhetspriser er regulerbare. For å godtgjøre leverandører kan byggherre gi prosentonorarer av kontraktsummene til kontraherte underleverandører.

I kostnadskontrakter er det den endelige kostnaden etter arbeidene er utført som utgjør kontraktsummen. Det betyr at byggherren tar usikkerheten om lønn- og prisstigninger. Under er de vanligste kostnadskontraktene:

- **Enhetspriskontrakt:** Mengder er løst anslåtte og enhetsprisene er justerbare.
- **Regningsarbeid:** Entreprenøren fakturerer for material- og timebruk med påslagsprosent.

Kontraktstypene bærer med seg ulike fordeler og ulemper. I fikssumskontrakter tar entreprenøren på seg mer ansvar for usikkerhet rundt pris og mengder. Derfor egner kontrakten seg best der prosjektet og mengder er godt definert, som i utførelsesentrepriser. Entreprenøren bør være sikker på sin egen produksjon for å inngå fikssumskontrakter, da ekstra byggetid må dekkes av egen lomme.

Regningsarbeider gir entreprenøren insentiv til å levere mer enn i en fikssumskontrakt, siden oppgjøret baserer seg på materialer- og timebruk. Kontraktstypen passer bra hvis

entreprenøren er med i forprosjekteringen, og byggherren kan foreslå endringer uten at entreprenøren krever endringskostnader. Entreprenøren krever heller ikke tillegg for usikkerhet, da den hovedsakelig ligger hos byggherren.

Insentiver i kontraktene kan påvirke forholdet mellom byggherre og entreprenør. Insentiver er en belønning eller straff som brukes for å sikre byggherrens interesser, insentivene er i tillegg til minimumsyttelse i kontraktene. Insentivene kan knyttes til kostnader, tidsbruk, kvalitet eller omfang i prosjektet [42].

5.2 ENTREPRISEFORMER

5.2.1 Total- og utførelsesentrepriser

Entrepriseformene kan deles inn i to typer, utførelsesentrepriser og totalentrepriser. I utførelsesentrepriser skal entreprenøren utføre et arbeid som allerede er prosjektert.

Eksempler på slike entrepriser er general-, delte- og hovedentrepriser. Entreprenøren har ansvaret for utførelsen, mens byggherren har ansvaret for at prosjekteringen er riktig. Her skal entreprenøren bare prise de postene som er gitt av oppdragsgiver. De skal ikke foreta endringer i utførelse, metode eller materialvalg [43].

Derimot for totalentrepriser har entreprenøren ansvar for prosjektering og utførelsen av eget arbeid. Men byggherren vil som oftest utføre noe prosjektering før en, eller flere, entreprenører kontaktes. For å sikre at byggherren får prosjektet han ønsker stilles det funksjons- og ytelseskrav til metoder og materialer. Byggherren har ansvar for sin egen prosjektering, men totalentreprenøren har kontrollplikt for å være sikker på at byggherrens valg er gjennomførbart [44].

Prosessen mot å fremstille et anbud endrer seg ikke veldig mye mellom entrepriseformene, prinsippene for kalkulasjon er fortsatt de samme. Men en utførelsesentreprise med samme størrelse som en totalentreprise vil ta mindre tid å kalkulere fordi mengdene som regel er gitt [8]. I en utførelsesentreprise gjelder det å dele opp i fag og sende ut tilbud til underentreprenører så fort som mulig. Eller legge inn enhetspriser hvis entreprenøren har egne fagarbeidere.

5.2.2 Samspillsentreprise

Samspillsentrepriser kan deles inn i tre forskjellige varianter; Samspill til totalentreprise, samspill med incitament og Offentlig privat samarbeid (OPS) [45]. I samspillsentrepriser

kontraheres en gruppe bestående av nøkkelaktører for å prosjektere og utføre prosjektet. Nøkkelaktører er entreprenøren, arkitekter, konsulenter, brukere og eventuelt leverandører.

Samspillentrepriser kan deles inn i to faser. I første fase samarbeider nøkkelaktørene i forprosjektet for å komme frem til en grovskisse av resultatmålet og de blir enige om en målpris. Målprisen skal styre detaljprosjekteringen og utførelsen i den andre fasen.

Entreprenøren har en plikt til å gjennomføre den andre fasen, men byggherre har rett til å ikke gå videre med entreprenøren. Det kan være flere grunner til at en byggherre ikke velger å gå videre til fase 2. Enten fungerer ikke samspillet som forventet eller entreprenøren når ikke målprisen fastsatt tidligere i fase 1 [46]. Entreprenøren får fortsatt betalt for arbeidet gjort i fase 1, men byggherren kan velge å legge ut prosjektet som konkurranse til andre entreprenører [27]. Hvis byggherre velger å gå videre med entreprenøren etter fase 1 utføres arbeidene som regningsarbeider [45].

I kontrast til tradisjonelle totalentrepriser deles risikoen i prosjektet på alle parter i samspill med incitament. Ender prosjektet under den avtalte målprisen vil entreprenøren motta sitt vanlige honorar pluss halve besparelsen. Men går prosjektet over målprisen vil han motta honoraret minus halve overskridelsen [46].

5.3 RELEVANTE STANDARDER

NS8400 – Regler for anskaffelser til bygg og anlegg ved anbudskonkurranser

Standarden brukes ved kontrahering etter konkurranse uten forhandlinger innenfor bygge- og anleggsprosjekter som ikke faller under regelverket for offentlige anskaffelser. Standarden erstatter NS3400 1. utgave fra 1972. NS8400 gjelder også for kjøp av varer og tjenester i forbindelse med bygg og anlegg [33].

NS8405 – Norsk bygge- og anleggskontrakt

Standardens virkeområde er i kontraktsforhold hvor en part (entreprenøren) påtar seg utførelsen av et bygg- eller anleggsarbeid for en annen part (byggherre), hvor byggherre har ansvar for store deler av tegninger, beskrivelser og beregninger. Dette inkluderer nybygg, anlegg, vedlikehold, reparasjon og ombygging. I prosjekter hvor det er behov for formaliserte varslingsregler med strenge konsekvenser er standarden egnet som kontraktsgrunnlag [47].

NS8406 – Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt

Standarden gjelder for samme virkeområde som NS8405, men bør ikke brukes der mange entreprenører arbeider samtidig. Her er det lagt til rette for at prosjektstyringen fra byggherrens side kan gjennomføres uten formaliserte varslingsprosedyrer [47].

NS3420 – Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner

NS3420 har som hovedoppgave å danne et grunnlag for utarbeidelse av en detaljkalkyle for prisforespørsler ved standardiserte postgrunnlag for delprodukter og ytelser innenfor bygge- og anleggsarbeider. Standarden fastsetter også regler for mengdeberegning og hvordan mengden av diverse aktiviteter skal avregnes. Innholdet er kategorisert i koder bestående av siffer og bokstaver som organiserer poster inn i hierarkiske bestemmelser på flere nivåer. Et eksempel på dette er at (L) står for støping, herding og overflatebearbeiding av plasstøpt betong og (LC) står for armering av betong [35].

NS3450 – Konkurranses grunnlag for bygg og anlegg

Standarden setter regler for innhold og muligheten til redigering av konkurransegrunnlaget som ligger til grunn for anbudskonkurranse innenfor bygg, anlegg og installasjoner, samt rehabilitering av nevnte områder [48].

NS3451 – Bygningsdelstabel

NS3451 er en standard inndeling av bygnings- og installasjonsdeler for systematisering av informasjon om fysiske bygningsdeler og utvendige anlegg. Kontoplanen i standarden kan brukes i byggebeskrivelser, statistikk og kalkyler for sammenligning mellom prosjekter. Inndelingen kan også brukes til merking av bygningsdeler på tegninger [49].

NS3453 – Spesifikasjoner av kostnader i byggeprosjekt

NS3453 brukes som hjelpemiddel til strukturering av økonomiske rutiner i byggeprosjekter og fastlegger en kontoplan som spesifiserer kostnader i tre nivåer [34].

Referanser

1. *Intervju med Kristoffer Valde, Ruta Entreprenør AS. 25.01.2017.*
2. Standard Norge, *NS3420-BE:2014 - Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del BE: Bygningselementer.* 2014, Standard Norge.
3. Byggforsk. *Kompakte Tak.* [cited 2017 01.05.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte_tak.
4. Standard Norge, *NS3420-F:2008 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del F: Grunnarbeider - Del 1.* 2008, Standard Norge.
5. Byggforsk. *521.304 Pilarer av betong i telefarlig grunn.* 1996 [cited 2017 01.06.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/330/pilarer_av_betong_i_telefarlig_grunn.
6. Holm, F.H., *Byggeøkonomi.* 2. utg. ed. 1990, Oslo: Universitetsforlaget.
7. *Intervju med Øyvind Skaug og Jan Arne Østby, NCC AS, Trondheim. 13.02.2017.*
8. *Intervju med Tomas Nivall, Vedal Entreprenør AS. 24.02.2017.*
9. *Intervju med Ragnhild Gylder og Fredrik Hildebrand, JM Norge AS. 23.02.2017.*
10. Standard Norge, *NS3420-S:2008 - Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del S: Isolering, tetting og tekking.* 2008.
11. Standard Norge, *NS3420-L:2010 - Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del L: Betongarbeider.* 2010, Standard Norge. p. 172.
12. NTNU, *Armering og praktisk jernbinding (forelesning).* 2015, Lars-Erik Knippa: NTNU.
13. Norge, S., *NS3420-Q:2014 - Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del Q: Tømrerarbeider.* 2014: www.standard.no.
14. *Ruta Entreprenør skal for Fides AS bygge Fidestunet.* u.d. [cited 2017 05.06.2017]; Available from: <http://ruta.no/ruta-entreprenor-skal-for-fides-as-bygge-fidestunet/>.
15. *Dekker av betong- og lettbetongelementer.* 522.881 [cited 2017 01.05.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/346/dekker_av_betong_og_lettbetongelementer.
16. Norbetong. *Hulldekke.* 2017; Available from: http://www.norelement.no/?page_id=82.
17. Bøhleregnet, T. *Utforming av parapetbeslag 2015* [cited 2017 02.05.]; Available from: <http://www.sintef.no/byggforsk/fagblogg/poster/riktig-utforming-av-parapetbeslag/>.
18. Byggforsk. *Mekanisk feste av asfalttakbelegg og takfolie på flate tak.* [cited 2017 02.05.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/506/mekanisk_feste_av_asfalttakbelegg_og_takfolie_paa_flate_tak.
19. Byggforsk. *522.874 Betongdekke understøttet av søyler. Dimensjonering.* 2012 [cited 2017 20.05.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/345/betongdekke_understoettet_av_soeyler_dimensjonering.
20. Byggforsk. *520.234 Søyler av armert betong. Dimensjonering.* 2012 [cited 2017 20.05.]; Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/3359/soeyler_av_armert_betong_dimensjonering.
21. Service, C.S. *Kamstål B500NC.* [cited 2017 20.05.]; Available from: <http://celsa-steelservice.no/wp-content/uploads/2012/06/kamstaal.pdf>.
22. *Mailkorrespondanse med Tomas Nivall.* 2017.
23. Statsbygg. *En digital måte å bygge smartere.* 2017 [cited 2017 07.05]; Available from: <http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/BIM/>.
24. Eastman, C., et al., *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.* 2nd ed. ed. BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2011, Hoboken: Wiley.
25. Azhar, S., *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry.* Leadership and Management in Engineering, 2011. **11**(3): p. 241-252.

26. *Intervju med Bjørnar Lund og Lars Rikardsen, Hent AS. 31.01.2017.*
27. *Intervju med Knut Erik Ringnes, AF Gruppen. 20.02.2017.*
28. *Intervju med Helene Drøyvold Welde, Teknobygg AS. 15.12.2016.*
29. *Statsbygg, Statsbyggs BIM-manual 1.2.1. 2013.*
30. *Fjelldal, T. and H.L. Moe, Anbudsprosessen. 2009: p. 43.*
31. *Intervju med Lars Bø, Betonmast AS. 09.03.2017.*
32. *Intervju med Stefan Konkoly-Thege, Backe Stor-Oslo. 20.02.2017.*
33. *Standard Norge, NS8400 - Regler for anskaffelses til bygg og anlegg ved anbudskonkurranser. 2005, Standard Norge. p. 12.*
34. *Standard Norge, NS3453 - Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. 2016. p. 20.*
35. *Standard Norge, NS3420-0:2016 - Beskrivelsestekster for bygg ,anlegg og installasjoner - Del 0: Orientering. 2016, Standard Norge. p. 20.*
36. *Intervju med Hans Karlsson og Jan Kristiansen, NCC AS, Oslo. 21.02.2017.*
37. *Intervju med Geir Halstensen, Peab AS. 01.03.2017.*
38. *ISY ByggOffice. u. d. [cited 2017 05.06.]; Available from: <https://www.nois.no/produkter/prosjektstyring/isy-byggoffice/>.*
39. *Fjelldal, T., Forelesning om byggeprosessen. 2016, Norconsult Informasjonssystemer.*
40. *Holte. SmartKalk. u.d. [cited 2017 05.06.]; Available from: <https://holte.no/no/programvare/kalkulasjon/smartkalk>.*
41. *Holte. Ny grafisk profil og forbedringer i smart-familien! u.d. [cited 2017 05.06.]; Available from: <https://holte.no/no/nyhet/ny-grafisk-profil-og-forbedringer-i-smart-familien>.*
42. *Lædre, O., Gjøre det selv eller betale andre for jobben - Byggherrens valg av kontrakstrategi i bygg- og anleggsprosjekt. Concept Temahefte nr. 3, 2012.*
43. *Generelt om utførelseskontrakter. [cited 2017 21.05.]; Available from: <http://www.entrepriserettsadvokater.no/utførelseskontrakter/>.*
44. *Totalentrepriser NS8407 /NS8417. [cited 2017 21.05.]; Available from: <http://www.entrepriserettsadvokater.no/totalentreprise-ns-8407-og-ns-8417/>.*
45. *Samspillsentreprise - BAE. 2017 [cited 2017 21.05.]; Available from: <https://www.anskaffelser.no/temaer-bae/gjennomforingsmodeller/samspillsentreprise>.*
46. *Samspillskontrakt for mindre entrepriser. [cited 2017 21.05.]; Available from: <http://www.entrepriserettsadvokater.no/entreprise/samspillskontrakt-for-mindre-entrepriser/>.*
47. *Standard Norge, NS8405 - Norsk Bygge- og anleggskontrakt. 2008. p. 36.*
48. *Standard Norge, NS3450 - Konkurransesgrunnlag for bygg og anlegg - Redigering og innhold. 2014, Standard Norge. p. 36.*
49. *Standard Norge, NS3451 - Bygningsdelstabell. 2009, Standard Norge.*

6 VEDLEGG

Vedlegg A: Fundamentplan

Vedlegg B: Kjellerplan

Vedlegg C: Plan 1. etasje

Vedlegg D: Plan 2. etasje

Vedlegg E: Takplan

Vedlegg F: Dekke over kjeller

Vedlegg G: Dekke over 1. og 2. etasje

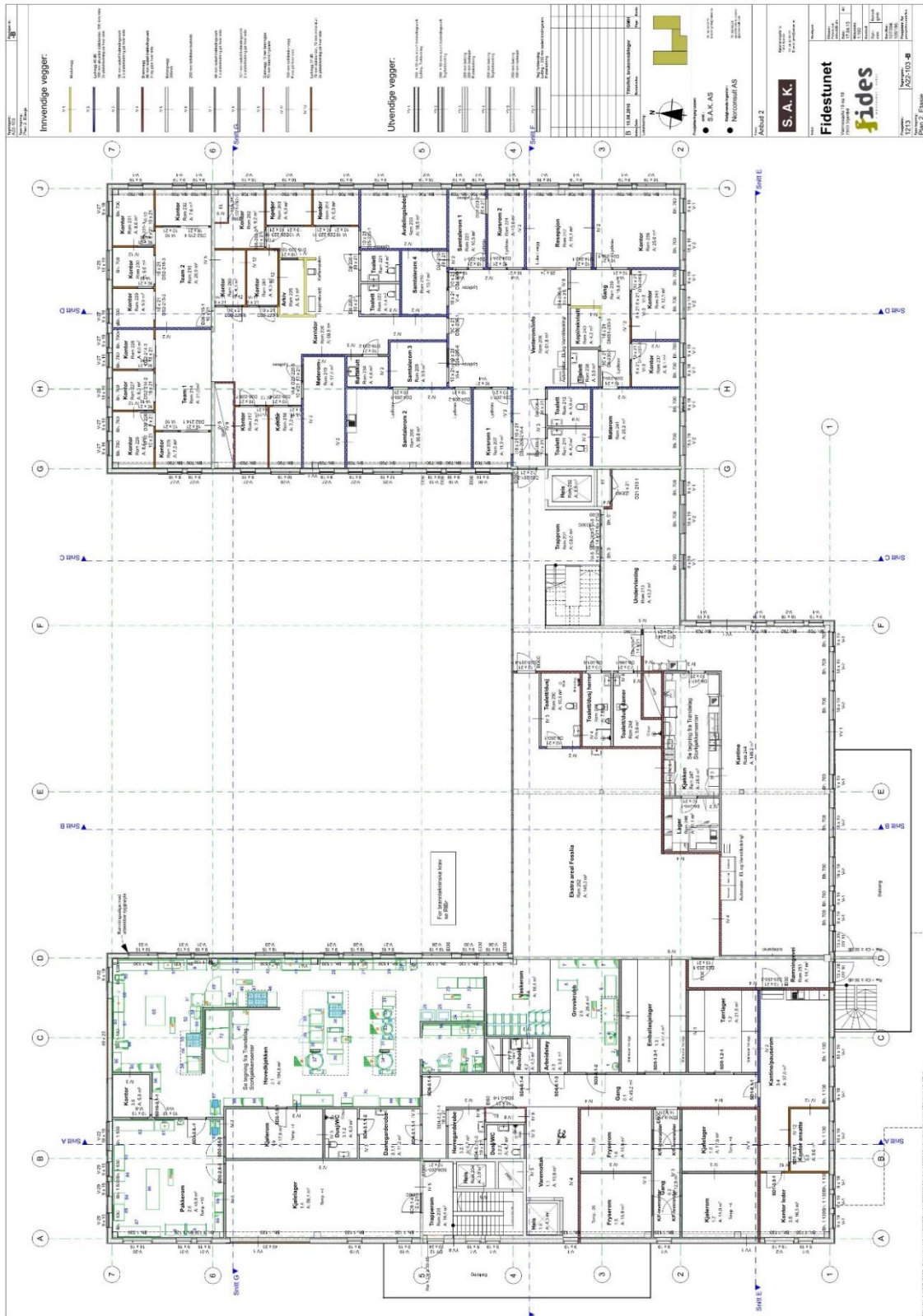
Vedlegg H: Snitt tallakser

Vedlegg I: Snitt bokstavakser

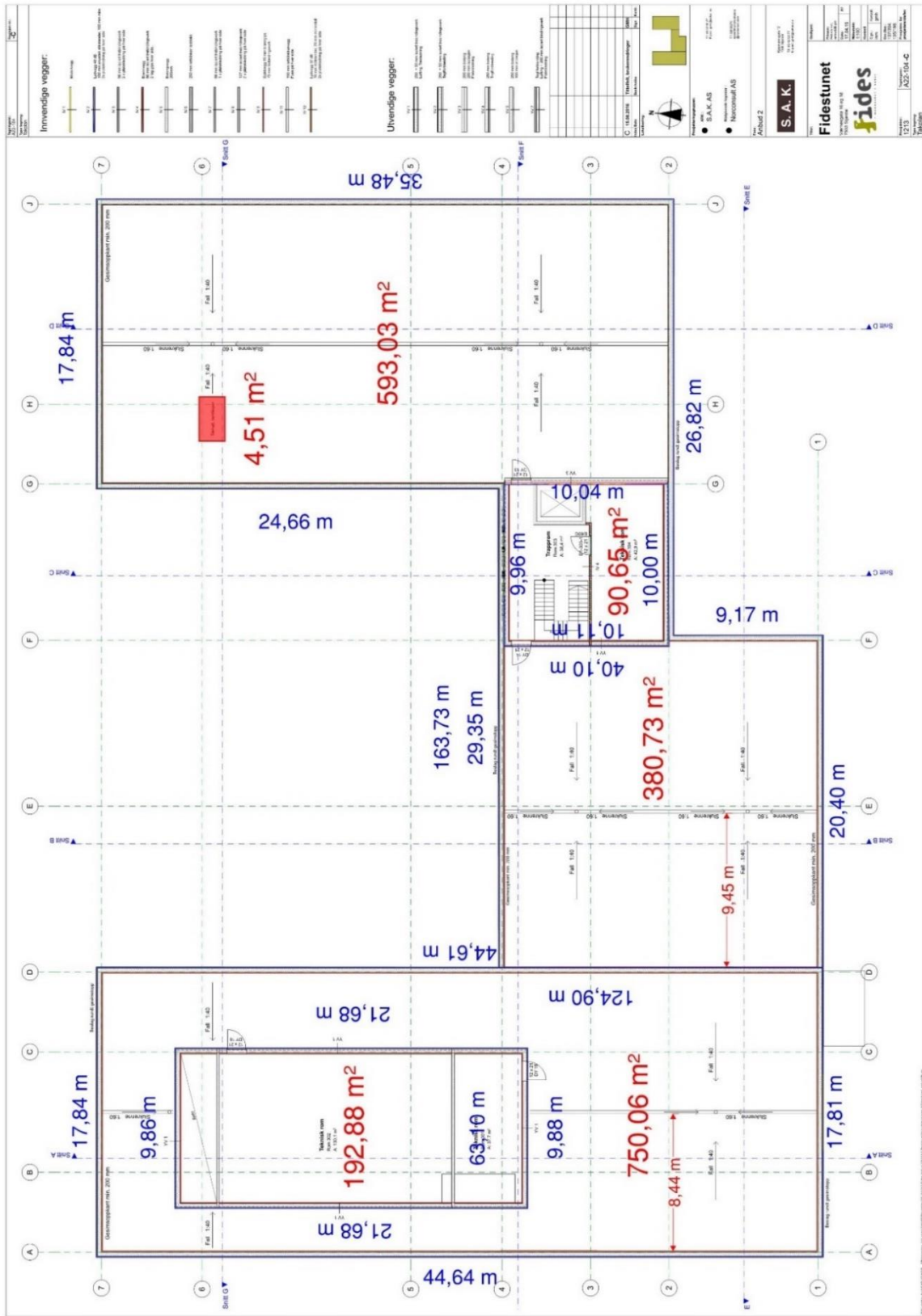
Vedlegg J: Huldekkeplaner

Vedlegg K: Utvendige vinduer og dører

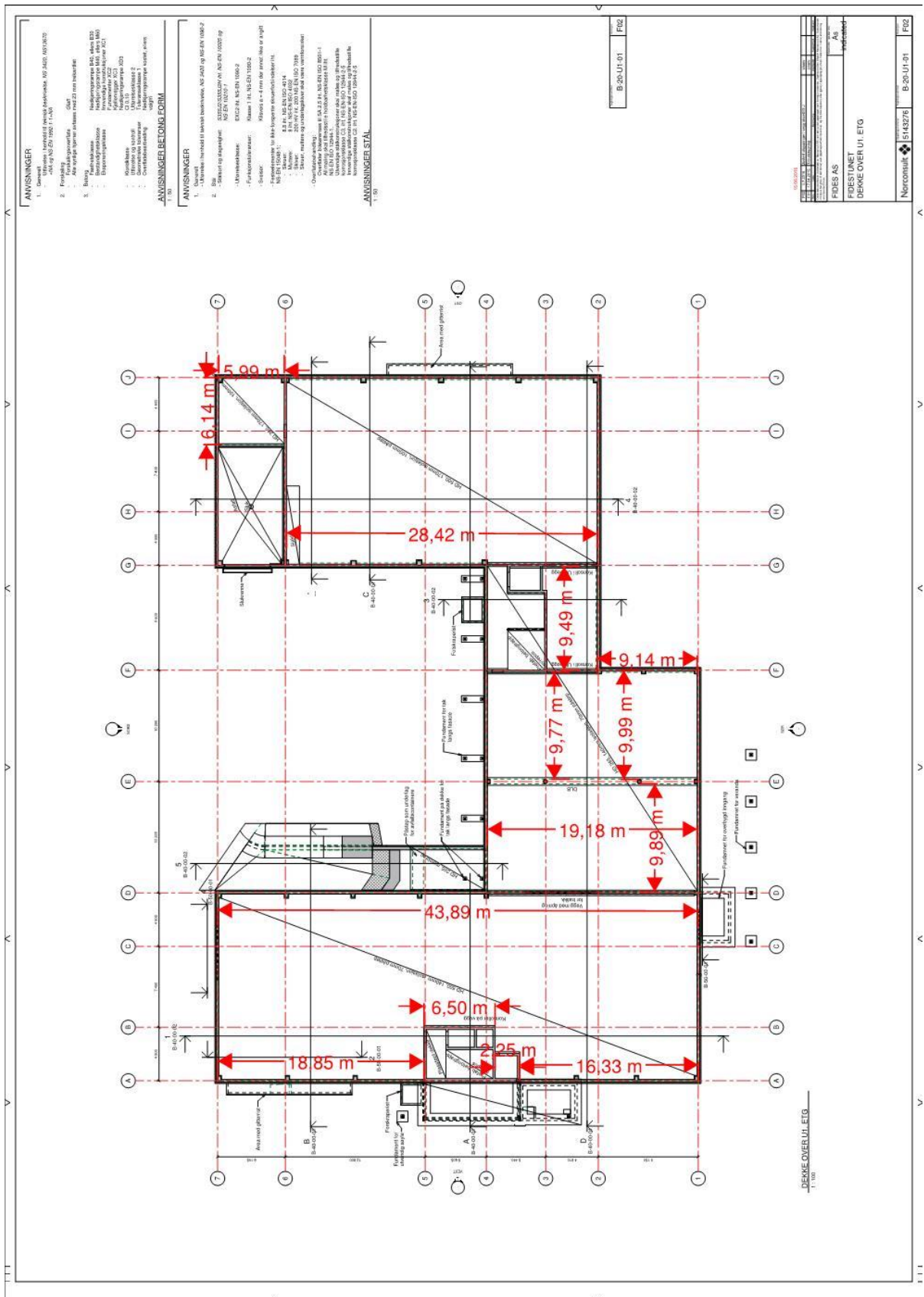
Vedlegg D: Plan 2. etasje



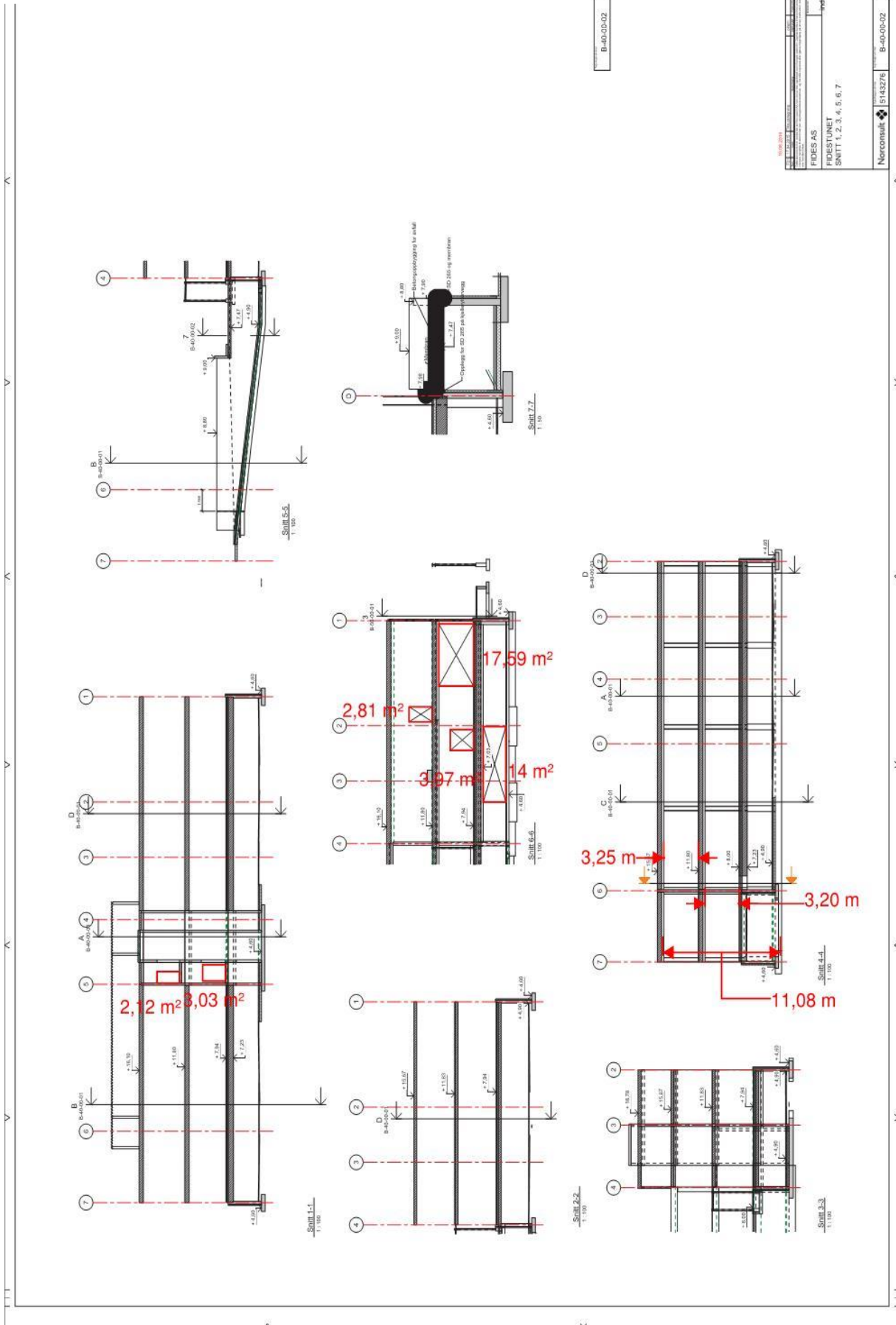
Vedlegg E: Takplan



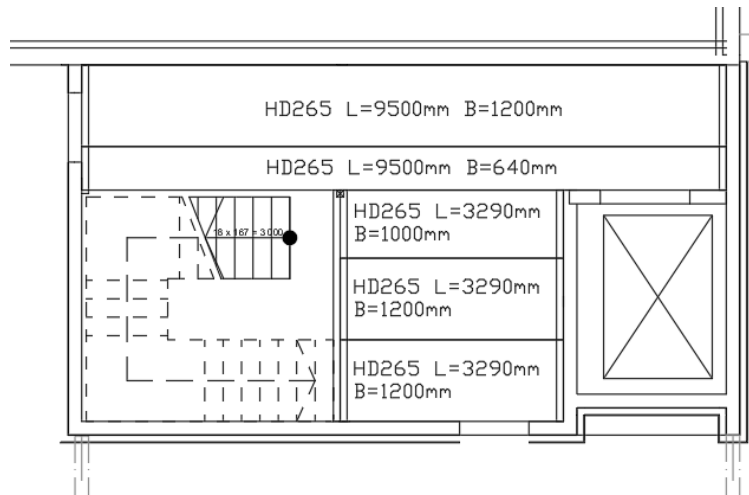
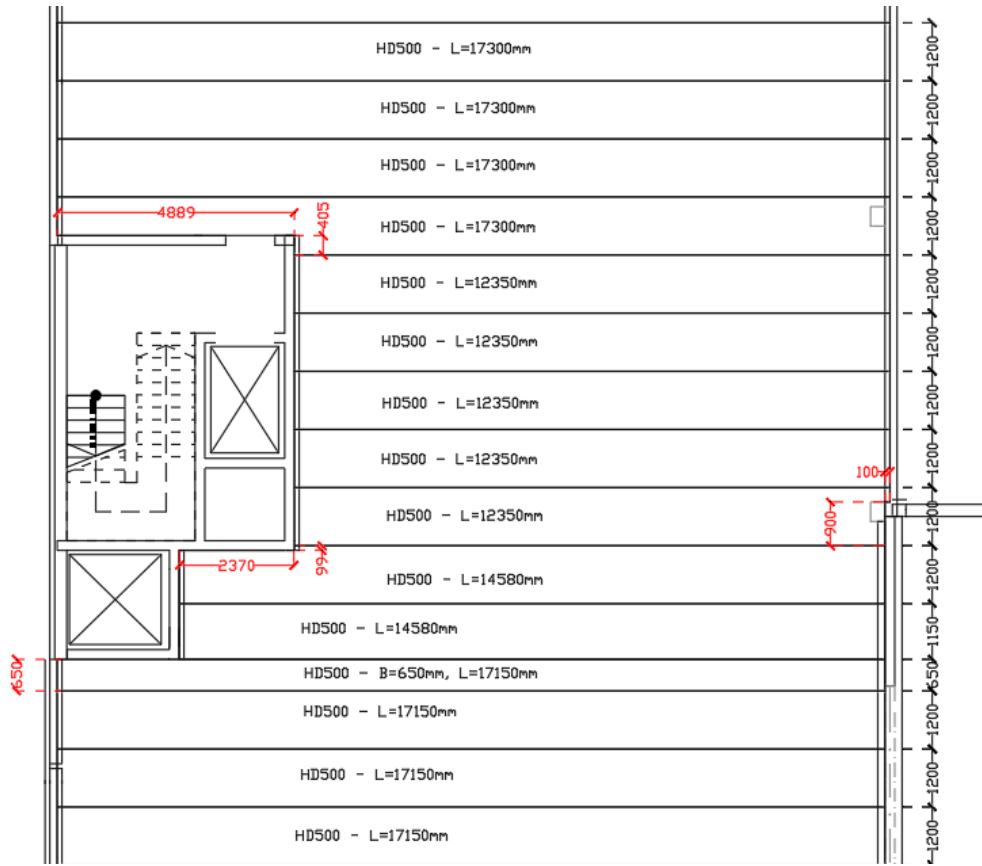
Vedlegg F: Dekker over kjeller



Vedlegg I: Snitt tallakser



Vedlegg J: Hulldekkeplan for trappe- og heisshus



Vedlegg K: Tabeller for utvendige vinduer og dører.

Utvendige vinduer 1. etasje			
Vindustype	Antall	Dimensjon	Areal [m²]
V-1	22	9 x 19	37,6
V-2	6	18 x 19	20,5
V-3	1	9 x 19	1,7
V-4	1	18 x 19	3,4
V-5	11	9 x 24	23,8
V-6	5	18 x 24	21,6
V-7	2	6 x 6	0,7
V-8	1	18 x 24	4,3
V-9	2	9 x 24	4,3
V-11	3	18 x 24	13
V-12	2	9 x 24	4,3
V-13	1	14 x 7	2,2
V-14	1	9 x 24	2,2
V-16	2	18 x 24	8,6
V-17	1	9 x 24	2,2
V-18	1	18 x 19	3,4
V-23	2	9 x 24	4,3
V-24	1	18 x 24	4,3
V-25	3	9 x 19	5,13
Sum			167,5

Utvendige dører 1. etasje			
Dørtype	Antall	Dimensjon	Areal [m²]
DY-2	1	10 x 24	2,4
DY-3	1	10 x 24	2,4
DY-4	1	20 x 24	4,8
DY-5	1	10 x 24	2,4
DY-6	1	10 x 24	2,4
DY-7	1	14 x 24	3,4
DY-8	1	14 x 24	3,4
DY-9	1	10 x 24	2,4
DY-17	1	12 x 21	2,5
G2-120-1	1	41 x 35	14,4
G3-166-2	1	28 x 21	5,9
Sum			46,4

Utvendige vinduer 2. etasje			
Vindustype	Antall	Dimensjon	Areal [m²]
V-1	32	9 x 19	54,7
V-2	16	18 x 19	54,7
V-10	3	9 x 19	5,1
V-19	2	9 x 19	3,4
V-20	3	18 x 15	8,1
V-21	2	9 x 15	3,4
V-22	1	18 x 15	2,7
V-26	2	18 x 19	6,8
V-27	11	9 x 19	18,8
V-28	4	18 x 19	16,7
V-29	3	9 x 15	4,1
V-30	1	9 x 19	1,7
V-31	4	9 x 19	6,8
V-32	1	9 x 19	1,7
V-33	1	18 x 15	2,7
Sum			191,4

Utvendige dører 2. etasje			
Dørtype	Antall	Dimensjon	Areal [m²]
DY-10	1	13 x 26	4,7
DY-11	1	13 x 26	4,7
DY-12	1	10 x 24	2,4
Sum			11,8