



Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

IB303312 Bacheloroppgave Bygg

Tittel på oppgåva:

Tiltak for å redusere riss i betonggolv på grunn

Kandidatnummer: 10019

Totalt antall sider inkludert forsiden: 110

Ålesund, Innleveringsdato: 06.06.2017

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg erklærer herved at min besvarelse er mitt eget arbeid, og at jeg ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Vegleiarar: Vemund Nils Årskog og Ivar Moldskred

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 06.06.2017

Antall ord: 20 606

FORORD

Denne bacheloroppgåva er utarbeida av ein student ved byggingeniør studiet ved NTNU i Ålesund. Oppgåva er utarbeida gjennom vårsemesteret i tredje studieår, som ei vidare fagleg fordjuping i mi studieretning konstruksjonsteknikk som starta på haustsemesteret same studieår.

Når eg skulle velje oppgåve var det ynskjeleg å finne noko eg ikkje hadde lært så mykje om gjennom studie, samstundes var det også ynskjeleg å finne eit problem så ikkje har vore undersøkt så mykje tidlegare. Dette passa godt med denne oppgåvas problemstilling som er utarbeida i samarbeid med Moldskred AS, ved Ivar Moldskred.

Bakgrunnen for at eg ynskja å gjennomføre ei bacheloroppgåve på eigenhand er grunna stor arbeidsmengde, då eg har to deltidsjobbar ved sidan av studiet.

Det å skrive aleine kan ofte vere ein svakheit då ein berre får ein person sine meningar og synspunkt på saka, og det å setje seg inn i alt stoffet aleine krevja mykje tid. Men på den andre sida har eg personleg fått moglegheita til å tileigne meg mykje kunnskap om eit interessant fagfeltet, og tar med meg gode erfaringar frå dette arbeidet.

Til slutt ynskja eg å nytte anledninga til å takke alle som har bidrege med kunnskap og erfaringar, og dimed gjort denne oppgåva mogleg å gjennomføre.

Og ei spesiell stor takk til:

Moldskred AS	Ved Ivar Moldskred som er oppdragsgjevar for denne oppgåva.
Vemund Nils Årskog	Vegleiar ved NTNU i Ålesund som har bidrege med vegleining undervegs i oppgåva.
Mapei AS	Morten Sønsterudbråten har bidrege med mykje informasjon kring temaet i problemstilling og løysinga dei har utvikla, «Mapecrete».
ID Gulv AS	Bjørn Håkon Dokk har også bidrege med mykje informasjon kring temaet riss i golv på grunn, og deira løysing ved støyping av dette.

Håper du finne oppgåvas innhald som interessant!

God lesing!
Ålesund, 22.05.17

Ferdinand F. Refsnes
Ferdinand F. Refsnes

SAMANDRAG

Bakgrunnen for oppgåva er at kvaliteten på betonggolv er eit hyppig diskusjonstema som følgje av at spesifiserte krav og forventningar ikkje vert tilfredsstillt. Dette resultera i kostbare utbetringar som kunne vert unngått om alle partar frå byggherre og rådgjevar til entreprenør og betongleverandør hadde vert innforstått med kva føresetnadar som ligg til grunn for å oppnå eit fullgodt resultat. Mange av desse skadane oppstår på grunn av mangelfull prosjektering og dimensjonering. (Norsk Betongforening, 2015)

Hensikta for denne oppgåva er at det er i Moldskred AS si interesse som rådgjevande ingeniørfirma å utvide kunnskapen om betongplate på grunn som utførast som riss- og fugefrie. Det er difor ynskjeleg å kartleggje metodar og tiltak som lar ein støype størst mogleg betongplater på grunn utan fuger eller fare for riss. Moldskred AS ved Ivar Moldskred har lang fartstid innan bransjen, men då dette er den bygningsdelen i næringsbygg som byggherre er minst fornøgd med, er det ynskjeleg for dei å verte enda betre på dette feltet.

Omfanget av oppgåva var stort, så for å kunne gjere seg opp ei grundig og godt overtenkt meining om løysningar og metodar eg fant var eg avhengig av å setje meg godt inni betongfaget. Dette for å forstå korleis kreftene i betongen oppstår og korleis desse opptrer i konstruksjonen i dei forskjellige tilfella. Avgrensinga vart satt til å berre gjelde golv på grunn i næringsbygg, og omfanget av litteratur, publikasjonar og erfaringar vart avgrensa til Noreg.

Metoden for innsamling av data var samtale med bedrifter med erfaring innan fagfeltet, nettsøk på referanseprosjekt og erfaring frå andre metodar, men også nokre publikasjonar frå fagdatabasar vart vurdert.

Resultata i oppgåva er basert på innspel og erfaringa som er gjort innan bransjen, med metodar som har vert nytta med gode resultat. Denne delen hadde ikkje vert mogleg å gjennomføre utan kontakta eg har oppretta med eldskjelar innan betongfaget.

Konklusjonen etter å ha arbeida med problemstillinga er at det er mange faktorar ein må ta omsyn på for å førebyggje rissdanning i betonggolv på grunn. I hovudsak må ein gjere tiltak for å førebyggje at det oppstår store spenningar i konstruksjonen. Det er då viktig å nytte ein betong med eit lågt svinn, samstundes må ein gjere tiltak mot innverking frå omliggande konstruksjonsdelar og grunnen for å unngå fasthalding, og oppnå lågast mogleg friksjon. Det må også gjerast herdetiltak for å unngå rask og ujamn uttørking gjennom tverrsnittet. For å ta opp dei spenningane i betongen ein ikkje kan førebyggje er det difor viktig med val av riktig type og mengde armering.

INNHALD

SAMANDRAG	7
INNHALD	9
TABELLISTE	11
FIGURLISTE	11
TERMINOLOGI	13
OMGREP	13
1 INNLEIING	15
1.1 BAKGRUNN	15
1.2 PROBLEMSTILLING	16
1.3 AVGRENSING	16
1.4 RAPPORTENS OPPBYGGING	17
2 TEORI	19
2.1 KVA ER BETONG?	19
2.1.1 Historie	20
2.1.2 Sement	21
2.1.3 Tilslag	22
2.1.4 Tilsetjingsmaterialar	25
2.1.5 Tilsetjingsstoff	29
2.2 GOLV PÅ GRUNN	33
2.2.1 Golvklasser	33
2.2.2 Golvbetong	34
2.2.3 Armering	37
2.2.4 Berelag	39
2.2.5 Fuger	42
2.2.6 Riss	43
2.3 REGELVERK	45
2.3.1 NS-EN 1992-1-1	46
2.3.2 NS-EN 13670	47
2.3.3 NS-EN 206-1	48
3 MATERIAL OG METODE	49
3.1 DATA	49
3.2 METODE	50
3.3 MATERIAL	52

4	RESULTAT	53
4.1	SLAKKARMERT.....	54
4.1.1	<i>Betong</i>	54
4.1.2	<i>Utføring og etterbehandling</i>	55
4.1.3	<i>Referanseprosjekt</i>	56
4.2	FIBERARMERT	57
4.2.1	<i>Betong</i>	57
4.2.2	<i>Utføring og etterbehandling</i>	59
4.2.3	<i>Belasting</i>	61
4.2.4	<i>Referanseprosjekt</i>	62
4.3	SVINNREDUSERT OG SLAKKARMERT	63
5	DRØFTING.....	65
5.1	METODEDRØFTING	65
5.2	RESULTATDRØFTING.....	66
5.2.1	<i>Slakkarmert</i>	66
5.2.2	<i>Fiberarmert</i>	66
5.2.3	<i>Svinnreduert slakkarmert</i>	67
6	KONKLUSJON	69
6.1	VIDARE ARBEID.....	70
	REFERANSER	71
	VEDLEGG	73
	VEDLEGG 1.....	75
	VEDLEGG 2.....	89
	VEDLEGG 3.....	95
	VEDLEGG 4.....	103

TABELLISTE

Tabell 2.1: Golvklasser med krav til rissvidder

Tabell 2.2: Maksimalt tilsikta konsistensnivå for ulike bestandighetsklassar

Tabell 2.3: Teknisk eigenskapar for Basalt, Polypropylene og Stål

Tabell 2.4: Typiske verdier for grunnens stivleik, k

Tabell 2.5: Typiske E-modular for vanlege EPS og XPS plater (N/mm²)

Tabell 2.6: Antekne friksjonskoeffisientar mellom betong og forskjellige underlag

Tabell 4.1: Viser maksbelasting for forskjellige tilfelle av underlag, fugeavstand og type last.

FIGURLISTE

Figur 2.1: Forhold mellom bestandighetsklasse, masseforhold og fastleiksklasse.

Figur 2.2: Endring i totalsvinn som funksjon av bindemiddelmengde og samansetnad.

Figur 2.3: Berelag illustrert med og utan isolasjon

Figur 2.4: Framstilling av samanheng mellom Norske lover og føreskrifter, og nasjonale standardar.

Figur 4.1: Illustrasjon av ujamn avretting av berelag

Figur 4.2: Viser tilleggsarmering kring fasthaldingspunkt, lagt vinkelrett på punkta.

Figur 4.3: Illustrasjon av ekspansjon og deretter kryp tilbake til utgangspunktet.

Figur 4.4: Viser ekspansjon og krymp i 6 forskjellige betongreseptar frå 12timar etter blanding.

Figur 4.5: Viser spenningane i betongen og underlaget

Figur 4.6: Viser utføringsdetaljar for tilleggsarmering kring fasthaldingspunkt

TERMINOLOGI

OMGREP

Amorf	Stoff som ikkje har noko bestemt form.
Blødning (Bleeding)	Separasjon av vatn i fersk betong.
Byggherre	Person eller organisasjon som bestiller eit arbeid frå ein entreprenør.
Elastisitetsmodul	Eller E-modul er forholdet mellom fastleik og forlenging i eit materiale. Beskriv materialets stivleik og evne til å motstå deformasjon.
Ettringitt	Ettringitt, mineral med samansetjing $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$, oppstår ved utfelling frå hydrotermale opplysningar. Det har i den seinare tid fått stor aktualitet fordi det også kan oppstå i sement ved reaksjonar med tilslagsmaterialet slik at betongkonstruksjonar smuldrar over tid.
Flisighet	Beskriver kornform for lange tynne tilslag.
Friksjon	Friksjon er den motstanden som bremser to gjenstandar eller flater frå å gli mot kvarandre.
Gradering	Kornstorleiksfordeling uttrykt som masseprosent som passera eit spesifisert sett med sikter.
Herdande betong	Perioden frå avbinding og frem til 28. døger.
Humus	Humus er ein bestanddel i jord, ein blanding av organiske forbindelsar som blir igjen etter mikrobiell nedbryting av planterestar.
Hydratisere	Hydratisering, det at ionar løyst i vatn er omgitt av og bunden til vassmolekyllar.
Karbonatisering	Karbonatisering, prosess der kalsiumhydroksid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, i mørtel eller betong reagerer med karbondioksid i luften slik at det dannes kalsiumkarbonat, CaCO_3 , og vann.
Kornform	Det enkelte korns form karakterisert som rund, kubisk, langstrakt eller flat

Lettilslag	Tilslag av mineralsk opprinnelse som har korndensitet i ovnstørr tilstand på mindre enn eller like 2000 kg/m^3 .
Los Angeles-metoden	Metode for å teste tilslaget evne til å motstå knusing
Masseforhold	Ei nemning som erstatter v/c-talet når det nyttast fleire bindemiddel i betongen enn berre sement. Angir talet liter effektivt vassinnhald i forhold til kilo bindemiddel.
Retarderande	Seinke eller hemme.
Relativ fuktigheit	Eller RF er eit mål for mengda vassdamp i lufta. Meir presist er relativ fuktigheit det prosentvise forholdet mellom lufta sin absolutte fuktigheit og den fuktigheit som må til for å oppnå metning ved ein gitt temperatur.
Riss	Små sprekkjer i betong, som oftast av ufarleg karakter.
Ruheit	Beskriver ei overflates grad av .
Svinn	Volumendring årsaka av endring av betongens fuktinnhald. Svinn kan vere volumminking eller -auking (svelling).
Søkksmål	Er ved konsistensmåling det talet mm toppen av den ferske betong eller mørtelen søkk saman når søkkjegla er løfta av prøva.
V/c-tal	Mengdeforhold mellom effektivt vassinnhald og sementmengda i fersk betong. I Noreg nyttar ein som regel masseforhold, som også tar omsyn på eventuelle tilsetjingsmaterialar.
Viskositet	Beskriver betongens motstand eller seighet.

1 INNLEIING

1.1 BAKGRUNN

Kvaliteten på betonggolv er eit hyppig diskusjonstema som følgje av at spesifiserte krav og forventningar ikkje vert tilfredsstilt. Dette resulterer i kostbare utbetringar som kunne vert unngått om alle partar frå byggherre og rådgjevar til entreprenør og betongleverandør hadde vert innforstått med kva føresetnadar som må liggje til grunn for å oppnå eit fullgodt resultat.

Mange av desse skadane oppstår på grunn av mangelfull prosjektering og dimensjonering. Val av betong med eigna bruks- og langtidseigenskapar, i tillegg til riktig utføring, er også forhold som sviktar i mange tilfelle og som difor viast stor oppmerksomheit. (Norsk Betongforening, 2015)

Med bakgrunn i dette er det då ynskjeleg å sjå på førebyggjande tiltak for at dette skal bli eit mindre problem i framtida. Typiske skader som følgje av feil i byggjeprosessen er oppsprekking, avskalling, overflater som ikkje er som forventa og sviktande eigenskapar for betongen.

Dette vil vere spesielt aktuelt med omsyn på næringsbygg som industri- og lagerbygg, då riss og fuger er utsett for skader frå truckar, og kantroisingar i desse kan føre til nedsett produktivitet og auka reparasjonskostnadar. Riss og fuger vil også vere ein fin plass for smuss og støv å samle seg, og vil der det er stilt krav til hygiene og reinhald gjere dette vanskelegare.

Oppdragsgjevaren Moldskred AS er eit rådgjevande ingeniørfirma innan faga arkitektur- og bygningsteknisk prosjektering, byggjeleing og prosjektadministrasjon. Firmaet vart etablert av Ivar Moldskred i 1987 og har i løpet av desse 30-åra har firmaet blitt eit godt etablert konsulentfirma i Møre og Romsdal. Det er difor i deira interesse å tileigne seg meir kunnskap om dette for å unngå at skader oppstår, for då å kunne tilfredsstille byggherres krav og forventningar til kvaliteten.

1.2 PROBLEMSTILLING

Problemstillinga er utarbeida av Moldskred AS, då det er i deira interesse å kartleggje tiltak for å redusere riss i betonggolv på grunn, og samstundes kunne utføre størst mogleg golvstøypar utan at det rissar opp.

Problemstilling: ***Tiltak for å redusere riss i betonggolv på grunn***

For å kunne svare på problemstillinga har eg vert avhengig av å kome i kontakt med personar i bygg- og anleggsbransjen som sitter med erfaringar kring prosjektering, leverandørar av ferdigbetong og utførande.

1.3 AVGRENSING

I denne oppgåva skal eg tileigne meg kunnskap om betongfaget, for å kunne forstå korleis riss oppstår og dimed finne tiltak for å kunne redusere riss i betonggolv på grunn. Det vil då vere naturlege å undersøkje betongkvalitetar, tilsetjingsmaterialar, tilsetjingsstoff og type armering. Det vil også vere ynskjeleg å sjå på oppbygginga av golv på grunn og utføringsdetaljar som glidesjiktet, fasthalding mot grunn og kring oppstikk, herdetiltak og andre eventuelle tiltak.

Det vil vere naturleg å avgrense oppgåva til næringsbygg som industri- og lagerbygg, då golvet i desse bygga ofte er utsett for hard bruk. Riss og fuger vil då vere meir utsett for skader og nedbryting, og det vil ofte vere stilt strengare krav til slitestyrkja på overflata. Kantreising i riss og fuger kan også tenkjast å kunne medføre nedsett produktivitet og auka vedlikehaldskostnad på utstyr på grunn av slag ved passering av desse i høg fart.

Det er også mange typar skader som kan oppstå i eit betonggolv på grunn, med bakgrunn i mange forskjellige faktorar. Eg har difor valt å avgrense skadeomfanget til å berre gjelde riss, og ser vekk frå skader i overflata som delaminering, blemmer og flassing.

Eg har også valt å halde meg til norske erfaringar, metodar og publikasjonar, og sett vekk frå erfaringar og metodar ein nyttar i andre land på grunn av oppgåvas omfang.

På grunn av tidsavgrensingane og tilgjengelege ressursar med omsyn på oppgåvas omfang vert det heller ikkje gått inn på utrekningar eller berekningar. Tal og berekningar vil vere basert på bedrifters erfaringar eller tal, og tal henta frå tabellar.

1.4 RAPPORTENS OPPBYGGING

Kapittel 2, teori, har eg delt inn i tre underkapittel. Den fyrste delen av litteraturstudie tar for seg betongens samansetnad og kva påverknad dette har på eigenskapane betongen. Vidare i neste underkapittel vert betonggolv på grunn omtalt, og oppbygginga av dette samt detaljar kring utføring. I siste del vert det gått inn på relevant regelverk og standardar med omsyn på oppgåvas problemstilling. Dette er gjort for at lesarane skal få ei betre forståing for betongfaget og dimed kunne skape ein betre forståing for problemstillinga.

Kapittel 3, metode, beskriv eg korleis arbeidsprosessen har vert og korleis innsamling og tilarbeidinga av data har føregått, og kva metodar og reglar innan akademisk skriving eg har nytta eller måtte ta omsyn til.

Kapittel 4, resultat, tar eg for meg dei metodane eg har komen fram til for å unngå riss og fuger i store betongplater på grunn basert på informasjon kring erfaringar frå byggjebransjen, og derunder kva førehandsreglar og forarbeid som er avgjerande for å oppnå eit godt resultat.

Kapittel 5, drøfting, er delt inn i to delar. Fyrste del, Metodedrøfting, vert metode for gjennomføring av dette prosjektet diskutert. I andre del, Resultatdrøfting, diskutera eg svakheita og styrkjar med dei forskjellige metodane og utføringane frå resultatet.

Kapittel 6, konklusjon, vil eg svare på problemstillinga til oppgåva samt ta for meg forslag til vidare arbeid.

2 TEORI

Betongfaget er eit omfattande og komplisert fagområde, som vi i undervisninga ved studiet har hatt lite om. Det var difor viktig for min del å setje meg inn i faget i sin heilskap, og å lese meg opp på dei delane av faget som var relevant for oppgåva eg skal skrive.

For å danne meg eit heilskaps inntrykk av fagets omfang, starta eg prosessen med å setje meg inn i faget i ein heilskap. Deretter via eg mykje tid i den vidare prosessen til å finne relevant litteratur i forhold til oppgåvas tema. Dette vil vidare utgjere ein stor del av oppgåva, då kunnskap om betongfaget er viktig for å få ein forståing for betong som materiale, bruksområde og svakheita ein må ta omsyn til.

Viktige moment i litteraturstudiet vert:

- Betongens historie og samansetnad
- Oppbygginga av betonggolv på grunn
- Skader som riss, og korleis desse oppstår
- Regelverk

2.1 KVA ER BETONG?

Dette underkapittelet vil ta for seg kva betong er og betongens oppbygging og komponentar. Denne delen av litteraturstudiet vil i stor grad basere seg på boka «Betong – Regelverk, teknologi og utførelse» av Magne Maage, utgjeve av Byggenæringens Forlag i Oslo 2015 og derunder del B «Betongens samansetjing, struktur og egenskapar» (ss. 79-141).

Betong er eit av våre viktigaste byggjemateriale saman med stål og tre. Betongens fortrinn liggje i eigenskapane som lar den formast, den kan støypast ut i former, og den er i stand til å ta opp store krefter.

Betongen er samansett av sementlim og tilslag. Sementlim er ei nemning for blandinga av vatn, sement og eventuelle tilsetjingsmaterialar, og funkar som limen mellom tilslaget i betongen. Tilslaget består av sand og stein i variert fordeling avhengig av kva kvalitet ein er ute etter.

Sementlimens eigenskapar bestemast fyrst og fremst av blandingsforhalde mellom vatn og bindemiddel (sement og eventuelt tilsetjingsmaterialar), dette blandingsforhalde kallast v/c-tall, v/c-forhald eller berre v/c.

Sementlimens masseforhold eller v/c-tall er den viktigaste faktoren for limens kvalitet og dimed betongens eigenskapar.

Tilslag er sand og stein som ein nyttar i betongblandinga. Sand (< 4 mm) er omtalt som fint tilslag, mens stein (> 4 mm) er omtalt som grove tilslag.

2.1.1 HISTORIE

Frå oldtida har man fleire døme på tidlege stadium av byggjematerialet som vi i dag kjenner som betong. Blant desse er Assyrarane som nytta leira og bitumen, Egyptarane som nytta gips og kalk, Grekarane brente kalk og Romarane framstilte pozzolan-sement frå knust vulkansk oske.

Det eldste funnet av sementliknande bindemiddel er frå år 5600 f.Kr., og er gjort ved bredda av elva Donau. Dette var eit om lag 25 cm tjukt hyttegolv laga av kalksement.

«Det finst eit pulver - Genus pulveris - som av natur lagar fantastiske ting. Når det blandast med kalk og stein, og vert tilsett vatn, vil det herda og verta solid. Det gjev ikkje berre vanlege bygningar stor styrkje, men også murar som vert bygde i havet vert så sterke at sjølv ikkje bølger og straum klarar å øydeleggja dei.» (Vitruvius, 25 f.Kr.) (Wikimedia, 2017)

I 1824 betra betongkvaliteten seg kraftig då den engelske muraren Joseph Aspdin tok patent på eit produkt han kalla for Portlandsement. Namnet kom av likskapen mellom sementen i størkna tilstand og den vanlege bygningssteinen av kalkstein frå Portland, Storbritannia. (Store Norske Leksikon, 2017)

I 1848 vart forgjengaren til det vi i dag kjenner som armert betong oppfunnen av franskmennene Joseph Monier og Joseph-Louis Lambot. Monier ga det namnet «Ciment armè» (pansra sement), mens Lambot ga sin versjon namnet «ferciment» (ferro-sement) som han seinare patenterte. (Wikimedia, 2017)

Norsk sementindustri tok for alvor til i 1888, då selskapet Christiania Cement Aktiebolag vart etablert av svenske og tyske forretningsmenn. Den fyrste fabrikk vert bygd på Slemmestad i Buskerud, og starta produksjonen i 1890. Starten var vanskeleg, og etter å ha gått konkurs nokre gangar vart fabrikk overdregen til A/S Christiania Portland Cementfabrikk i 1892.

2.1.2 SEMENT

Sement er det viktigaste bindemiddelet i betong, og den mest vanlege typen sement er Portlandsement. Sement framstillast ved brenning av kalkstein og nokre andre råmateriale. Tilsetjingsmateriale er også ein del av bindemiddelet. Dette er restematerialar frå andre produksjonar. Dei viktigaste tilsetjingsmateriala er silikastøv, flygeoske og råjarnslag. Det kan tilsetjast både i sementproduksjon og ved blanding av betong.

Ved endring av kjemisk samansetnad eller å male sementen til forskjellige finleikar vil ein endre sementens eigenskapar, slik ein tilfredsstill definerte krav.

Sement består stort sett av fire hovudmineralar som utgjer om lag 90-95 %. Desse fire minerala er Trikalsiumsilikat (C_3S), Dikalsiumsilikat (C_2S), Trikalsiumaluminat (C_3A) og Tetrakalsiumaluminatferritt (C_4AF). Dei resterande 5-10 % består av ein rekkje andre materialar som kan vere svært viktige for sementens eigenskapar. Dei viktigaste materiala er fri kalk (CaO), magnesiumoksid (MgO), gips, kaliumoksid (K_2O) og natriumoksid (Na_2O). Desse materiala påverkar både bestandigheit og tidelgfastleik.

Ved å endre på mengdeforhalde mellom desse minerala, kan ein styre sementens eigenskapar som varmeutvikling, fastleiksutvikling, fastleikspotensial og bestandigheit eigenskapar.

Dei fire hovudminerala i sementen reagera med vatn (hydratiserar) med forskjellig hastigheit.

Aluminatane (C_3A og C_4AF) er raske, mens silikata (C_3S og C_2S) er meir langsame.

Dei raske aluminatane bidreg i fastleiksutviklinga i starten, men lite til den langsiktige fastleiken. Dei langsame silikata derimot bidreg i større grad til langtidsfastleika.

2.1.3 TILSLAG

Hovuddelen av betongens volum består av sand- og steinmaterilar, som saman vert kalla for tilslag. Tilslaget utgjer omlag 2/3 av betongens totale volum, den resterande delen av betongen består av sementlimet (sement og vatn). Tilslaget utgjer som regel den sterkaste og stivaste delen av betongen. Betongens støypeligheit er i stor grad styrt av tilslagets eigenskapar. Tilslaget har også stor påverknad på betongens mekaniske eigenskapar, og då spesielt betongens stivleik, som i stor grad er styrt av tilslagets stivleik. Betongens fastleik er også i stor grad påverka av dette.

Normalt sett er tilslaget bestandig, men ein må vere oppmerksom om ein nyttar alkalireaktive tilslag og tilslag som inneheld kismineralar. Alkalireaktive tilslag kan nyttast, men ein må då ta spesielle forehaldsreglar ved val av sement eller bindemiddel.

I Noreg nyttast det tradisjonelt sett tilslag frå naturlege sand- og grusførekomstar. Dette er lausmassar som vert avsett under og etter istida for om lag 10 000 år sidan. Dei største førekomstane er breelvsavsetningar som vart danna under smeltinga av isbrear, men det vert også nytta morenematerialar som betongtilslag.

Men grunna aukande knappheit på gode naturmaterialar, er det ein aukande tendens til å nytte tilslag knust ned frå faste bergmassar i staden for naturleg avsette massar.

Tilslag har forskjellige namn ut i frå storleik, og om det er naturlege eller knuste massar. Naturleg tilslag med storleik < 4 mm vert kalla natursand, og det med storleik > 4 mm vert kalla singel. Knuste tilslag vert kalla maskinsand når storleiken er < 4 mm, og pukk ved storleik > 4 mm.

Det er i dag vanleg å kombinere naturlege og maskin knuste materialar, med hovudvekt på naturlege materialar i blandinga. Det er viktig at flisigheitsindeksen ikkje overstig 15, noko som er vanskelegare ved maskinknusing enn ved naturlege førekomstar.

Magmatiske bergartar: Desse er av ei smeltetmasse. Anten djupt under jordas overflate som djupbergartar, eller på overflata som dagbergartar. Vanlege djupbergartar er granitt, gabbro og syenitt, mens dagbergartar vanlegvis er basalt.

Sedimentære bergartar: Desse oppstår som sedimentar frå forvitring, organiske prosessar m.m. som herdast og vert til faste bergartar. Dette er vanlegvis kalkstein, sandstein, konglomerat og leirestein.

Metamorfe bergartar: Desse oppstår ved omvending av andre bergartar, vanlegvis under høgare trykk og temperatur enn ved den opprinnelige danninga. Dette kan skje ved endring av kjemisk samansetnad, eller berre ved omkrystallisering. Dette er vanlegvis gneis, amfibolitt og marmor.

Naturlege førekomstar av tilslag vil ofte vere einsgradert, eller bestå av fleire varierte bergartar med forskjellige eigenskapar som verkar ugunstig på betongens eigenskapar. Dette er mogleg å sortere eller sikte, men dette vil sjeldan vere økonomisk lønnsamt. Det vil ofte difor vere meir gunstig å produsere tilslaget, då ein får moglegheit til å velje ein bergart av god kvalitet som ein ynskjer å ta ut.

2.1.3.1 Kornform

Ein av dei aller viktigaste faktorane ved eit godt tilslag, er moglegheita det gjev for å få betong med gode støypelegheiteigenskapar. Dette er avgjerande for at betongmassen skal fylle forskalinga skikkeleg, kringsetje armeringa og at ein oppnår ei stabil masse så ein unngår separasjon over tid. Dei geometriske eigenskapane til tilslaget er då serdeles viktig, som vil sei kornforma og gradering.

Knuste tilslag vil generelt ha dårlegare kornform enn naturlege førekomstar av tilslag. Dette kjem av at naturlege tilslag er rundare med mindre ruheit etter å ha vorte slipt av vatn og is. Det knuste tilslaget er ofte meir kantete med stor ruheit. Kantete og røe tilslag vil gje ein dårlegare støypeligheit med dårlegare pakning, auka holrom og dimed eit auka matriksvolum.

2.1.3.2 Mekaniske eigenskapar

Tilslagets trykkfastleik er som regel mange gangar høgare enn sjølve betongen, og avgrensinga ligg normalt sett i sementlimen som gjev desse avgrensingane i trykkfastleika. Det finnes naturleg vis unntak frå dette, og det ligg i dei svakaste typene letttilslag. Tilslagets trykkfastleik har tradisjonelt vore lite fokus på, men det er i nyare tid stilt krav til styrkja på grove tilslag i betong med fastleiksklassar høgare enn B25. Desse tilslaga skal ha LA35 eller betre målt etter Los Angeles-metoden.

Det er påvist ein relativt god samanheng mellom tilslagets E-modul og oppnådd E-modul i betong. Det finnes sjølvstundt unntak frå regelen, og i dette tilfelle er det kalkstein som til tross for sin høge E-modul gjev betongen relativt låg E-modul. Tilslag med ein E-modul i område frå 40 til 75 GPa har gjeve betongen ein E-modul på 25 til 40 GPa. Det viser også i nyare studie at det er ein klar samanheng mellom Los Angeles-verdien og oppnådd E-modul i betongen.

Motstand mot frysing og innhald av klorid, svovel, humus og glimmermineralar og alkalireaktivitet er element som kan påverke betongens eigenskapar. Etter standarden kan ein klassifisere eit tilslag som motstandsdyktig mot frost om det har ein vassabsorpsjon lågare enn 1 %.

Kloridinnhald skal alltid dokumenterast og deklarerast, det skal også reknast inn i den totale mengda kloridinnhald i den aktuelle betongsamansetnaden.

Det er vidare stilt krav til at totalt svovelinnhald ikkje kan overstige 1 %, og ved påvist innhald av magnetkis gjeld ei øvre grense for svovelinnhald på 0.1 %.

Innhald av humus vil verke retarderande på betongens herdeforeløp, og i verste fall vil det fullstendig hindre herdeprosessen. Humus innhald kan testast ved å blande sand med Natriumhydroksid-løysning (NaHO), og deretter vurdere fargen på løysinga. Med aukande humus innhald vil fargen verte mørkare.

Stort innhald av glimmermineral kan gje stor negativ effekt på betongens eigenskapar i fersk tilstand, og kan auke betongens matriksbehov betydeleg. Glimmer kan også føre til redusert fastleik i betongen.

Alkaliereaktivitet kan føre til ein alvorleg alkalireaksjon, som er ei alvorleg nedbrytingsmekanisme for betongkonstruksjonar. For at det skal oppstå ein skadeleg alkalireaksjon må følgjande tre forutsetninga vere til stade samstundes. Alkalireaktive tilslag i stor nok mengde, høg nok alkalimengde og fuktinnhald over 80 % RF. Ved å nytte bergartar som er alkalireaktive må ein ta visse førehandsreglar ved val av bindemiddel, då anten i form av lågalkalisementar eller ved andre verkemiddel som slagg, flygeoske eller silikastøv (etter bestemmingar gjeve i NB 21 /7/).

2.1.4 TILSETJINGSMATERIALAR

Tilsetjingsmaterialar er ein viktig del av betongproduksjonen i dagens industri. Dei mest nytta tilsetjingsmateriala i verda er silikastøv, flygeoske og råjarnsslagg. Silikastøv og flygeoske kallast pozzolane materialer, mens råjarnsslagg kallast latent hydraulisk materiale.

Pozzolanar er eit fellesomgrep for materialar som kan reagere kjemisk med alkaliar og reaksjonsproduktet kaliumhydroksid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) etter reaksjon mellom sement og vatn. Pozzolanreaksjonen dannar stabile reaksjonsprodukter.

Latente hydrauliske materialar har evne til å reagere utan kombinasjon med sement, men krevjar høg pH for å aktivere den kjemiske prosessen.

I Noreg vert ikkje råjarnsslagg nytta, fordi om den er mykje nytta i andre land. Dette kjem av fleire faktorar, blant anna slaggets dårlege evne til å reagere kjemisk ved låge temperaturar. Den er også særleg dårleg mot frost på grunn av den høge absorpsjonen av vatn i poresystemet. Råjarnsslagg vert difor ikkje omtalt vidare i teorikapittelet.

2.1.4.1 Silikastøv

Silikastøv er eit restprodukt frå produksjon av silisium- og ferrosilisiummetall. Støvet vert reinsa frå røykgassane i spesielle filter. Dette vart naudsynt i 1970-årene som følgje av miljøkrav. Reinsinga førte til at silikastøv vart tilgjengeleg, og det vart fyrst nytta som tilsetjingsmateriale i betong på 1970-talet i Noreg.

Silikastøv vert fyrst og fremst nytta i betong av høg kvalitet, med ei doseringsmengde på omlag 3-5 % av sementmengda. Silikastøv er veldig finkorna, der partiklane er om lag 1/100 av sementpartiklane.

Silikastøv består av 85-98 % silisiumdioksid (SiO_2) i glasaktig (amorf) form i motsetnad til kvarts i bergartar, som har same kjemiske samansetnad, men er i krystallisk form. For å kunne delta i pozzolanreaksjonen må støvet vere i amorf tilstand. Denne strukturen oppnår ein ved rask nedkjøling.

Silikastøv er lettare enn sement, med sin densitet på om lag 2200 kg/m^3 mot sementens 3100 kg/m^3 . Silikastøvet vert levert i tre ulike former, naturleg form (ukompaktert), kompaktert form og slurry-form (50/50 - silikastøv/vatn).

Når reine sementar reagera med vatn, vert det utvikla kalsiumhydroksid tilsvarande 20-30% av opphavleg sementmengde. Dette bidreg lite til betongens styrkje, stivleik eller tettleik, men er viktig for betongens kjemiske eigenskapar. Det bidreg til å halde pH-nivået i betongen så høgt at armeringa verte beskytta av eit sterkt og tett oksidsjikt på overflata.

Når silikastøv vert nytta, oppstår det ein kjemisk reaksjon mellom silikastøvet og kalsiumhydroksidet. Denne reaksjonen vert kalla pozzolanreaksjon, og dannar reaksjonsproduktet kalsiumsilikathydrat (C-S-H). Kalsiumsilikathydrat er det viktigaste reaksjonsproduktet som oppstår mellom vatn og sement, og reaksjonen bidreg til høgare produksjon av dei viktige stoffa som gir betongen høgare fastleik, tettleik og bestandigheit.

Pozzolanreaksjonen startar ikkje før det har verte danna Kalsiumhydroksid, så eksempelvis fastleik- og tettleiksgevinsten frå silikastøvet oppstår ikkje før etter nokre døger. Reaksjonen krevje også vatn, og det er dimes viktig at betongen har tilgang på vatn lenge nok til at reaksjonen oppstår. Pozzolanreaksjonen frå silikastøvet fører til høgare varmeutvikling, enn ved å nytte vanleg sement. Den er også på lik line med sement veldig temperaturavhengig, men i enda sterkare grad, så den vil gå langsamt ved låge temperaturar og raskt ved høge temperaturar.

Silikahaldige betongar er litt stivare enn vanlege betongar i fersk tilstand. Det er difor naturleg å auke søkkmålet nokre cm for å oppnå same støypelegheit.

Sjølv om silikabetong har eit større matriksbehov enn vanleg betong, gjev dette normalt sett ikkje separasjonsproblem fordi den også har evne til å halde på vatn. Dette heng saman med silikastøvet høge spesifikke overflate, som er 60 gangar større enn vanleg sement. Det fører til at betongen verte meir homogen, og eigenskapane vert difor jamnare og betre. Det er også viktig å nytte plastiserande tilsetjingsstoff i kombinasjon med silikastøv for å fordele partiklane.

Betong med silikastøv er som regel seigare enn betong utan fordi massen heng betre saman. Ved aukande innhald av silikastøv er det difor naudsynt å vibrere meir for å oppnå ein godt utstøyppt betong.

Sidan silikabetong held så godt på vatn at lite vatn vert overført frå betongens indre til betongens overflate, vil overflata tørke ut raskare. Dette fører til plastisk svinn, som kan resultere i grove og djupe, og ofte gjennomgåande riss. Dette problemet aukar med aukande betongkvalitet, og det er difor viktig med gode herdetiltak for å redusere faren for plastisk svinn.

Silikabetong har også betre heft til både tilslag, armering og fiber og til herda betong. Dette kjem av at betongen vert meir homogen med mindre separasjonstendensar. Betongen vert også påverka positivt mot utvasking, sulfatangrep, syreangrep og liknande av silikastøvet. Dette kjem av at betongen vert tettare, det reduserte innhaldet av kalsiumhydroksid og ein meir stabil C-S-H-fase. Silikastøv bidreg vidare til at kloridinntrenging er sterkt redusert. Det fører også til å auke den elektriske motstanden, som igjen bidreg til å senke korrosjonshastigheita.

For å unngå risiko for forseinka ettringitt-danning, som kan føre til at betongen sprekk opp, bør ikkje maksimaltemperaturen under herdig bli høgare enn 70°C. Om ein nyttar silikastøv kan denne temperaturen aukast til om lag 75°C.

Silikastøv har både positiv og negativ effekt på faktorane som påverkar armeringskorrosjon. Men totalt sett vil dei positive effektane dominere, og å nytte silikastøv vil resultere i auke i motstanden mot armeringskorrosjon.

2.1.4.2 Flygeoske

Flygeoske er eit restprodukt frå reinsing av røykgassar i kolfyrte varmekraftverk. Produksjonen av denne er vesentleg større enn produksjon av silikastøv i verden. Flygeoska sine eigenskapar vil variere ut frå kolsamansetjing og brenningsprosessen. Partiklane er stort sett kuleforma og har om lag same storleik som sementkorna. Densiteten til desse er om lag 2200 kg/m³.

Det meste av flygeoska vert i Noreg nytta til framstilling av FA-sementar, men ein del vert også nytta som tilsetjing til betong på blandeverk når ein lagar betong.

Flygeoske består av silisiumoksid (SiO₂), aluminiumoksid (Al₂O₃), jernoksid (Fe₂O₃) og kalsiumoksid (CaO). Innhaldet av silisiumoksid liggje mellom 40-70 %, avhengig av koltype og fyring. Dette er amorft (glasaktig) og har dimed pozzolane eigenskapar. Flygeoske som har lågare kaliumoksid innhald enn 10 % kallast silikathaldig, og det er berre denne typen som vert nytta i Noreg.

Flygeoske har på grunn av dei amorfe silisiumoksida stort sett dei same kjemiske effektane som silikastøv. Variasjonen i eigenskapar kan likevel vere større. Sidan partiklane er grovare, og fordi flygeoske har lågare innhald av silisiumoksid enn silikastøv, vil også den kjemiske aktiviteten verte mindre. Dette gjer at dei positive effektane av flygeoske utviklar seg langsamare, og det kan ta fleire månader før eigenskapane oppnåast fult ut.

I den kjemiske prosessen vil flygeoska i langt mindre grad bidra til varmeutviklinga enn sementen. Sement som inneheld flygeoske vert ofte kalla «lågvarmesement», sidan ein ved å tilsetje 20 % flygeoske i sementen vil redusere varmeutviklinga med omlag 15 %. Ved å redusere varmeutviklinga i sementen vil ein også redusere faren for oppsprekking i herdefasen.

Partiklane i flygeoske er i hovudsak kuleforma, dette forbetra betongens støypelegheit då partiklane vil fungere som «kulelager». Flygeoska har også lågare densitet enn sementen som ofte vil bidra til høgare matriksvolum, som kan føre til betre støypelegheit. Auking av mengda fine partiklar vil bidra til at betongen vert meir stabil, men kan også føre til ein litt stivare betong. Dette kan ein kompensere for med litt meir matriks eller plastiserande tilsetjingsstoff.

Flygeoska vil normalt sett reagere treigare enn sementen. Dette kan kompensast for med å male sementen finare slik at sementreaksjonen går raskare i starten. Ved å nytte flygeoske vil tidlegfastleiken til betongen bli redusert, men dette kan kompensast for ved å auke temperaturen på den ferske betongen. Høgare temperatur vil gje høgare tidlegfastleik, men redusera fastleiken etter 28 døger. Flygeoska vil bidra til å gjere betongen meir robust ovanfor høge temperaturar på same måte som silikastøv.

Fordi om flygeoska reagera treigare enn sement, vil den etter nokre månader bidra til at betongen oppnår høgare fastleik enn ved å nytte av berre sement grunna pozzolanreaksjonen. Heft vil også verte betre ved å nytte flygeoske, både til tilslag, armering, fiber og til herda betong. Dette er delvis skulda ein meir homogen betong med mindre tendens til separasjon. Mengda av det svake kalsiumhydroksidet som har ein tendens til å samle seg i overgangssonar, vil til ein viss grad verte erstatta med sterkare reaksjonsprodukt etter pozzolanreaksjonen.

Flygeoska vil auke motstanden mot utvasking, sulfatangrep, syreangrep og liknande. Alkalieinnhaldet kan også vere større utan risiko for alkalireaksjonar fordi flygeoska bidreg til å binde opp alkalia. Kloridinntrenging vert sterkt redusert, og elektrisk motstand aukar med aukande innhald av flygeoske. Karbonatisering kan derimot forplante seg raskare innover i betongen ettersom innhaldet av flygeoske aukar, og risikoen for forseinka ettringittdannelse av tek også.

2.1.5 TILSETJINGSSTOFF

Tilsetjingsstoff er eit fellesomgrep for ei rekkje forskjellige produkt som kan tilsetjast betongen for å forbetre dens eigenskapar, anten i fersk eller herda tilstand. Mange av desse har ein primærfunksjon, men kan også ha bieffekter som kan vere både positive og negative.

Sidan 1960-talet når vi fyrst starta å nytte desse, har bruken utvikla seg kraftig. Føremålet med desse stoffa var å oppnå betongens gode eigenskapar, samstundes som ein ville unngå dei mindre heldige. I dagens moderne støypeteknikkar har vi gjort oss heilt avhengige av slike tilsetjingsstoff.

Tilsetjingsstoffa er delt inn i hovudgrupper etter kva hovudfunksjon desse har. Innan for kvar av desse finst det som regel eit hav av variasjonar med litt forskjellige eigenskapar. Effekten av desse er ofte også avhengig av når og korleis dei tilsetjast i prosessen, og andre delmaterialar som vert nytta.

2.1.5.1 Vassreducerande/Plastiserande stoff

Nesten all betong som vert produsert i Noreg i dag, inneheld eit eller anna form for vassreducerande/plastiserande tilsetjingsstoff. Dette er dimed den mest vanleg nytta typen tilsetjingsstoff i betong.

Dette tilsetjingsstoffet bidreg til å oppnå same konsistens i betongen, og samstundes redusere vassinnhaldet. Sterkt vassreducerande/superplastiserande har same effekt, men effekten er sterkare. Det finst i hovudsak 3 variantar av vassreducerande stoff som verte omtalt vidare.

P-stoff:

Det tradisjonelle stoffet i denne gruppa er lignosulfonat basert, og vert også kalla P-stoff. Lignosulfonat er eit restprodukt frå treforedling. I uforedla versjon vil dette stoffet også tilføre luft til betongen, og dette vert kalla LP-stoff. Denne tilførte lufta er ikkje optimal med tanke på frostbestandigheit, og for å unngå grove luftpora foreldast stoffet ved tilsetjing av luftdempar.

P-stoffet fungera fyrst og fremst ved at vatnets overflatekrefter reduserast. Dette fører til at mindre andel av vatnet vert fysisk binda til partikkeloverflata, og meir vatn vert frigjort til å lage meir flyt i betongen. Baksida med stoffets påverking av betongens eigenskapar, er biverknaden som fører til retardasjon av størkninga. Denne effekten aukar med aukande dosering, og spesielt når det vert tilsett etter sementen har vore i kontakt med vatn.

P-stoffa var lenge langt billigare enn dei såkalla superplastiserande stoffa, også kalla SP-stoff. På grunn av dette var det difor det mest nytta stoffe til tross for ovanfornemnte biverknadar. No i nyare tid vert P-stoffa nytta i mindre grad, og til andre bruksområde. No vert det nytta til å gje betongen lenger «open tid», som vil sei retardering av størkninga, spesielt i høgkvalitetsbetong med lang transport. P-stoffet vert nesten alltid kombinert med SP-stoff.

SMF- og SNF-stoff:

Fyrste generasjon av såkalla superplastiserande stoff var basert på melamina (SMF-stoff) og naftalena (SNF-stoff). Desse er basert på restprodukt får kjemisk industri, og er modifisert med tanke på å nytte desse i betong. Melaminstoffa består av sulfonert melaminformaldehyd (SMF) og naftalenstoffa består av sulfonert naftalenformaldehyd (SNF).

Desse stoffa var betrakteleg mindre retarderande enn P-stoffa, og effekten var noko betre, spesielt då ein kunne nytte høgare dosar. Denne typen SP-stoff er i svært liten grad nytta i Noreg i dag. Dette er fordi desse er relativt dyre i forhold til dagens moderne SP-stoff, i tillegg til å vere langt mindre effektive.

SP-stoff:

Siste generasjon av superplastiserande stoff er basert på co-polymer, og er ofte kalla PCE-stoff (Poly Carboxylate Ether). Desse er basert på syntetisk framstilte polymer. Prisen på desse er noko høgare enn for tradisjonelle P-stoff, men effekten er langt høgare. Desse stoffa betrar også betongen sin stabilitet, som tyder at konsistensen kan vere langt blautare utan at det oppstår separasjon i betongen. Dette eignar seg spesielt godt til å nytte i sjølvkomprimerande betong. Men også desse stoffa har biverknadar, spesielt ved høge doseringa kan desse gje retardasjon.

Co-polymer består av lange polymerkjede med utstikkande sidegreiner. Dei korte sidegreinene er elektrisk lada, og bidreg til at kjedene bindar seg til partiklane. Dei lange sidegreinene er ikkje elektrisk lada. Polymerkjedene legg seg kring dei små partiklane, og dei lange sørger for at partiklane skyvast frå kvarandre og partiklane dispergerast.

Desse stoffa kan også i større grad enn forgjengaren «skreddarsyast» til å tilfredsstille ulike behov for forskjellige betongtypar.

2.1.5.2 Svinnreducerande

Svinnreducerande stoff består ofte av polypropylenglykol. Slike stoff redusera overflatespenninga til vatnet som finst i kapillærporene, og dimed vert kreftene som verkar på poreveggane kraftig redusert. Med dette reduserast dimed uttørkingssvinnet.

2.1.5.3 Ekspanderande

Ekspanderande stoff finst i ein del ferdigmørtlar som nyttast til innstøyping av boltar i utsparingar, forankringar, understøyp og gysing. Ekspanderande stoff kan også nyttast i betong. Det ekspanderande stoffet er vanlegvis aluminiumspulver som reagera i det alkaliske miljøet i den ferske massen og utviklar gassbobler som fører til at betongens volum aukar.

Ekspansjonen bidreg til at massen fyller volumet på ein betre måte, og sjølve ekspansjonen kjem relativt raskt. For at ekspansjonen i hovudsak skal kome etter at massen er støypt ut, må det berre blandast små mengder som nyttast umiddelbart.

2.1.5.4 Størkningsretarderande stoff (R-stoff)

Størkningsretarderande stoff, eller retarder som det også vert kalla, bidreg til å auke tida det tar før betongen går frå plastisk til stiv tilstand. Stoffet verkar retarderande ved å danne ei hinne kring kvart sementkorn, og dimed vert den kjemiske reaksjonen mellom sement og vatn seinka. Doseringa sin storleik avgjer kor tjukk hinna vert, og dimed også kor langvarig retardasjonen verte.

R-stoff i dagens marknad er som regel basert på natriumglukonat eller fosfat. Hovudformålet er å utsetje tidspunktet betongen binder av. Situasjonar dette kan vere aktuelt er for å få lenger bearbeidingstid i forma, unngå utilsikta støypeskøytar, lang transport, støyping i varmt veir og pumping.

Det er også mange faktorar retardasjonen er avhengig av. Blant desse er type stoff, doseringmengde og tidspunkt, temperatur, sementtype og vassinnhald. Låge temperaturar gjev lenger retardasjonstid, finmalte sementar vil gje mindre retardasjon og ved aukande vassinnhald vert retardasjonen mindre.

2.1.5.5 Størkningsakselererande stoff

Vi skilje mellom to typar størkningsakselererande stoff, det er stoff som doserast for å oppnå ei ynskja størkningstid og stoff som gjev umiddelbar størkning. I denne oppgåva vert det berre gått inn på fyrstnemnte, då umiddelbar størkning ikkje er relevant for oppgåvas problemstilling.

Størkningsakselererende stoff av denne typen bidreg til å redusere tida frå plastisk til stiv tilstand, og er basert på kalsiumnitrat (kunstgjødse). Dette kan til ei viss grad nyttast som alternativ til raske sementar og varm betong. Eit av bruksområde er golvstøypar for å kunne glatte plata tidlegare. Ein negativ eigenskap er raskare konsistenstap, som kan skape problem ved utstøyping.

Effekten av slike stoff kan variere i stor grad avhengig av sementtype, betongresept og temperatur. Det er difor anbefalt å lage prøveblandingar for å finne riktig dosering, for den aktuelle størkningstida ein ynskjer å oppnå.

2.2 GOLV PÅ GRUNN

Dette underkapittelet av litteraturstudiet vil omhandle betonggulv på grunn og oppbygging av desse, samt utføringsdetaljar. Denne delen av litteraturstudiet vil i stor grad basere seg på Norsk Betongforenings publikasjon nr. 15 «Betonggulv – gulv på grunn og påstøp» utgjeve i 2015. Vidare i oppgåva vil denne bli omtalt som «NBf's publikasjon nr. 15».

Golv på grunn og påstøypar utførast normalt som flytande eller fasthalde. Flytande golv forutsetjast å vere fritt frå fasthalding frå underlaget og andre konstruksjonsdelar, medan fasthalde golv anten er limt til underlaget (eksempelvis tynne påstøypar) eller fasthalde av andre konstruksjonar eller konstruksjonsdelar. Denne delen vil i hovudsak omhandle flytande betonggulv på grunn.

2.2.1 GOLVKLASSER

I NBf's publikasjon nr. 15 er det innført fire golvklasser, desse skal fungere som eit verkemiddel for å få prosjekterande, utførande og byggherrar til å tenkje betre gjennom kva golv dei ynskjer før dei ser det endelege resultatet.

Tabellen under viser dei fire golvklassene med ulike krav til rissvidder for flytande og fasthalde betonggulv. Golvklasse I og II er meint for golv med strenge krav til riss, rissvidder og eventuelt også slitestyrkje. I Golvklasse I kan ein forvente tilnærma rissfrie golv, medan Golvklasse IV er det ikkje anna krav enn at det skal vere eit betongunderlag utan krav til riss eller rissvidder. (s. 33)

Golvklasse	I ¹⁾	II ²⁾	III ²⁾	IV ³⁾
Rissvidde (mm)	0,3	0,5 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	-
Svinn _{REF} (‰)	0,50	0,50	1,00	-
Armeringsmengde	6xAS _{min} ⁵⁾	2xAS _{min} ⁶⁾	1xAS _{min} ⁶⁾	-
Minimumstjukkuleikar (mm)				
Enkelt/dobbeltarmert golv	150/150	100/150,120 ⁷⁾	100/150	-/100
Enkeltarmert flytande golvstøyp	60			
Bestandigheitsklasse	M(F)40	M(F)40 - M60	M(F)40 - M60	M60 – M90
Herdeklasse	4	4	3	-

Tabell 2.1: Golvklasser med krav til rissvidder

- 1) Kan vere fasthalde golv og påstøypar
- 2) Forutsettjast flytande golv og påstøypar
- 3) Ingen krav, golv og påstøypar kan utførast uarmert
- 4) Estetisk krav
- 5) For fasthalde golv, men også aktuelt med så mykje armering i overkant ved spesielt strenge krav til rissvidder for flytande golv
- 6) Krav til armering i overkant og eventuelt også i underkant (ved punktlaster)
- 7) Gjelder M(F)45 og M60 betong

2.2.2 GOLVBETONG

I fyrste del av teori kapitlet er betongens samansetnad og delelement omtalt, og i ovanforståande delkapitlet Golvklasser vert Golvklassene som er innført i NBF's publikasjon nr. 15 omtalt. I denne delen vil det verte gått nærare inn på golvbetongane som er omtalt i golvklassene, og kva eigenskapar dei forskjellige kvalitetane innehar.

I ein golvbetong, spesielt der det stillast krav til overflata i form av riss og rissvidder som i Golvklasser I-III, er svinnpotensiale og stabiliteten til betongen dei viktigaste faktorane. Betongens svinnpotensiale er i hovudsak styrt av masseforhaldet (v/c-talet), så ein M60 betong vil normalt ha eit høgare svinn enn ein M(F)40 betong. Betongen må også ha nok finstoff og høg nok konsistens til å oppnå nok stabilitet og utflyting. (s. 33)

Golvbetongar i dag har ofte så høg konsistens at den separera noko slik at toppsjiktet får ein anrikelse av finstoff med svært høgt svinnpotensiale, og dimed auka fara for skader. Ein M60 betong separera normalt meir ved eit gitt søkk enn ein M40 betong, det anbefalast difor å redusere konsistensen med auka masseforhald. Dette vil heller ikkje utgjere noko problem i forhold til utstøyping då M60 betongen normalt er lettare å jobbe med (lågare viskositet) enn ein M40 betong, og vil då også oppnå lik støypelegheit med lågare søkk.

I tabellen under er det maksimalt anbefalte konsistensnivå for Golvklasser I-III vist.

Konsistenstype	M60	M(F)45	M(F)40
Søkk, vibrerbar betong (mm)	210	220	230
Søkkutbreiing, SKB (mm)	610	630	650

Tabell 2.2: Maksimal tilsikta konsistensnivå for ulike bestandighetsklassar.

I tilfelle der det stillast krav til betongoverflata i forhold til golvklassene, bør ein unngå reduserte reseptar. Dette vil normalt krevje ei høgare bindemiddelmengde som normalt vil gje for høgt svinn, spesielt i forhold til Golvklasser I og II. (s. 35)

Utviklinga dei siste årene har vert i retning av betre betongkvalitetar, og det støypast no mykje golv med M40 betong. Denne har som nemnt eit lågare svinnpotensiale enn M60, den separera mindre og har høgare trykkfastleik, som gjer den til eit betre val der det er stilt krav til overflata. M40 betongen har også den fordel at den normalt tørka seg sjølv ut, ofte omtalt som sjølvuttørkande, då den i liten eller ingen grad har noko overskotsvatn og alt vert «brukt opp» av sementen. Det er då ikkje noko overskotsvatn som kan fordampe. (s. 22)

I figuren under er det ein illustrasjon av samanhengen mellom betongens masseforhold, bestandigheit- og fastleiksklassene.

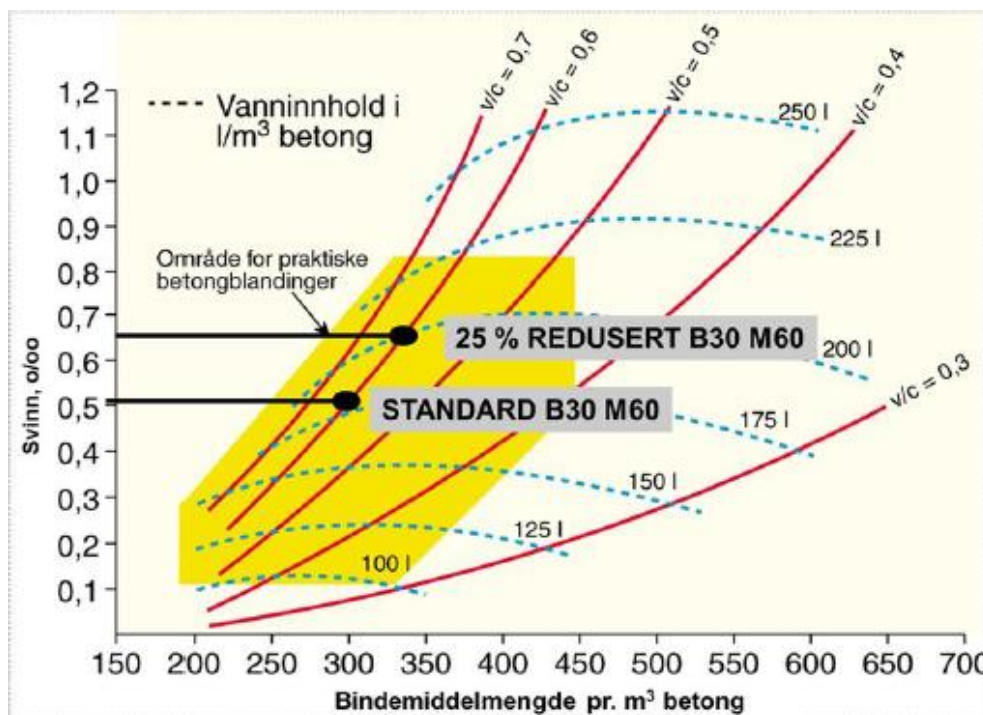
Bestandig- hetsklasse	Masse- forhold	Fasthetsklasse				
		B20	B30	B35	B45	B55
M90	0,90	[Bar for B20-B30]				
M60	0,60	[Bar for B30-B35]				
M45	0,45	[Bar for B35-B45]				
M40	0,40	[Bar for B45-B55]				

Figur 2.1: Forhold mellom bestandighetsklasse, masseforhold og fastleiksklasse. (Betongelementforeningen, 2007)

2.2.2.1 Svinn

Alle sementbaserte materialar har eit svinn, dette kan vil dele inn i to delar, ein uttørkings- og ein autogen del. Fordelinga mellom desse to delane bestemast av betongens masseforhold, og summen av desse vert kalla totalt svinn.

Uttørkingssvinnem kjem av uttørking av betongen til omgjevnaden, mens det autogene svinnet er eit resultat av hydratasjon mellom sement og vatn, og er difor ein del av det kjemiske svinnet. Det autogene svinnet skjer utan noko fuktutveksling med omgjevnaden. I figuren under er forholdet mellom betongens svinn og masseforhold illustrert. (s. 26)



Figur 2.2: Endring i totalsvinn som funksjon av bindemiddelmengde og samansetnad. (NB'f 2015)

Svinn i kombinasjon med fasthalding er hovudårsaka til skadesakene med golv, til tross for at konstruksjonsløyisinga er arbeida hardt for å vere flytande. Det er difor viktig at ein nyttar ein betong med lågast mogleg svinn for å få eit fint golv. Det er også vesentleg at betongen har ein lågast mogleg separasjon så ein ikkje risikera å få øydelagt overflata av eit slamrikt overflatesjikt med svært høgt svinn.

2.2.2.2 Herdetiltak

Betongen i overflata tørkar raskare ut enn resten av tverrsnittet. Ved einssidig uttørking gjer dette svinnvariasjonar som fører til krumning av tverrsnittet med den følgje at golvet vil forsøkje å løfte seg frå underlaget, og det oppstår då kantrøysning. Kantrøysing er ein av dei mest vanlege skadane på golv saman med oppsprekking. Det er difor viktig med gode nok herdetiltak for å unngå einssidig uttørking. (ss. 27,30)

I Golvklasse I og II forutsetjast herdeklasse 4, det vil normalt sei herdetiltak ved 20°C i kring 1 veke. Golvklasse III forutset herdeklasse 3, det vil sei herdetiltak i ca. 2 døger ved 20°C. (s. 34)

2.2.3 ARMERING

Golv på grunn kan utførast utan armering, som i Golvklasse IV der det ikkje er stilt andre krav enn at golvet er utført i betong. Det er likevel vanleg at det armerast, og i Golvklasse I-III der det er stilt krav til overflata og rissvidder er dette naudsynt. Vanleg armering veljast ofte ut frå kravet til minimumsarmering for frittberande plater ($A_{s_{min}}$).

Golv med krav til rissvidder kan likevel ha eit betydeleg større armeringsbehov, som i Golvklasse I og II er satt til 6- og $2x A_{s_{min}}$. Denne leggjast naturlegvis like mykje av i begge retningar. Dei vanlegaste typane armering å nytte er nett- eller stongarmering av stål og makrofiber av stål eller syntetiske materialar.

For golv med særstrenge krav til «rissfrihet» kan det også vere aktuelt å nytte spennarmering, vanlegvis i form av uinjiserte kablar. Dette er så langt lite nytta i Noreg, og vil difor ikkje gått meir inn på med omsyn på oppgåvas avgrensingar. (s. 15)

Betongen har låg strekkfastleik, normalt sett kring 3-5 MPa som er omkring 10% av trykkfastleiken. Det er difor ofte behov for armering i ein betongkonstruksjon for å tilføre strekkstyrkja og duktiliteten armeringa innehar. Armeringas nemnte eigenskapar, samt den høge stivleiken den har, gjer at den har mekaniske eigenskapar som er nesten perfekte i samvirke med betong. For at betongen skal kunne nytte dei gode eigenskapane i stålet for å ta opp strekkraftene er det heilt avgjerande med god heft mellom betongen og stålet. Det er difor viktig at stålet er heilt kringsetje av betong, samstundes er armeringsstål normalt utforma med små kammar som gjev ei mekanisk forankring også. Om denne forankringa mellom stålet og betongen er så god som forventa, vil ein oppnå mange små riss i staden for fleire store riss.

2.2.3.1 Slakkarmering

Vanlege armeringsdimensjonar i golv er nett med ein diameter på 6-8 mm og stenger med diameter 8-12 mm. Dei vanlegaste netta har ein senteravstand mellom stengene på 150 mm opp til K335, mens for K402 og K503 er senteravstanden 125 mm og 100 mm ($\varnothing 8$ mm). K-en står då for kam eller prengede stenger og eksempelvis 335 er arealet til stengene i mm^2 per meter bredde. Mindre stangdimensjonar og tettare mellom stengene gjev generelt mindre rissvidder.

Om nett leggjast med omfar kan det bli opp til fire nett oppå kvarandre i hjørner. Det anbefalast difor at det i slike tilfelle der dette vil gje problem med overdekninga, at nettene berre leggast inn til kvarandre og vert skjøyta med enkeltstenger.

2.2.3.2 Fiberarmering

Stålfiber eller fiber av andre materialar med god styrkje og stivleik, kan også gje ein viss armeringseffekt. Armeringseffekten avgrensast vanlegvis av at vi ikkje har fullstendig kontroll på fiberens fordeling og orientering, og at fiberen i så stor grad påverkar betongens støypelegheit at det er vanskeleg å blande inn ei fibermengde som gjev tilstrekkeleg armeringseffekt. Fiberarmering er mest aktuelt i golv på grunn og påstøypar, men også andre konstruksjonsdelar som berre er utsett for trykkpåkjenningar. Fiberarmering funka til ei viss grad som ein svinnefordelende armering.

Vanlege materialar for fiber er stål og plast (polypropylen), men i nyare tid er det også utvikla fiberarmering av basalt. Fiber finst i lengde 5-10 cm men kjem også i både kortare og lengre lengde, tjukkeleiken er som ein tynn ståltråd. I tabellen under er styrkje og densitet til dei vanlege materiala fiber er laga av.

Material	Tettleik (g/cm ³)	Strekkfastleik (GPa)	Elastisitetsmodul (GPa)
Basalt	2.65	4.15-4.80	100-110
Polypropylene	0.91	0.27-0.65	38
Stål	7.85	0.5	210

Tabell 2.3: Teknisk eigenskapar for Basalt, Polypropylene og Stål

2.2.4 BERELAG

Berelaget vil som regel bestå av fleire lag, med forskjellig styrkje og tjukkeleik. Det skal for konstruksjonar ha ein høgdetoleranse på +/- 20 mm og ein jamheit målt med ein 3 m lang rettholt på +/- 10 mm i forhold til NS-EN 3420.

Eit tilstrekkeleg tjukt, godt komprimert og nøyaktig avretta berelag er viktig i forhold til riss i golv og toleransekrava til ferdig overflate. I tillegg er det viktig å avgrense setjingsforskjellane, noko som setje krav til både oppbygging av berelaget og komprimering.

Normalt beskriver man grunnens stivleik med eit stivleikstal eller ein E-modul. Det verte i NBF's publikasjon nr. 15 anbefalt å nytte stivleikstall eller k-verdi som er eit meir direkte uttrykk for grunnens respons. Det kan etablerast direkte relasjon mellom k-verdien og dei forskjellige laga sin E-modul. (s. 19)

Meir nøyaktige verdiar kan bestemmast med plateforsøk, kor ei standard plate med diameter 750 mm belastast og pressast ned i grunnen. Stivleiken bestemmast då som last delt på arealet og tilhøyrande forskyving. (s. 20)

Grunnforhold	Grunnens stivleik k (N/mm ³)
Jordbotn	0.01 – 0.02
Lett komprimert sand	0.015 – 0.030
Godt komprimert sand	0.10 – 0.15
Våt leire	0.03 – 0.06
Tørr leire	0.08 – 0.10
Knust stein med sand	0.10 – 0.15
Grov knust stein	0.20 – 0.25
Godt komprimert knust stein	0.20 – 0.30

Tabell 2.4: Typiske verdiar for grunnens stivleik, k

Som eit resultat av at grunnen normalt vil bestå av fleire lag, anbefalast det å velje ein fornuftig gjennomsnittsverdi ut frå *tabell 2.4* i staden for å forsøkje ut ein k-verdi basert på E-modular og tjukkeleikar.

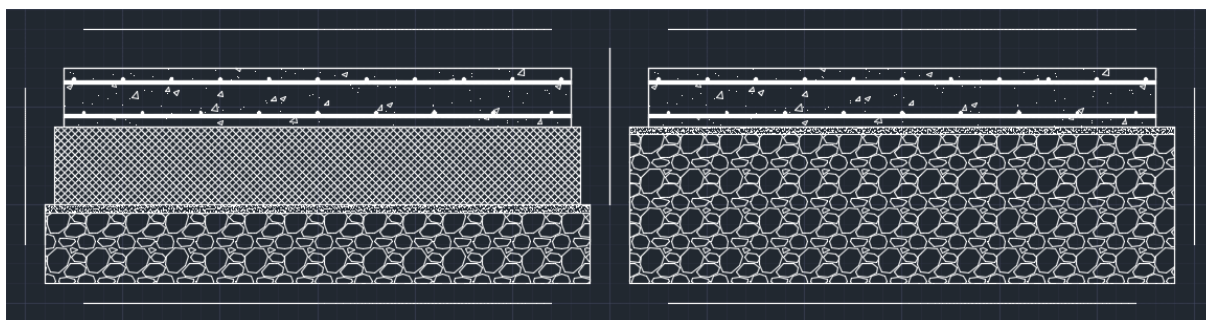
I nokon tilfelle er det isolasjon under golvet, og i desse tilfella vil dette sjiktet vanlegvis vere dominerande for stivleiken. I dei fleste tilfelle kan då k fastsetjast ut frå isolasjonslaget som E/t, kor E er isolasjonslagets E-modul og t er tjukkeleiken av isolasjonslaget. Denne tilnærminga vil i tilfelle ved stor isolasjonstjukkeleik vere for konservativ då isolasjonen også har ein skjær- og/eller strekkfastleik.

Dette vil bidra til å fordele lasta over eit større område etter kvart som ein kjem ned i sjiktet. Det verte då anbefalt å nytte tilnærminga $k=E/150$ for tjukkleikar over 150mm. I tabellen under er typiske E-modular for vanlege EPS og XPS plater vist. (s. 20)

EPS						
Kvalitet	60	80	150	200	300	400
E-modul	1.5	2.5	4.0	5.0	6.0	7.0
XPS						
Kvalitet	200	250	300	400	500	700
E-modul	8.0	8.0	12.0	15.0	20.0	25.0

Tabell 2.5: Typiske E-modular for vanlege EPS og XPS plater (N/mm^2)

Om ein nyttar isolasjon under betonggolv vil ein ved 100 mm tjukkleik trenge ein XPS 500 for å få same styrkje som ved grov knust stein frå tabell 2.4. Om ein då nyttar formelen $k=E/t$ får ein $k=20/100mm = 0.2$. Om dette til samanlikning er under eit fryselager med behov for ekstra isolasjon vil ein då med ein XPS 700 få ein styrkje mellom «Knust stein med sant» og «Grov knust stein» ved tjukkleik $> 150mm$. ($k=25/150mm = 0.17$)



Figur 2.3: Plate på grunn illustrert med og utan isolasjon.

I dei fleste tilfelle er det betongen eller golvets stivleik som dominera, og grunnens stivleik har fyrst og fremst betydning for punktlaster. Det er difor ikkje av så stor betydning om ein gjer ein liten feil ved vurdering av grunnens stivleik. (s. 21)

K-verdien kan nyttast til berekning av maksimalspenningen for inner- og punktlaster og eit stykke inn forbi lasten for hjørnelaster. Og derunder den elastiske lengda, som uttrykker tilnærma avstand frå lasta til det fyrste 0-punktet til det radielle momentet. Dette er fyrst og fremst viktig for å avgjere kor tjukt golvet må vere for at det skal kunne forventast å bli rissfritt om det er utsett for punktlaster. K-verdien kan også nyttast til å bestemme golvets nedbøying for inner-, kant- og hjørnelast. Dette kan ein lese meir om i NBF's publikasjon nr. 15 (s. 38-50)

Berelaget spelar også ei sentral rolle når det kjem til rissdanning i flytande golv. Det vil i desse tilfella vere friksjonen mellom betongplata og underlaget som bestemmer kreftene i golvet. Ved vurdering av rissvidder i flytande betonggolv, må dette vurderast ut frå storleiken på golvet, last (per m²) frå eigenvekt og nyttelast samt friksjonskoeffisienten mot underlaget. I tabellen under er ei oversikt over vanlege antekne friksjonskoeffisientar mellom betong og forskjellige underlag. (s. 40)

Underlag	Friksjonskoeffisient (μ)
Dårleg avretta underlag	> 2.0
Avretta komprimert pukk/singel	1.3 – 1.6
Avretta betong	1.2 – 1.5
Isolasjon	1.0
Avretta sand	0.9
PE-plast på sand	0.7
To lag PE-plast på sand	0.5

Tabell 2.6: Antekne friksjonskoeffisientar mellom betong og forskjellige underlag

2.2.4.1 Glidesjikt

Som nemnt i kapittelet svinn (2.2.2.1) er svinn i kombinasjon med fasthalding hovudårsaka til skadesakene med golv, til tross for at konstruksjonsløyisinga er arbeida hardt for å vere flytande. Det er difor naudsynt å sikre lågast mogleg friksjon mellom betongplata og underlaget når det kjem til flytande golv.

Som vist i *tabell 2.6* over er det nær ei dobling av friksjon frå avretta komprimert pukk/singel og dårleg avretta underlag, så avretting av underlaget i forhold til retningslinene i NS-EN 3420 har stor betydning for kvaliteten. Ein ser også at å nytte to lag plast i staden for eit på sand senkar friksjonen om lag 30%, som er av stor betydning for flytande golv.

2.2.5 FUGER

Ei fuge definerast som eit gjennomgåande brot i golvflata eller som ein avstand til andre konstruksjonsdelar, for eksempel søyler og veggjar. Ein saga rissanvisar som har fått riss og der det ikkje er gjennomgåande armering kallast for sagd fuge. Den tradisjonelle rissanvisaren har noko gjennomgåande armering.

Behovet for fuger avhenger av mange faktorar, blant anna golvtype, betongens svinnpotensiale, randbetingelsar, last og golvetts storleik. Underlaget er også av betydning, og då særleg friksjonen mellom det og betongplata, det bør difor nyttast to lag plast for at det skal kunne gli lett.

Utviklinga i Noreg og resten av Europa går i retning mot fugefrie golv eller golv med større avstand mellom gjennomgåande bevegelsesfuger på innandørs flytande golv på grunn. Vidare oppdeling av felt med rissanvisera med gjennomgåande armering, anbefalast ikkje då det erfaringsmessig kjem riss også utanom desse. Fuger og rissanvisera er dessutan med på å svekke golvet, spesielt i forhold til punktlaster kor det vert meir hjørne- og kantområder som har betydeleg lågare kapasitet enn resten av golvet. På golv der det køyrast med truck og jekketraller med harde hjul vil normalt slike sagde spor brytast ned med tida, i tillegg har skitt og støv lett for å samle seg i desse spora. (s. 62)

Lange små felt har stor risiko for oppsprekking på tvers av lengda, det anbefalast difor at fugene delar inn golvet i så kvadratiske ruter som mogleg. Lengda bør då generelt sett ikkje overstige 2 gangar bredda av ruta.

Alle fuger som tilet bevegelsar i golvet vert kalla bevegelsesfuger. Typiske eksempel på dette er støypeskøytyar, fuger mot vegg eller fuger som skjærast for å dele opp dagsetappar. Fuger mot vegg og fasthaldingspunkt må prosjekterast etter forventa bevegelse i golvet, både i form av ekspansjon og svinn, samstundes som dei må sikre at ein unngår fasthalding. Dette oppnår ein normalt med skumplast på 20 mm kring oppstikk som søyler, og om golvet ikkje er forventa å skulle ekspandere er det nok med plast mellom golv og veggjar.

2.2.5.1 Dyblar

På store golv vert det som oftast nytta dyblar i fugene mellom dagsetappar, og i nokre tilfelle også i fuger som skjærast for å dele inn dagsetappar i mindre felt. Hensikta med desse er å avlaste kant og hjørne og å hindre høgdesprang på grunn av forskjellige kandreising over fugene.

Desse finst i forskjellige variantar, frå enkeltdyblar til ferdigmonterte dyblar med stålplater på kvar side av fuga. Sistnemnte er spesielt anbefalt i industribygg kor det køyrast mykje truck over fugene for å unngå nedbryting. (s. 56)

2.2.6 RISS

Riss i betong er små sprekkjer som kan førekome i variert utbreiing, storleik og djupt avhengig av fleire faktorar. Riss oppstår i hovudsak grunna spenningar som oppstår i betongen som eit resultat av rask uttørking og stort svinn, men også grunna underdimensjonering eller dårleg planlegging.

Rissvidder i golv vurderast normalt etter visuelle og funksjonsmessige krav. Riss med rissvidder < 0.5 mm brytast normalt sett ikkje ned av harde hjul frå truckar og jekketraller.

2.2.6.1 Plastisk svinnriss

Plastisk svinnriss er årsaka av vatn som fordampar frå overflata når betongen framleis er plastisk, som vil sei tidsrommet mellom avtrekk og glatting. Denne typen riss opptre ofte som eit vilt mønster i overflata. Dei kan ha ei rissvidde på 4-5 mm, og går ofte ned til ca. halve tjukkeleiken av plata.

Årsaka til at desse rissa oppstår er at ved avdamping av fritt vatn frå overflata dannast det undertrykk i betongens porevatn. Dette fører til strekkspenningar i betongen på eit så tidleg stadium at den førebels ikkje har utvikla strekkfastleik, noko som fører til at strekkspenningane gir riss.

Søkkjande lufttemperatur og RF, og aukande betongtemperatur og vindhastigheit er faktorar som aukar avdampinga frå overflata. (s. 83)

2.2.6.2 Plastisk setjingsriss

Plastiske setjingsriss kjem fram i overflata som 1-3 mm breidde riss over den horisontale topparmeringa i den plastiske fasen, og desse går som oftast ned til armeringa eller litt djupare. Faren for denne typen riss aukar med tjukkeleiken av plata. (s. 84)

2.2.6.3 Uttørkingsriss

Uttørkingsriss oppstår når betongen tørkar ut og golvet er fasthalde av si eiga vekt eller av omliggande konstruksjonar. Denne typen riss vil normalt sett vere gjennomgåande gjennom heile tverrsnittet, men har normalt sett lite å sei for styrkja og funksjonen dersom dei er < 0.5 mm. Dette vil vere avhengig av kva belastningar golvet verte utsett for.

Sidan det er mange faktorar som kan medverke til at desse rissa oppstår, bør ein ha fokus på tiltak som vil avgrense faren for riss. (s. 84)

2.2.6.4 Bøyingsriss

Bøyingsriss oppstår dersom betongen får tørke einsidig ut over tid som resulterer i kantroising. Stad og avstand mellom rissa vil vere styrt av lokale svakheiter i betongen og armeringsmengda, og plassering av armeringa i tverrsnittet. Desse rissa går typisk forbi midten av golvet, men vil ikkje vere gjennomgåande gjennom tverrsnittet. (s. 85)

2.2.6.5 Krakelering

Krakelering er ørsmå mikroriss i eit vilt mønster i overflata, og er veldig vanleg på golv med stålglatta overflate. Krakelering påverkar kun utsjånad, og har ingen effekt på struktur, styrkje eller vedlikehald.

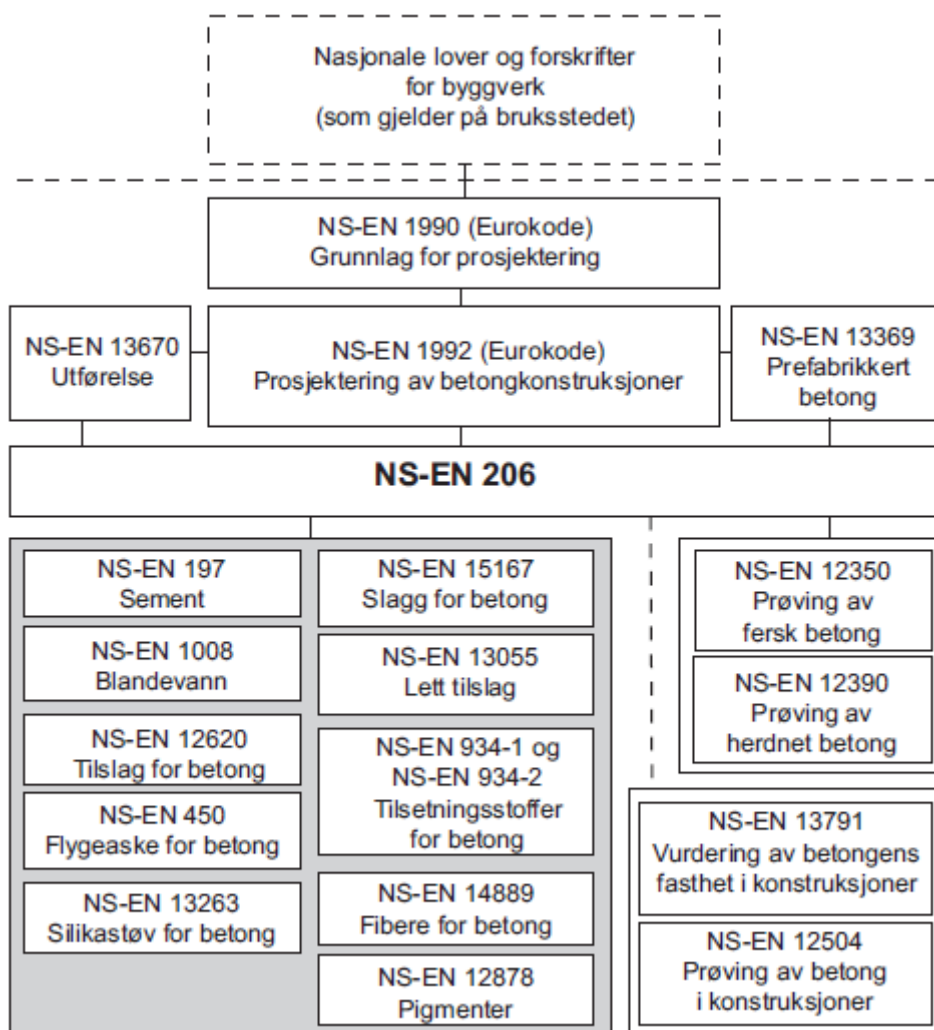
Faren for krakelering aukar med differansesvinn, som er forskjellen i svinn mellom overflatesjiktet og lenger ned i betongen. Faren for differansesvinn aukar ved høg konsistens og seperasjonstendensar, som vil auke risikoen for krakelering. (s. 85)

2.3 REGELVERK

Lover, føreskrifter og standardar kan ein sei følgjer eit hierarkisk system der Norske lover og føreskrifter liggje øvst på hierarkiet. Etter dette kjem Norske Standardar og derunder Eurocode som er ein felles europeisk standard for berande konstruksjonar i byggverk.

I dette kapitlet vert det gått inn på lover, føreskrifter og standardar som omhandlar i hovudsak prosjektering og utføring av betongkonstruksjonar, og spesielt dei delane som omhandlar spenningar som medfører svinn og kryp. Dette kan igjen medføre at det oppstår uynskte riss og sprekker, eller andre skadar på betongkonstruksjonar, og då spesielt i plate på grunn som er det sentrale i denne oppgåva.

Under er ein figur som viser samanhengen mellom Nasjonale lover og føreskrifter, og underliggjande norske standardar og dei felleseuropeiske eurocodeane.



Figur 2.4: Framstilling av samanheng mellom Norske lover og føreskrifter, og nasjonale standardar. (Standard Norge, UÅ)

2.3.1 NS-EN 1992-1-1

Den norske standarden for «prosjektering av betongkonstruksjonar», NS-EN 1992-1-1, tar for seg riss i fleire samanhengar. I standardens kapittel 2.3.2 materiale og produkteigenskapar, står det at det skal takast omsyn på deformasjonar som svinn og kryp som skuldast temperatur. Der nemnast rissdanning som eit resultat av desse faktorane.

Kapittel 3.1.3, elastisk deformasjon, er betongens samansetnad omtalt som ein viktig årsak til elastisk deformasjon, og då tilslagetts viktigheit for dette. Og vidare i neste delkapittel omtalast kryp og svinn (3.1.4), der betongens kryp og svinn avheng direkte av tjukkeleik, fuktigheit og betongens samansetnad. Også betongens ferskheit når laster påførast og varigheita av desse lastene er avgjerande for kryp i betongen.

Kapittel 5.4 i standarden tar for seg for seg elastisk lineær analyse, og det forklarast korleis riss burde behandlast når verknaden av temperatur, kryp og svinn skal bereknast.

Kapittel 7.3, omhandlar rissviddeavgrensing, og fyrste punkt seie at opprissing skal avgrensast så ikkje konstruksjonens eigentlege funksjon eller bestandigheit skadast. Opprissing skal heller ikkje gje konstruksjonen ein uakseptabel utsjåande. Riss er tillat utan krav til avgrensing der det ikkje vil redusere konstruksjonens funksjon.

Der det er krav om rissviddeavgrensing krevjast det minimumsarmering med heft. Dette for å avgrense opprissing i områder der strekk kan oppstå. Minimumsarmering kan bereknast ut frå likevekt mellom strekkraft i betongen rett før opprissing og strekkraft i armering ved flyt. Dersom det er behov for å avgrense rissvidda kan det i staden for strekkraft i armeringa ved flyt nyttast ein lågare verdi.

Ein grenseverdi for den berekningsmessige rissvidda fastsettast med omsyn på konstruksjonens planlagde funksjon og type, og kostnadane knytt til dette. Grenseverdiane finnast i nasjonalt vedlegg til standarden, tabell NA.7.1N, med høgste grenseverdi 0.4 mm.

Rissviddeavgrensing kan også forenklast utan noko direkte berekningar, men bestemmast då heller ut frå tabellar.

2.3.2 NS-EN 13670

Den norske standarden for «Utføring av betongkonstruksjonar», NS-EN 13670 tar for seg som namnet tilseier utføring av betongkonstruksjonar. Det har her vert sett på delar av standarden som omhandlar herding og fastleik, svinn og sprekkdanning.

I kapittel 6.2, materialar, er armerings materialar og eigenskapar beskrive. Armering skal ikkje vere i ein sann stand at det avgrensar heft mellom betongen og armeringa, verken frå rust eller andre ting som kan vere årsak til nedsett heft. Andre materialar som skal nyttast som armering skal ha dokumentert eignaheit og samsvare med krava i produksjonsunderlaget.

Kapittel 8 omhandlar «Støyping». I kapittel 8.3, vert det spesifisert at betong skal kontrollerast visuelt under lossing, og dersom utsjåande ut frå erfaring verkar unormalt, skal lossinga stoppast.

Det vert vidare i neste kapittel påpeikt at betongen skal også støypast og komprimerast slik at all armering og alt innstøypingsgods blir tilstrekkeleg kringset, og slik at betongen oppnår sin tiltenkte fastleik og bestandigheit.

Det leggjast også vekt på å sikre komprimering i tronge tverrsnitt, ved tett armeringføring, ved utsparingar og ved støypeskøytar. Betongen skal beskyttast mot ugunstig verknad av vær forhold under utstøyping og komprimering.

I kapittel 8.5, som omhandlar beskyttelse- og herdetiltak, vert det presisert at betongen skal sikrast gode herdetiltak og beskyttast i tidleg fase for å minimere faren for plastisk svinn og sikre tilstrekkeleg fastleik i overflatesjiktet.

Herdetiltaka skal sikre låg fordamping frå overflata, for eksempel ved at overflata haldast permanent fuktig. Når komprimering og etterbehandling er ferdig, skal herdetiltak i verk setjast så rask som mogleg. Dersom det er naudsynt for å forhindre oppsprekking grunna plastisk svinn, skal frie overflater beskyttast midlertidig før brettiskuring og glatting.

Der det nyttast betong med låg vassutskiljing, for eksempel betong med høg fastleik, skal det tas spesielle omsyn for å hindre oppsprekking som eit resultat av plastisk svinn. Dette gjelder også støyping under vêrforhald som forårsakar høg fordamping.

2.3.3 NS-EN 206-1

Den norske standarden for betong, NS-EN 206-1, tar for seg betongens spesifikasjonar, eigenskapar, framstilling og samsvar.

I kapittel 4.3 vert trykkfastleiksklassar spesifisert, der fastleik vert spesifisert etter 28 døger for ein sylinder med ein diameter på 150 mm og ei høgde på 300mm. I Noreg vert dette notert som enkeltnotasjon med eksempelvis B25, nasjonalt vert det notert med dobbeltnotasjon eksempelvis C25/30 for same fastleiken. Der fyrste notasjon er for sylinder og andre notasjon er for kubisk form med lengder på 150mm.

Kapittel 5.2 omhandlar betongsamansetnad, og i kapittelet vert det at denne og delmaterialar for eigenskapsdefinert eller foreskrevet betong skal veljast slik at alle spesifiserte krav til fersk og herda betong er oppfylt, derunder konsistens, densitet, fastleik og bestandigheit. Om dette ikkje er spesifisert i betongspesifikasjonane skal produsenten velje typar og klassar av delmaterialar med påvist eignaheit for brusstaden.

Med mindre anna er angjeve, bør betongen også vere samansett på ein slik måte at separasjon og vassutskiljing haldast på eit minimum. Der grenseverdiar er angjeve, skal desse vere spesifisert i form av minimum- og maksimumsverdiar.

Ved val av sement skal ein ta omsyn på påvist eignaheit i forhold til utføring av arbeidet, betongens tiltenkte bruk, herde føresetnad, konstruksjonens dimensjon med omsyn på varmeutvikling og tilslagets moglege reaksjon med alkalia frå delmaterialar.

Når det kjem til val av tilslagstype og kategori, og derunder gradering, flisigheit, slitasjemotsand og finstoff, må det også takast omsyn på utføring av arbeidet, betongens tiltenkte bruk og eventuelle krav til eksponert tilslag eller tilslag for tilarbeide overflater.

For gjenvunne tilslag kan det berre nyttast internt hjå produsenten eller produsentgruppa. Ved denne typen tilslag som ikkje er fraksjonert kan det maksimalt utgjere 5% av den totale mengda tilslag, der mengda overskrid 5% skal den fraksjonerast.

Når ein nyttar tilsetjingsstoff skal ikkje mengda overstige største dosering frå produsentens anbefalingar, og heller ikkje overstige 50g per 1000g sement, ved bruk av mindre enn 2g per kilogram skal dette løysast i vatn før tilsetjing om mogleg.

Fiber av spesifisert type og mengde skal tilsetjast blandinga gjennom ein prosedyre som sikrar at det fordelast jamt i heile satsen.

3 MATERIAL OG METODE

3.1 DATA

For å kunne løyse denne problemstillinga var eg avhengig av å få tak i litteratur og dokumentasjon kring betong og problematikken i problemstillinga for å gjere eit litteraturstudie. Etter samtale med vegleiar ved NTNU, Vemund og vegleiar ved Moldskred, Ivar vart eg anbefalt å nytte Norsk Betongforenings publikasjon nr. 15-2015 som er ute på høyring som grunnlag for oppgåva. Denne publikasjonen har utgjort ein stor del av oppgåvas litteraturstudie og hjelpt å danne ein raud tråd gjennom oppgåva.

Vidare valte eg å nytte boka «Betong – Regelverk, teknologi og utførelse» av Magne Maage som er pensum ved Byggingeniørstudiet ved NTNU som grunnlag for delar av litteraturstudiet, samt Norsk Standards sine standardar kring retningsliner for betongkomponering og utføring av betongkonstruksjonar.

Det var ynskjeleg å basere studiet kring problemstillinga på erfaringar frå byggebransjen, og det var då naudsynt å kome i kontakt med bedrifter og personar som innehar kunnskapen og erfaringane kring utføring av betonggolv på grunn utført utan fuger og riss.

Eg tok så til å leite etter prosjekt som tilfredstilte krava i problemstillinga for å finne relevante bedrifter og personar. Etter å ha søkt litt på denne typen prosjekt kom eg over fleire bedrifter som har erfaringar med både planlegging og utføring, samt betongleverandørar som har levert betong til fleire prosjekt av denne typen. Vidare tok eg til å finne kontaktopplysningar til desse bedriftene og tok så kontakt med desse.

Etter å ha sendt mail til eit stort tal bedrifter, fekk eg til slutt svar frå i underkant av ti bedrifter som villig delte informasjon kring deira løysingar med denne typen golvstøypar og erfaringar frå prosjekt dei har gjennomført. Eg sat då igjen med 3 metodar som desse bedriftene nytta for å oppnå store golvstøypar på grunn riss- og fugefritt. For å kontrollere desse metodane som var oppgjeve valte eg å sjå på referanseprosjekt som var utført med desse metodane.

3.2 METODE

Problemstillinga er å utforske førebyggjande tiltak for å redusere riss i betonggolv på grunn, og kva byggherre, rådgjevande, utførande og betongleverandør bør ta omsyn på ved val av løysingar og kvalitet under planlegginga og utføringa for å oppnå ynskja resultat.

Innan akademiske forskingsprosjekt skiljast det mellom to forskjellige forskingsmetodar, kvalitative eller kvantitative metodar. Kvalitativ metode er forskning basert på munnleg eller tekstleg informasjon. Kvantitativ metode er derimot basert på tall eller informasjon som er målbar. I denne oppgåva vert det vurdert etter kvalitativ metode.

Sidan studie i liten grad har fokus på betong og riss, var det viktig å finne ut kva eit riss er og kvifor det oppstår. Det gjekk dimed mykje tid i startfasen til litteraturstudiet. Eg las meg opp på grunnleggjande nivå fyrst for å få ei oversikt over kva typar riss som finst, og kva som kjenneteikna desse og kva dei vert forårsaka av. Eg las meg vidare opp på betongens samansetnad og deretter betonggolv på grunn, og oppbygging av desse.

Boka «Betong – Regelverk, teknologi og utførelse» av Magne Maage vart nytta for å setje meg inn i betongens samansetnad og var til stor hjelp for å danne eit bilete av korleis små endringar i betongens komposisjon kan ha stort utslag i betongens kvalitet. Det vart her studert viktigheita av sementlimens kvalitet, og då betydninga av vassinnhaldet i denne, samt viktigheita av tilsetjingsmaterialar og tilsetjingsstoff. Tilslaget i betongen vart også studert, som viste viktigheita av tilslaget for betongens mekaniske styrkje.

Ved hjelp av Norsk Betongforenings publikasjon nr. 15 fekk eg moglegheita til å setje meg inn i kva som normalt er årsaka til at skader i betonggolv oppstår, og viktigheita av val av riktig løysing samt betongkvalitet og riktig prosjektering og dimensjonering for å kunne tilfredsstille krav og forventingar til kvalitet og overflata til betonggolvet. Det vart også studert utføringsdetaljar ved betonggolv på grunn og eigenskapar som påverkar rissvidder, blant grunnens planheit, glidesjikt og fasthalding samt betongens totalsvinn.

Eit anna viktig element i dette var å sjå på regelverk og tekniske vegleiarar. Det var vanskeleg å navigere seg gjennom eit hav av standardar, men eg fekk vegleiiing frå vegleiar for å kome på rett spor når det kom til dette. Etter mykje søking på Standard.no, og mange mislukka forsøk grunna avgrensingar på talet brukarar i gangen fant eg til slutt standardane eg var ute etter.

Når eg var kome så langt i studie at det var klart for innputt frå byggjenæringa var det ein del usikkerheit som dukka opp. Usikkerheita gjekk på kva krav og reglar som stillast til bruk av intervju og informasjonsinnhenting frå bedrifter i akademiske oppgåver. Eg tok dimed kontakt med vegleiar ved NTNU i Ålesund for å få litt klårleik i dette. Eg vart då anbefalt å ta kontakt med datatilsynet for å få svar på dette, så eg tok då vidare kontakt med dei per mail. Datatilsynet viste vidare til personvernombod ved Universitetet som eg etter kvart klarte å få kontaktinformasjon til, og tok då kontakt med vedkommande per mail utan hell. Eg valte då å gå vidare med oppgåva som planlagt, og heller anonymisere bedrifter og personar i størst mogleg grad for å vere på den sikre sida.

Eg starta deretter med å innhente kontaktinformasjon på bedrifter som eg tenkte kunne sitte på informasjon og erfaring innan dette feltet. Det var då ynskjeleg å få informasjon om prosjekt og erfaringar frå betongleverandørar, entreprenørar og golvstøyparar.

Etter å ha søkt litt på tematikken på internett kom eg over fleire prosjekt som var utført som riss og fugefrie i storleik over 1000 m², og tok så kontakt med bedriftene som hadde vert leverandør av betong, utførande på golvstøyp eller hovudentreprenør for prosjekta som gladleg delte informasjon om metodane dei nyttar i denne typen prosjekt.

Metodane som gjekk igjen i desse prosjekta var Mapcrete system frå Mapei, med anten stålfiberarmering eller ordinær armering, og M40 betong med ordinær armering. Det var også i nokre tilfelle nytta ein kombinasjon av M40 betong med ordinær armering, og svinnreducerande og ekspanderande tilsetjingsstoff som ein finn i Mapcrete systemet.

Basaltfiber var noko som var ynskjeleg å undersøkje i samanheng med problemstillinga. Etter kontakt med leverandøren av dette produktet og ein del søk på internett sat eg igjen med berre eit referanseprosjekt frå eit bolighus. Eg førespurte også desse bedriftene eg hadde kontakta om erfaringar kring dette temaet. Nokre av dei hadde erfaringar frå å nytte basaltfiber, men då frå mindre golvstøypar eller tynne på støypar. Eg valte då på grunn av lite erfaring å sjå vekk frå basaltfiber vidare i oppgåva.

3.3 MATERIAL

Denne oppgåva har i mindre grad vert knytt opp mot behov for programvare, men nokon program har vert nytta i gjennomføringa. Datamaskin og tilgang til databasar og mail har derimot vert avgjerande for å kunne få tilgang til litteratur og kome i kontakt med bedrifter.

Det som har vert nytta av material og programvare for å gjennomføre denne oppgåva er:

- Windows 10 maskin med office-pakken og internett-tilkopling.
- AutoCAD 2015 (Versjon: J.51.0.0)

Under arbeide med oppgåva har eg vert stasjonert ved NTNU i Ålesund for å ha kort veg til tilsetje ved behov for hjelp eller innspel, og for tilgang til bibliotekets litteratur og skrivarar. Dette gjorde også fleire databasar tilgjengelege gjennom universitetets servera, som har gjort litteratursøk på nett langt lettare.

4 RESULTAT

Resultatet som vert presentert her vil i stor grad basere seg på informasjon frå bedrifter kring deira erfaringa med betonggolv på grunn med krav til overflata og rissvidder, og det vil i hovudsak gjelde golv på grunn som går under Golvklasser II som er omtalt i teorikapittelet.

I hovudsak var det to løysingar som var dominerande for å utføre denne typen golvstøypar. Den eine løysinga som var mykje nytta er i stor grad basert på krava i Golvklasser II, og basera seg på flytande golv på grunn utført med ein M40 betong og slakkarmering i form av nett. Denne løysinga har eg valt å omtale som «Slakkarmert», og med denne er det mogleg å støype felt opp mot 1500 m².

Den andre løysinga som også i stor grad er nytta vil også tilfredsstillе krava i Golvklasser II. Denne er som golvklassa forutsett flytande, men det er i staden for bruk av ordinær armering nytta stålfiberarmering. Den skilje seg også frå den andre løysinga med at det ikkje er stilt same kravet til bestandigheitsklassa til betongen, men for å kompensere for auka svinn som det auka vassinnhald vil medføre nyttar man svinnreducerande- og ekspanderande tilsetjingsstoff for å kontrollere svinnet i betongen. Med denne løysinga vert det garantert for felt opp til 2500 m², og verte vidare omtalt som «Fiberarmert»

Om ein ynskjer å oppnå golvstøypar med felt større enn 1500 m², men ikkje ynskjer eller har moglegheit til å nytte stålfiberarmering på grunn av overflatebehandling, anbefalast det å nytte ein kombinasjon av dei to ovanforståande løysingane. Det vert då nytta ein M40 betong som er slakkarmert som i fyrste løysinga som er omtalt, men for å redusere svinnet ytterlegare nyttar ein også svinnreducerande tilsetjingsstoff og ved behov også ekspanderande tilsetjingsstoff. Med denne løysinga garanterer ein av bedriftene som prosjektera og utfører golvstøypar for 3000 m² felt utan fuger, og rissvidder < 0.3 mm. Løysinga vert vidare omtalt som «Svinnreduert slakkarmert».

4.1 SLAKKARMERT

Løysinga med M40 betong og slakkarmering er godt eigna til å utføre store golvstøypar utan fuger, og med god kontroll over rissvidder. Dette grunna det låge svinnpotensialet som er i M40 betong, og dei sjølv uttørkande eigenskapane.

Med denne løysinga garanterer det eine firmaet som driv med golvstøyp for fugefrie golv opp mot 1 500 m², med rissvidder < 0.3mm. Riss mindre enn 0.5 mm vil normalt ikkje brytast ned frå truckar og jekketraller med små harde hjul, og rissviddene tilfredstiller krava i Golvklasser I og II.

4.1.1 BETONG

M40 betong som er omtalt i teorikapittelet er særst godt eigna til store golvstøypar i forhold til lågare kvalitetar, spesielt for golvstøypar som ein ynskjer skal gjennomførast med store felt som er riss- og fugefrie. Dette grunna sitt låge v/c-tal som ligg på maksimalt 0.4, som erfaringsmessig gjev eit svinn på 0.2-0.4 ‰ i følgje ei av golvstøyp bedriftene.

Dette stemmer også godt med Figur 2.2 i teorikapittelet om ein tar omsyn til eit v/c-tal på maksimalt 0.4, og ei minimal bindemiddelmengde på 330 kg/m³ for M40 betong som er oppgitt i Norcem sin publikasjon «God betong er bestandig» (2015, s. 8). Frå tabellen får ein eit svinn på om lag 0.25 ‰, til motsetjing har ein M60 betong i følgje same tabell 0.52 ‰ i svinn, og ein (25%) redusert M60 betong ligg då på 0.66 ‰. Ut frå dette vil ein M40 betong normalt ha 2-3 gangar lågare svinn enn ein M60 betong.

Same bedrift påpeikar for å få best mogleg resultat er fastleiken og søkket til betongen særst viktig. Søkket bør liggje på 220-230 mm, og aldri blautare enn dette som er ein del fastare enn det som er vanleg i bransjen i dag. Vidare vert det lagt til at resepten som vert nytta er med uredusert steinmengde, og må ikkje blandast ut på byggeplassen.

Søkket som vert oppgjeve, er i følgje Tabell 2.2 i teorikapittelet innanfor maksimalgrensa på 230 mm.

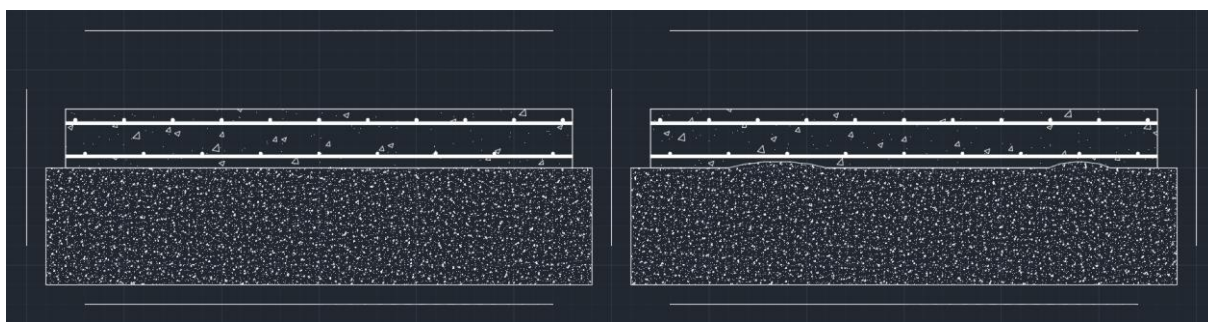
Som topparmering nyttar dei $2x A_{s_{min}}$ som normalt tilsvara eit K402 nett, men vil variere noko ut frå belastningane golvet vert utsett for. I underkant, der ein normalt berre skal ta opp trykk vil stort sett minimumsarmering vere tilstrekkeleg. Normalt vil det i underkant holde med K257, men dette kan også variere, og ved store punktlaster kan det i forhold til Golvklasser II vere behov for meir armering.

4.1.2 UTFØRING OG ETTERBEHANDLING

Betongen med sitt låge svinn er ein viktig del av det å oppnå eit godt resultat, men det er også mange andre ting som stillast krav til for å oppnå eit godt resultat, spesielt når felta verte store.

Det er difor viktig at bedrifta som skal planleggje og utføre golvstøypen kjem tidleg inn prosessen, og at «betonggolv får ein meir sentral plass i planlegginga». (Norsk Betongforening, 2015)

I Golvklasse II er det stilt krav til at betonggolvet skal utførast flytande, og dette verte også trekt fram av fleire bedrifter saman med planering som nokon av dei viktigaste tiltaka som må gjerast. Det er difor naudsynt å sikre god planering, då dette er avgjerande for å oppnå ein låg friksjon mellom betongplata og underlaget (i forhold til Tabell 2.6 og NS-EN 3420). I figuren under er forskjellen på eit dårleg og eit godt avretta underlag illustrert.



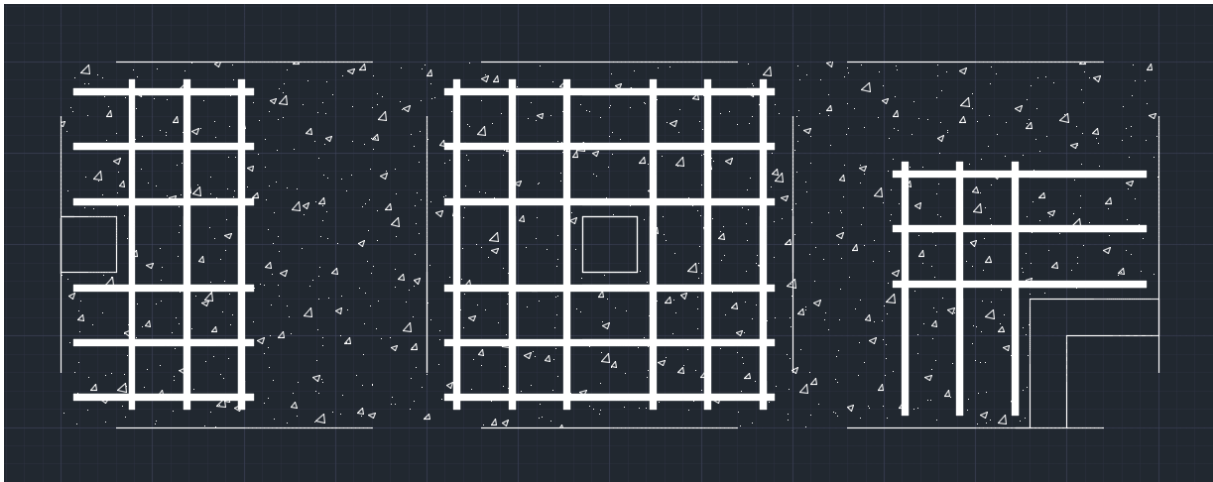
Figur 4.1: Illustrasjon av 150 mm plate på grunn med K402 i topp, og K257 i bunn.

Til venstre ser ein eit heilt plant underlag, til høgre ser ein eit dårleg planert underlag med store fastholdingspunkt.

For flytande golv er også glidesjiktet særleg viktig for å unngå fasthalding, då betongens eigenvekt er så stor. Det er då naudsynt med 2 lag plast i botnen for å minske friksjonen mellom plata og underlaget så godt som mogleg (μ 0.5, Tabell 2.6).

I tillegg til eit godt glidesjikt er det viktig å unngå at det oppstår fasthalding mellom betonggolvet og andre konstruksjonar. Her oppgjev dei fleste bedriftene at ein burde nytta 10 mm skumplast, som teipast eller knytast fast for å sikre korrekt posisjon. Om det er forventa stor bevegelse i plata bør ein nytte 20 mm skumplast som beskrive i kapittel 2.2.5.

Alle fastholdingspunkt må også tilleggsarmerast i tillegg til den ordinære armeringa, og bedriftene som nyttar denne løysinga for betonggolv med krav til overflata og rissvidder anbefala å nytte 3 stykk $\varnothing 16$ med CC 150 mm vinkelrett på oppstikk og andre fastholdingspunkt. I figur 4.2 på neste side er dette illustrert ved 3 forskjellige tilfelle.



Figur 4.2: Viser tilleggsarmering kring fasthaldingspunkt, lagt vinkelrett på punkta.

Kantsøyle: 3 x Ø16 cc 150mm **Søyle i felt:** 3 x Ø16 cc 150mm **Hjørne:** 3 x Ø16 cc 150mm
Plassert i topp Plassert i topp Plassert i topp

Betongen som vert nytta er ein del fastare enn det som er vanleg i bransjen i dag, som kompensasjon nyttast det heller større slangar og pumpe. Plata må vere 150 mm eller tjukkare (som tilfredsstiller krava i Golvklass II for dobbeltarmerte tverrsnitt). Det vert også presisert at det er avgjerande å ha dyktige og erfarne fagfolk til utføringa for å kunne garantere for ei fullgodt resultat.

Membranherdar må påførast etter utlegging av betongen, og igjen etter skuring av overflata . Dette er naudsynt for å unngår avdamping av vatn i overflata mellom utlegging og glatting, dette vil vere spesielt viktig ved store støypeetappar.

Det må så dekkjast over med plast for å forhindre rask uttørking, og vatning for å oppnå høg relativ fuktigheit (RF 100 %) i minst 7 døger etter utlegging. Etter herdeklasse 4 krevjast det at herdinga skjer ved 20°C.

4.1.3 REFERANSEPROSJEKT

Firmaet som nyttar denne metoden har erfaring frå ei heil rekkje golvstøypar i industri- og lagerbygg, av forskjellige storleikar og utføringar. Eit av prosjekta som er utført med den ovanforståande metoden er Posten Bring sitt nye logistikkcenter i Bjervika.

4.1.3.1 Posten Bring – Bjervika

Det nye logistikkcenteret til Posten Bring i Bjervika har eit innandørs golvareal på om lag 6 000 m². Heile 4 600 m² av dette er golv på grunn, og er prosjektert og utført fuge- og rissfritt med ordinær armering og M40-betong. For å oppnå best mogleg resultat var golvstøypen gjennomført etter at taket var lagt. Industriegolvet er stålglatte med membranherdar.

4.2 FIBERARMERT

Løysinga med bruk av stålfiberarmering og svinnreducerande- og ekspanderande tilsetjingsstoff er også mykje nytta i bransjen, og fleire av bedriftene både på utførings sida og ferdigbetongleverandøra fortel at dei har gode erfaringar med denne løysinga. Løysinga stiller ikkje same krav til bestandigheitsklasse som ovanforståande løysing, men vil kunne tilfredsstillere krava til Golvklasse II om svinn på 0.5 ‰ på grunn av det svinnreducerande tilsetjingsstoffet.

Mapei har utvikla eit system kalla Mapecrete som er basert på denne løysinga, og det er fleire leverandørar som nyttar denne eller same løysing under anna namn. Med dette systemet får ein moglegheita til å støype store fugefrie golvstøypar utan fare for at det oppstår riss. Dette er ein stor fordel då det fører til større fleksibilitet, lågare vedlikehaldskostnader og enklare reingjering.

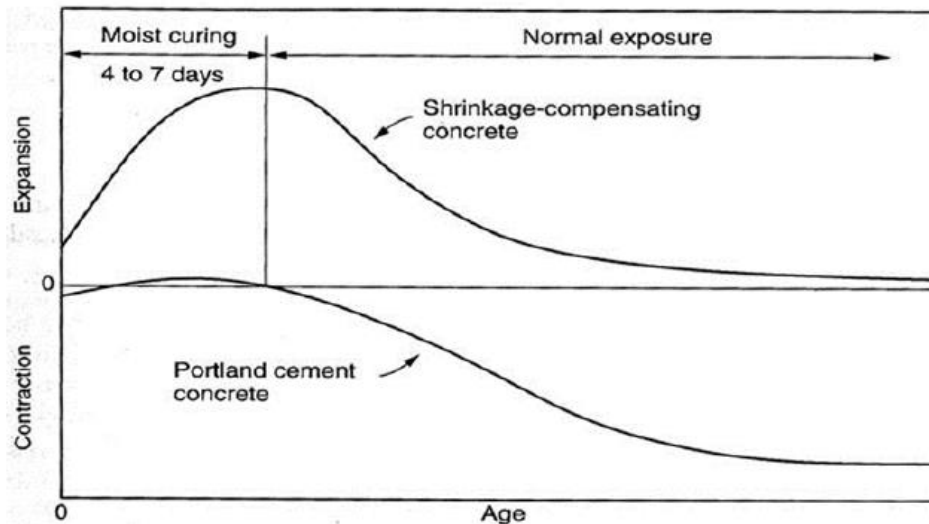
«Undersøkingar har vist at golvet er den delen av eit næringsbygg som byggherren er minst fornøgd med. Utfordringane er riss, svake overflater, kantroising og fuger som skaper problem under drift. Fugefrie golv er då eit godt alternativ, og det er ein klår trend at fleire vel dette.» (Mapei AS, 2017)

Prosjekter i Noreg dette har vert nytta med gode resultat er Badeland på Hamar, Nerstranda kjøpesenter i Tromsø, Finnfjord smelteverk og det 4 650 m² store industribyggje Holmen på Odda. Dette har verte oppnådd med å kombinere Expancrete-pulver (ekspanderande), Mapecrete SRA-N (svinnkompenserande) og Stålfiber DE 50/0.75 N som saman sørger for minimalt med bevegelse i betongen under herding.

4.2.1 BETONG

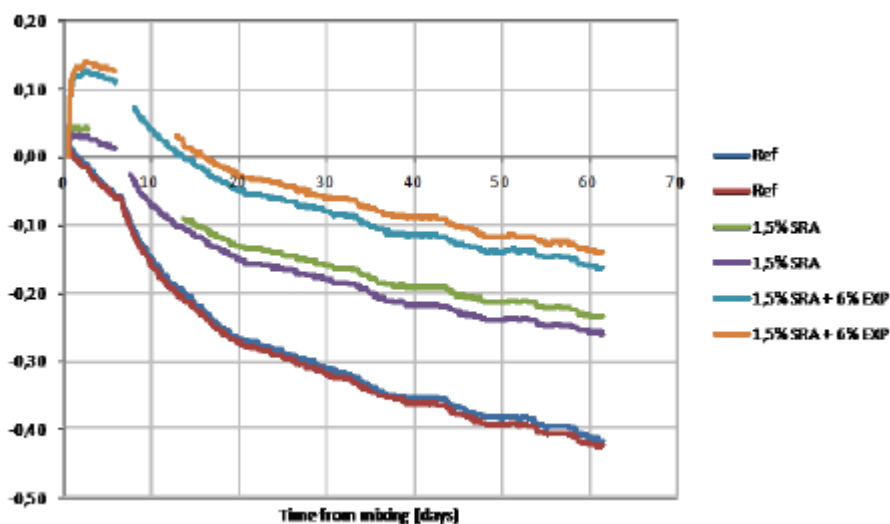
Ved normalbetong vil svinn i betongen medføre strekkspenningar som gjer at ein må ha bevegelses fuge med 6-10 m fugebredde (36-100 m²), for å unngå for store spenningar og dimed riss i betongen. Med denne løysinga får mann ein meir volumstabil betong, også kalla svinnkompensert betong. Dette klarer ein med det ekspanderande tilsettingsstoffet som skapar ekspansjon dei fyrste døgera, samt det svinnreducerande stoffet som redusera svinnet i betongen.

Dette gjev fyrst ein ekspansjon i betongen, og deretter eit svinn tilbake til utgangspunktet som vist i figur 4.3 på neste side.



Figur 4.3: Illustrasjon av ekspansjon og deretter kryp tilbake til utgangspunktet. (Mapei AS, 2017)

For å dokumentere volumstabiliteten i betongen med dette systemet har Mapei gjennomført eit forsøk i laboratorium med ulike dosering av desse tilsetjingsstoffa. Det er i desse forsøka lagt vekt på at dokumentasjonen er trygg, og det er difor ikkje nytta ideelle reseptar, men heller reseptar med relativt store sement og vassmengder som medfører høgt svinnpotensiale. Langtidssvinnet er målt på bjelkeprøver lagra i 50 % RF. Figur 4.4 under viser resultatet av ekspansjon og svinn i prøvene.



Figur 4.4: Viser ekspansjon og krymp i 6 forskjellige betongreseptar frå 12 timar etter blanding. (Mapei AS, 2017)

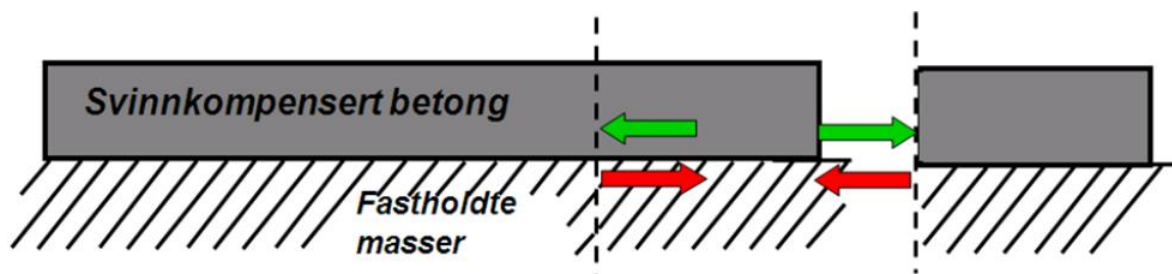
Herding under 100 % RF fyrste 7 døgera, og så 50 % RF vidare. Betongen er ein B30 med søkklasse S4 (160-200 mm), 16 mm største nominelle steinstorleik og masseforhald 0.55.

- Blå og raud: Utan tilsetjingsstoff
- Grøn og lilla: Tilsett 1.5% svinnreducerande av sementvekta
- Turkis og orange: Tilsett 1.5% svinnreducerande og 6% ekspanderande av sementvekta

Frå forsøkje kjem det fram at betongen tilsett 1.5 % svinnreducerande og 6 % ekspanderande tilsetjingsstoff fyrst har ein ekspansjon på 0.13-0.15 ‰ etter 2-3 døger før den startar og svinne. Etter om lag 15 døger er den tilbake til 0, og etter 60 døger liggje svinnet på om lag 0.15 ‰. Til samanlikning har betongen med berre svinnreducerande eit svinn på om lag 0.25 ‰ og betongen utan tilsetjingsstoff har eit svinn etter 60 døger på om lag 0.42 ‰.

Den tredje komponenten i systemet er stålfiber, som har i oppgåve å fordele og dempe spenningar både i ekspansjons- og svinnefasen for å redusere faren for riss. Dette stemmer godt med Norsk Betongforening sin publikasjon «Golv på grunn og påstøypar» står det at golv i Golvklasse II kan fiberarmerast med den forutsetninga at den valte fibermengda er høg nok til å kontrollere rissviddene når golvet rissar for moment, samstundes som den også skal kunne trekkje golvet mot midten. (s. 34, 2015) (Mapei AS, 2017)

Det vert forklart at i eit praktisk tilfelle med golv på grunn vil man ikkje få same bevegelse som i laboratoriet. Ekspansjonen blir på grunn av friksjon mot underlaget redusert til eit knapt målbart nivå, samstundes som man får ein oppspenning av underlaget. Vidare i svinnefasen vil man få ein gradvis reduksjon av spenningane i underlaget.



Figur 4.5: Viser spenningane i betongen og underlaget (Mapei AS, 2017)

4.2.2 UTFØRING OG ETTERBEHANDLING

Systemet er utvikla for å oppnå store golvflater utan fuger og riss. For å oppnå eit godt resultat med systemet påpeikar leverandøren at det er viktig å ta omsyn til dette tidleg i prosessen, for å få eit best mogleg utgangspunkt for eit godt resultat. Det vert trekt fram at det er avgjerande for eit godt resultat at ein får best mogleg gli mellom plata og underlaget, unngå fasthalding ved fasthaldingspunkt og med tilstrekkeleg forsterking kring desse punkta.

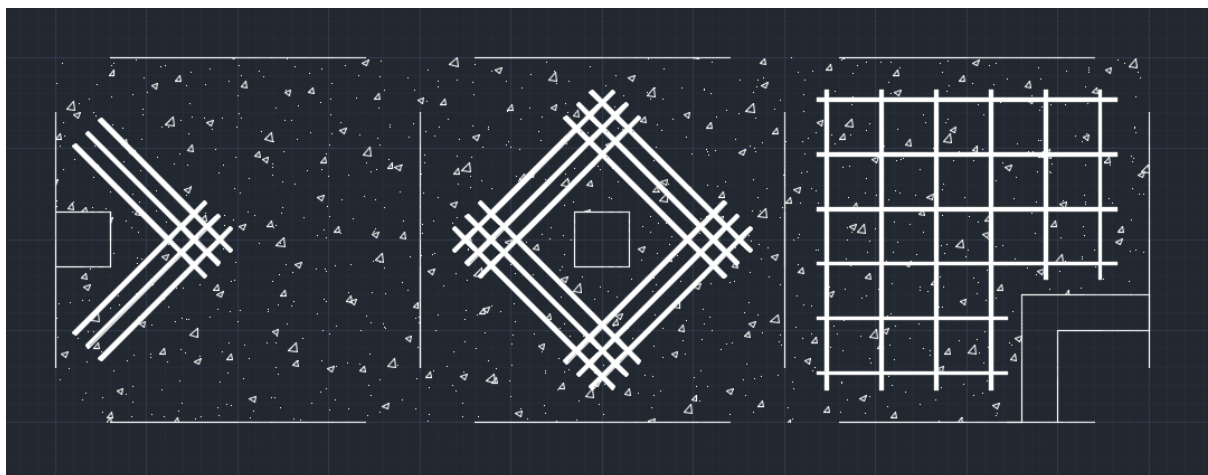
Ordinært er det nytta stålfiber i det komplette systemet, og med dette oppnår man golvstøypar på opp mot 50x50 m (2 500m²) ved riktig utgangspunkt. På golv der ein ynskjer å slipe overflata, som har blitt meir og meir vanleg, vil ein få problem med fiberreisning som potensielt fører til rust og generelt ikkje er særleg flott estetisk. Det har då blitt vanleg å bytte ut stålfiberen med ordinær armering i staden. Med å nytte ordinær armering oppstår det større spenningar, og ein kan difor ikkje støype like store felt utan fuger. Det vert då mogleg å støype felt på om lag 15x20 m (300m²) ved å erstatte fiberen til fordel for ordinær armering.

I tillegg til å forhindre fasthalding og få minst mogleg friksjon mot underlaget er det også viktig å tillate bevegelse mot kontaktflater, og med gode herdetiltak for å sikre mot ujamn uttørking gjennom tverrsnittet. Det må då monterast minimum 10 mm skumband mot kontaktflater.

Det anbefalast også at der byggje ikkje er tette under utstøypingsfasen å dekke til opningar, og sikre høg relativ luftfuktigheit (RF > 70 %) ved utstøyping. Der dette ikkje kan oppnåast må ein nytte herdemembran rett etter utstøyping. Golv utført med denne løysinga kan vidare behandlast på same måte som andre betonggolv etter overflata er ferdig tilarbeida. Som nemnt over er høg relativ luftfuktigheit > 70 %, elles nyttast det herdemembran. Vatning og tildekking med plast så overflata haldast fuktig (RF 100 %) i minimum 7 døger, og deretter uttørking i moderat varme.

Dette vil som løysinga «Slakkarmert» tilfredsstille herdeklasse 4, som er eit krav i Golvklasse II.

I tillegg til å sikre fasthalding ved kontaktflater, må der også tilleggsarmerast utover fiberarmeringa. Under er det vist nokre eksempel som dekker krava til tilleggsarmering frå leverandøren, med beskriving av dimensjonar og avstandar.



Figur 4.6: Viser utføringsdetaljar for tilleggsarmering kring fasthaldingspunkt

Kanstsøyle: 3 x Ø10 cc 50mm
Plassert i topp

Søyle i felt: 3 x Ø10 cc 50mm
Plassert i topp

Hjørne: Nett Ø8 x 150
Plassert i topp

Andre ting som er viktig å ta omsyn på betongens søkk, som skal vere 150-200 mm om den skal glattast med maskin, og konsistensen ved ankomst til byggeplass må vere jamnast mogleg og ikkje variere meir enn +/- 20 mm. Dette er godt innanfor maksimalt tilsikta krav til søkk for Golvklasse I-III, som ikkje er anbefalt å vere høgare enn 210 mm for M60 betong omtalt i kapittelet Golvbetong (2.2.2, tabell 2.2)

4.2.3 BELASTING

Under er det oppgitt tre forskjellige tilfelle, der berelag, armeringsmengde og fugeavstand variera. Maksbelastningane for forskjellige køyretøy, punkt og flatelaster er estimat gjort av leverandøren.

Tjukkuleik (mm)	Knust stein, godt komprimert				Knust stein, godt komprimert				XPS 200, t=100mm			
	DE 50/0.8				DE 50/0.8				DE 80/0.8 eller HE 75/50			
	EV2 = 120MPa, k > 0.08 N/mm ³				EV2 = 120MPa, k > 0.08 N/mm ³				EV2 = 120MPa, k > 0.08 N/mm ³			
	40 kg/m ³				35 kg/m ³				35 kg/m ³			
	Fugeavstand 45 m				Fugeavstand 35 m				Fugeavstand 35 m			
	Belastingar				Belastingar				Belastingar			
	Bil	Truck	Reol	Flate	Bil	Truck	Reol	Flate	Bil	Truck	Reol	Flate
kN/hjul	kN/hjul	kN/bein	kN/m ²	kN/hjul	kN/hjul	kN/bein	kN/m ²	kN/hjul	kN/hjul	kN/bein	kN/m ²	
120	75	63	43	86	70	59	40	81	52	47	28	57
150	115	108	67	95	110	101	64	90	67	61	36	56
200	201	180	115	110	196	171	110	105	93	84	50	55

Tabell 4.1: Viser maksbelastning for forskjellige tilfelle av underlag, fugeavstand og type last.

Lastebil: Maks 0.8 MPa kontaktrykk per hjul, **Truck:** Maks 3 MPa kontaktrykk per hjul,

Reolsystem: Rygg mot rygg reol, søyleavstand 250mm, trykk i fotplate 4 N/mm²,

Jamt fordelt last: Langtidslast, sikkerhetsfaktor 1.0, 2 % deformasjon ved 50år.

Kortidslast, sikkerhetsfaktor 1.6, 10% deformasjon ved 24t.

4.2.4 REFERANSEPROSJEKT

4.2.4.1 Norsk luftambulans – Gardermoen

Når Norsk luftambulans skulle byggje ny servicestasjon på Gardermoen ynskja dei eit golv som var lett å reingjere og samstundes lett å oppdage skitt og ureinheita på.

I November 2015 var dei 900 m² golva ferdige, og desse var utført som fugefritt med Mapcrete system og stålfiberarmering, samt forsterking kring søyler, ytterhjørne og drenering med ordinær armering. Utførande entreprenør kan opplyse om at det no etter 7 månadar ikkje har oppnådd riss, og at resultatet beskrivast som «meget bra».

Ferdigbetongleverandøren som stod for levering av systemet på dette prosjektet har levert systemet til fleire prosjekter i om lag 4 år, og på golv opp til 1500m² utan fuger. Dette har vert gjort i ei rekkje varierte bygg, og deriblant verkstad- og lagerhallar. Her vert det også informert om at resultatata har vert «meget bra», og det er så langt ikkje observert riss som følgje av langtidssvinn i betongen.

4.2.4.2 Holmen industribygg – Odda

Holmen industribygg er eit industribygg som husar forskjellige industriverksemdar, og har eit golvareal på 4 650m² som er utført fugefritt.

Golvet er, som i dei fleste industribygg utsett for store belastningar, då eine bedrifta som held til i lokalet har lager av forskjellige produkt i stål, blant anna stål stenger, bjelkar og plater. Der er også tungt maskineri i sving på denne betongplata.

4.3 SVINNREDUSERT OG SLAKKARMERT

Denne løysinga basera seg i stor grad på begge dei to fyrstnemnte løysingane, der ein nyttar ein M40 betong med slakkarmering som nemnt i fyrste løysinga saman med svinnreducerande og i nokon tilfelle også ekspanderande tilsetjingsstoff som i den andre løysinga.

Dette er blitt meir vanleg dei siste åra nemner fleire av leverandørane og dei utførande bedriftene, grunna ynskje frå byggherre om å slipe overflata. Ved sliping av overflata vil stålfiberen i den andre løysinga føre til problem med fiberreising som vil gje ei lite vakker overflate.

Eine leverandøren av denne løysinga oppgjev då at dei då nyttar armeringsnett i staden for fiberarmering. Dette fører til at det oppstår større spenningar, og ein kan difor ikkje støype like store felt utan fuger. Det vert då mogleg å støype felt på om lag 15x20 m (300 m²).

Til samanlikning fortel ein av leverandørane som nyttar løysinga med M40 betong og armeringsnett, at dei normalt nytta denne løysinga når det er ynskje om større felt enn 1500 m² for å ytterlegare kontrollere svinnet utover det allereie svært låge svinne i M40 betongen som omtalt i kapittelet som omhandlar løysinga «slakkarmert».

Erfaringsmessig er svinnet til uredusert M40 betong på 0.2-0.4 ‰, og etter avlesing av tabell kjem det fram at svinnet er om lag 0.25 ‰ som omtalt i løysinga som er omtalt som «slakkarmert».

Om dei svinnreducerande og ekspanderande tilsetjingsstoffa har same effekt på M40 betong som i løysinga som er omtalt som «fiberarmert» der det var ein reduksjon på 0.28-0.30 ‰ på totalsvinnet, vil ein då oppnå eit totalsvinn tilnærma 0.00 ‰.

5 DRØFTING

5.1 METODEDRØFTING

Denne oppgåva har eg basert på kvalitativ metode som basera seg på munnleg og tekstleg informasjon, då eg ynskja å basere oppgåva på erfaringar frå byggjebransjen og det er vanskeleg å gjennomføre ei kvantitativ undersøking innan for oppgåvas tidsrammer.

Ein svakheit med dette er at ein berre får med ei lita mengde bedrifters erfaringar og kunnskap om problemet eg ynskja å undersøkje, og det kan då vere vanskeleg å kunne trekkje rett konklusjon ut får dataet som er samla inn.

Det verte også vanskeleg å vurdere eventuelle sprik i dataet du samlar inn, som i Resultatkapittelets underkapittel «Svinnreduert slakkarmert». Der oppgjev eine bedrifta at denne løysinga avgrensa storleiken på støypefelta til 300 m², medan ein av bedriftene garanterer for golvstøypar med felt på 3000 m² om dei verte utført med denne metoden.

Sidan oppgåva er gjennomført av berre ein person, får man heller ikkje fleire perspektiv på ein sak som ofte kan vere ein svakheit. Og det kan vere fort å oversjå viktige moment i studien om ein berre er ein person som skal jobbe gjennom stoffet.

Det er også mange formelle krav som skal oppfyllest i ei akademisk oppgåve av denne storleiken, og det går då mykje tid til denne delen av oppgåva som medfører at ein får mindre tid til å studere «funn». Dette kan føre til eit svakare resultat og dimed også ein svakare konklusjon.

Med omsyn på læringa gjennom arbeidet med prosjektet, vil det vere ein styrkje å jobbe aleine då ein må gjere alle studiar frå problemstilling og teori, til resultat og konklusjon. Ein får då moglegheita til å setje seg inn alt stoffet som trengst til oppgåva, i motsetnad til ei gruppe med 3-4 personar der ein fort kan ende med å jobbe med ein spesifikk del av prosjektet. Men på den andre sida verte kapasiteten redusert til ein person, og dimed også oppgåvas omfang.

Det var eit ynskje å undersøkje basaltfiber og kva effekt dette kan ha for å førebyggje riss, men dette vart gått vekk frå då eg berre lukkast med å finne eit prosjekt der det var nytta basaltfiber i golv på grunn i eit bustadhus.

5.2 RESULTATDRØFTING

Det finst i dag fleire løysingar for å støype store betongplater på grunn, som er både riss- og fugefrie. Felles for desse systema er at dei redusera svinn og dimed svinnkreftene i størst mogleg grad. Erfaringar med desse løysingane viser gode resultat som omtalt i resultatkapittelet, og dei fleste leverandørane av desse systema og deira kundar oppgjev at resultatet er «svært bra».

5.2.1 SLAKKARMERT

Denne løysinga er godt eigna til golv med strenge krav til slitestyrkje og eventuelt trykk- og strekkfastleik då det potensielt kan aukast armeringsmengda eller fastleiksklassen utan store endringar. Dette gjer denne løysinga veldig fleksibel i forhold til løysingane som nyttar fiberarmering. Betongen har også veldig lågt svinn, som gjer at faren for at det oppstår riss er avgrensa ved gode herdetiltak og låg friksjon til underlaget.

Den setje heller ikkje avgrensingar til overflatebehandling, som fiber som vil gje fiberreising ved eventuelt sliping av overflata. Og opnar for støyping av svært store felt.

5.2.1.1 Ulemper

Ulemper med denne metoden er at betongen som vert nytta har veldig fast konsistens som gjer den vanskeleg å jobbe med. I tillegg vil det låge vassinnhaldet medføre strengare krav i forhold til å unngå avdamping frå overflata mellom utlegging og skuring. Den vil også avgrense tilgang og gjennomfart i område frå ein armera og fram til golvet er gangbart.

5.2.2 FIBERARMERT

Løysinga med stålfiberarmering saman med svinnreducerande- og ekspanderande tilsetjingsstoff stiller ikkje krav til bestandighetsklasse for betongen. Dette vil i mange tilfelle gje ein betong som er betre å tilarbeide enn ein eksemplis M40 betong. Ein avgrensa armeringsarbeid til fasthaldingspunkt og utsparingar, og ein slepper å trakke i armering når ein legg ut betongen.

Ein redusera også tidsrommet der ein har avgrensa tilgang og gjennomfart i område til utlegging og fram til betongen er gangbar. Og ein opnar for moglegheita til direkteutleggar i feltet.

5.2.2.1 Ulemper

Det er avgrensa kor mykje stålfiber ein kan blande inn i betong, og i golv med store punktlaster kan dette føre til for låg kapasitet i armeringa som vidare fører til opprissing av golvet .

Stålfiber redusera også moglegheitene for val av overflatebehandling, som ved sliping av overflata vil det oppstå fiberreising.

5.2.3 SVINNREDUSERT SLAKKARMERT

Denne vil naturlegvis inneha stort sett same både negative og positive eigenskapar som løysinga «Slakkarmert». Hovudforskjellen mellom desse to løysingane vil vere det enda lågare svinnet ein oppnår på grunn av dei svinnreducerande- og eventuelt ekspanderande tilsetjingsstoffa som opnar for å støype langt større felt enn med den vanlege «slakkarmerte» løysinga.

6 KONKLUSJON

Problemstillinga i oppgåva er å undersøkje moglege tiltak for å redusere riss i betonggolv på grunn. Det har då vert ynskjeleg å finne tiltak for å redusere dette i hovudsak, og samstundes kunne støype størst mogleg betonggolv på grunn utan fuger.

Etter kontinuerleg arbeid med problemstillinga er det kome fram nokon spesifikke tiltak som er avgjerande for å redusere riss i betonggolv på grunn. Det mest avgjerande er betongens svinn, som er naudsynt å halde så lågt som mogleg. Dette oppnår ein anten ved å redusere v/c-talet mest mogleg, eller ved å nytte svinnreducerande eller ekspanderande tilsetjingsstoff. I nokre tilfelle vil det også vere naudsynt å kombinere to av desse, eller alle tre for å oppnå ynskja resultat.

Ein anna ting som vil vere avgjerande for å unngå opprissing av betonggolv på grunn er armeringa. Her er det ordinær armering og fiberarmering av stål som skile seg ut, men det er vanskeleg å sei at den eine er betre enn den andre. Som nemnt i drøftinga har begge armeringane sine styrkjer og svakheita som bør vurderast i kvart enkelt tilfelle.

Det er også avgjerande å unngå rask og ujamn uttørking av tversnittet, som kan vere spesielt utfordrande når ein nyttar betong med lågt v/c-tal. Det er difor avgjerande med gode herdetiltak som sikrar høg relativ fuktigheit.

Resultatet vil også vere avhengig av at golvet er flytande, eller kor stor grad av fasthalding som vil oppstå i fasthaldingspunkt, i tillegg til grunnens planheit. Ein bør difor etterstreve eit så plant underlag som mogleg, og minst mogleg friksjon mellom plata og underlaget. Med dette oppnår man minst mogleg spenningar mellom plata og underlaget medan betongen svinner.

Det ynskjelege er at betongplata trekkjer seg mot senter når den svinner, det er difor viktig at ein unngår fasthalding kring oppstikk som søyler, slukar og hjørne så plata får moglegheit til å bevege seg kring desse. Plata bør vere så kvadratisk så mogleg, og ikkje ha eit lengde bredde forhold på meir enn 2:1.

6.1 VIDARE ARBEID

Med omsyn på oppgåvas avgrensingar har eg ikkje sett på spennarmering i form av injiserte- eller uinjiserte kablar, med bakgrunn i at dette er så langt lite nytta i Noreg. Dette er omtalt i NBF's publikasjon nr. 15 som eit godt alternativ for golv med særstrenge krav til rissfriheit (s. 15). Spennarmering i golv på grunn vil mogleg vere eit godt alternativ for å førebyggje rissdanning.

Det var også ynskjeleg då eg starta på denne oppgåva å undersøkje basaltfiberarmering, og om dette kan vere eit godt alternativ til golv med krav til rissvidder utført utan fuger. På grunn av lite erfaring med dette produktet i golv på grunn av noko betydeleg storleik valte eg å sjå vekk frå dette i arbeidet med dette prosjektet. Det hadde difor vert interessant om dette vart testa ut i større plater på grunn utan fuger, for å sjå om dette kan ha ei førebyggjande effekt mot riss. Det kan tenkjast at den låge densiteten til basalt som gjer at ein får større tal fiber per kg, kontra stål, samt den høge strekkfastleiken dette materialet har vil kunne ha god effekt i denne type støyepar.

Eg har i denne oppgåva berre tatt omsyn til metodar som er nytta i Noreg med gode resultat og referansar, utan å ta omsyn til kostnad på desse metodane. Det hadde difor vert interessant om nokon vidare undersøkte skilnaden i pris på løysingane som er presentert i resultat kapittelet samt dei to nemnte løysingane ovanfor. Dette ville vert naturleg å undersøkje opp mot storleik på felt mellom fuger, samt rissvidder ein vil halde seg innanfor. Dette vil vere ein naturleg vidareføring av oppgåva da kostnad er ein av dei viktigaste faktorane i byggebransjen og for byggherre.

REFERANSER

Betongelementforeningen. (2007). *Betongelement*. Hentet fra Betongelement.no:

http://www.betongelement.no/betongbok/BindD/Del_2/D11/11_1_1_Betongproporsjoner_og_fasthetsklasse.pdf

Maage, M. (2015). Betongens sammensetning, struktur og egenskaper.

I M. Maage, *Betong - Regelverk, teknologi og utførelse* (ss. 79-141).

Oslo: Byggenæringens Forlag.

Mapei AS. (2017, Mars 23). *Mapei*. Hentet fra Mapei - Brosjyrer:

<http://www.mapei.com/public/NO/brochures/multimedia/mapecrete-system-0315-low.pdf>

Norcem AS. (2015, Januar 23). *Norcem.no*. Hentet fra Dokumentsøk:

http://www.norcem.no/system/files_force/assets/document/godbetongerbestandig_web.pdf

Norsk Betongforening. (2015). *Betonggulv - Gulv på grunn og påstøp*.

Oslo: Norsk Betongforening.

Standard Norge. (UÅ). *Standard*. Hentet fra Standard.no.

Store Norske Leksikon. (2017, Februar 26). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Portlandsement:

<https://snl.no/portlandsement>

Wikimedia. (2017, Februar 27). *Wikipedia*. Hentet fra Betong Historie:

<https://nn.wikipedia.org/wiki/Betong#Historie>

Wikimedia. (2017, Februar 28). *Wikipedia*. Hentet fra Ferrocement:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Ferrocement>

VEDLEGG

Vedlegg 1	Timeloggar
Vedlegg 2	Møtereferat
Vedlegg 3	Framdriftsrapportar
Vedlegg 4	Forprosjektrapport

VEDLEGG 1

TIMELOGGAR

INNHALD

Veke 2-3	s. 3
Veke 4-5	s. 4
Veke 6-7	s. 5
Veke 8-9	s. 6
Veke 10-11	s. 7
Veke 12-13	s. 8
Veke 14-15	s. 9
Veke 16-17	s. 10
Veke 18-19	s. 11
Veke 20-21	s. 12
Veke 22-23	s. 13
Samandrag veke 2-23	s. 14

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 2-3

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 2		
12.01	Oppstartsmøte med Moldskred AS v/Ivar Moldskred og Vemund Årskog	2
13.01	Litteraturstudie	4
14.01	Litteraturstudie	4
15.01	Litteraturstudie	4
16.01	Litteraturstudie	4
17.01	Influensa	-
18.01	Influensa	-
Veke: 3		
	Tima veke: 2	18
19.01	Influensa	-
20.01	Influensa	-
21.01	Influensa	-
22.01	Influensa	-
23.01	Influensa	-
24.01	Helg	-
25.01	Helg	-
	Tima veke: 3	0
	Sum tima denne perioden:	18

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 4-5

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 4		
23.01	Utarbeide malar	4
24.01	Utarbeide malar	2
25.01	Forprosjektrapport	2
26.01	Forprosjektrapport	3
27.01	Forprosjektrapport	3
28.01	Helg	-
29.01	Helg	-
Veke: 5		
	Tima veke: 4	14
30.01	Forprosjektrapport	3
31.01	Forprosjektrapport	5
01.02	Litteratursøk og -studie	3
02.02	Litteratursøk og -studie	3
03.02	Litteratursøk og -studie	3
04.02	Helg	-
05.02	Helg	-
	Tima veke: 5	17
	Sum tima denne perioden:	31

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 6-7

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 6		
06.02	Litteratursøk og -gjennomgang	4
07.02	Litteratursøk og -gjennomgang	4
08.02	Litteratursøk og -gjennomgang	4
09.02	Litteratursøk og -gjennomgang	4
10.02	Litteratursøk og -gjennomgang	4
11.02	Helg	-
12.02	Helg	-
Veke: 7		
	Tima veke: 6	20
13.02	Vegleingsmøte	1
14.02	Samandrag av «Golv på grunn»	5
15.02	Samandrag av «Golv på grunn»	5
16.02	Samandrag av «Golv på grunn»	5
17.02	Samandrag av «Golv på grunn»	5
18.02	Helg	-
19.02	Helg	-
	Tima veke: 7	21
	Sum tima denne perioden:	41

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 8-9

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 8		
20.02	Samandrag av «Golv på grunn»	6
21.02	Kurs i EndNote	1
22.02	Samandrag av «Golv på grunn»	6
23.02	Samandrag av «Golv på grunn»	8
24.02	Samandrag av «Golv på grunn»	8
25.02	Samandrag av «Golv på grunn»	6
26.02	Samandrag av «Golv på grunn»	8
Veke: 9		Tima veke: 8
27.02	Ny framdriftsplan	8
28.02	Fullføre samandrag av «Golv på grunn»	6
01.03	Studie tilsetjingsstoff	6
02.03	Diverse litteratur	6
03.03	Diverse litteratur	6
04.03	Helg	-
05.03	Helg	-
		Tima veke: 9
	Sum timar denne perioden:	75

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 10-11

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 10		
06.03	Teori, samandrag og tidlegare bacheloroppgåver	6
07.03	Teori, samandrag og tidlegare bacheloroppgåver	6
08.03	Teori, samandrag og tidlegare bacheloroppgåver	6
09.03	Teori	6
10.03	Teori	6
11.03	Helg	-
12.03	Helg	-
Veke: 11		
	Tima veke: 10	30
13.03	Teori	12
14.03	Teori	8
15.03	Vegleiingsmøte og teori	8
16.03	Eksamensførebuing	-
17.03	Eksamensførebuing	-
18.03	Eksamensførebuing	-
19.03	Eksamensførebuing	-
	Tima veke: 11	28
	Sum tima denne perioden:	58

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 12-13

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 12		
20.03	Eksamenslesing	-
21.03	Eksamen – Dynamisk leiing	-
22.03	Eksamen – Ingeniørfagleg	-
23.03	Teori – Regelverk og vegleiarar	8
24.03	Teori – Sement	8
25.03	Teori – Flygeoske	8
26.03	Teori – Regelverk og vegleiarar	8
Veke: 13		Tima veke: 12
27.03	Teori – Råjernsslagg og silikastøv	8
28.03	Teori – Tilslag	8
29.03	Teori – Tilslag og armering	8
30.03	Teori – Tilsetjingsstoff og armering	9
31.03	Vegleiingsmøte, kontakte datatilsynet, kontaktbrev firma	8
01.04	Helg	-
02.04	Helg	-
		Tima veke: 13
	Sum tima denne perioden:	73

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 14-15

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 14		
03.04	Metode	8
04.04	Metode	8
05.04	Metode	8
06.04	Metode	8
07.04	Metode	8
08.04	Helg	-
09.04	Helg	-
Veke: 15		
	Tima veke: 14	40
10.04	Påskeferie	-
11.04	Påskeferie	-
12.04	Påskeferie	-
13.04	Påskeferie	-
14.04	Påskeferie	-
15.04	Påskeferie	-
16.04	Påskeferie	-
	Tima veke: 15	0
	Sum tima denne perioden:	40

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 16-17

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 16		
17.04	Påskeferie	-
18.04	Kontakte firma, Metode	8
19.04	Resultat frå firma	8
20.04	Resultat frå firma	8
21.04	Metode og teori	8
22.04	Helg	-
23.04	Helg	-
Veke: 17		
	Tima veke: 16	32
24.04	Metode og teori	8
25.04	Rettskriving	8
26.04	Teori	8
27.04	Metode	8
28.04	Innleiing, metode og teori	8
29.04	Helg	-
30.04	Helg	-
	Tima veke: 17	40
	Sum tima denne perioden:	72

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 18-19

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 18		
01.05	Innleiing, metode og teori	8
02.05	Teori	8
03.05	Teori	8
04.05	Resultat, sendt mail til bedrifter	8
05.05	Resultat, sendt mail til bedrifter	8
06.05	Helg	-
07.05	Helg	-
Veke: 19		Tima veke: 18
		40
08.05	Resultat	8
09.05	Resultat og vegleiingsmøte	8
10.05	Resultat	8
11.05	Resultat	3
12.05	Resultat og metode	8
13.05	Innleiing og metode	4
14.05	Forside og samandrag	9
		Tima veke: 19
		48
		Sum tima denne perioden: 88

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 20-21

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 20		
15.05	Diverse struktur	4
16.05	Drøfting	12
17.05	Drøfting og konklusjon	13
18.05	Konklusjon	8
19.05	Gjennomgang av oppgåva	12
20.05	Skrive om- og delvis ny teoridel	12
21.05	Ferdigstilling av oppgåva	19
Veke: 21		Tima veke: 20
		80
22.05	Innlevering av fyrsteutkast, lage poster og presentasjon	12
23.05	Førebuing til- og presentasjon av bachelor	8
24.05	Fri	-
25.05	Omstrukturering og rettskriving	5
26.05	Omstrukturering og rettskriving	10
27.05	Helg	-
28.05	Omstrukturering og rettskriving	8
		Tima veke: 21
		43
	Sum tima denne perioden:	123

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 22-23

Dato	Gjennomført arbeid	Timar
Veke: 22		
29.05	Vedlegg, struktur og rettskriving	8
30.05	Vedlegg, struktur og rettskriving	9
31.05	Møte	-
01.06	Rettskriving/korrektur	6
02.06	Rettskriving/korrektur og utskrift	7
	Helg	-
	Helg	-
Veke: 23		
	Tima veke: 22	30
05.06	Fri	-
06.06	Innlevering av oppgåve digitalt	0
	Tima veke: 23	0
	Sum tima denne perioden:	30

Plan for neste veke, tema (aktivitetsplan)

Dato	Aktivitet

IB303312 BACHELOROPPGÅVE

LOG-SAMANDRAG

UTFØRT ARBEID I PERIODEN

NAMN PÅ STUDENT: FERDINAND REFSNES

NAMN PÅ BEDRIFT: MOLDSKRED AS

NAMN PÅ VEGLEIAR VED BEDRIFT: IVAR MOLDSKRED

NAMN PÅ VEGLEIAR VED NTNU: VEMUND NILS ÅRSKOG

AKTIVITETSPLAN VEKE 2-22

Veke	Hovudaktivitet for veka	Timar
2	Litteraturstudie	18
3	Influenta	0
4	Forprosjekt	14
5	Litteratursøk	17
6	Litteraturstudie	20
7	Samandrag «Golv på grunn»	21
8	Samandrag «Golv på grunn»	43
9	Litteraturstudie og teori	32
10	Litteraturstudie, tidlegare bacheloroppgåve og teori	30
11	Eksamensførebuing	28
12	Eksamen og teori	32
13	Teori	41
14	Metode	40
15	Påskeferie	0
16	Resultat	32
17	Resultat, metode og teori	40
18	Resultat og struktur	40
19	Resultat og struktur	48
20	Drøfting, konklusjon og struktur	80
21	Presentasjon og gjennomgang av struktur og rettskriving	43
22	Vedlegg, struktur og rettskriving	30
23	Innlevering av oppgåve digitalt	0
Sum timar totalt:		649

VEDLEGG 2

MØTEREFERAT

INNHALD

Oppstartsmøte 12/01-17	s. 3
Vegleiingsmøte 15/02-17	s. 4
Vegleiingsmøte 15/03-17	s. 5
Vegleiingsmøte 31/03-17	s. 6

MØTEREFERAT

Møte med Moldskred AS		
Torsdag 12/01-17	13.30 – 14.30	Moldskred AS, Sjukenesstranda 52 Sula
Møte innkalla av	Vemund Nils Årskog	
Møtetype	Oppstartsmøte	
Deltakarar	Ferdinand F. Refsnes, Ivar Moldskred og Vemund Nils Årskog	
Agenda	Oppstart av arbeid og planlegging av prosessen vidare	
Moglege vinklingar av oppgåva		
Diskusjon		
Prosjektering – Blanding – Utføring – Etterarbeid Undersøkje tiltak som vert gjort i dei forskjellige delane av prosessen for å forebygge riss- /sprekkdanning		
Kontaktar: Prosjektering – Moldskred AS Blanding – Dyrøy Betong v/ Idar Dyrøy Utførande – ? Etterarbeid – ?		
Litteratur <ul style="list-style-type: none">• Science direct – «Slabs on ground»• Britisk betongforening• Google Scholar• Innsida litteratursøk		
Tiltak og tilsetjingsstoff Reforcetech – Basaltarmering Mapei – Tilsetjing for mindre svinn Færre større – Fleire små riss Høg betongkvalitet – lågt VC-tall Små last flater – høg belastning Ofte 150mm tjukkeleik – bør vær 180-200mm.		

MØTEREFERAT

Møte med vegleiar Vemund Årskog		
<i>Onsdag 15/02-17</i>	<i>08.45 – 09.00</i>	<i>NTNU i Ålesund 2. Etasje B-blokka</i>
Møte innkalla av	Ferdinand F. Refsnes	
Møtetype	Vegleiingsmøte	
Deltakarar	Ferdinand F. Refsnes og Vemund Nils Årskog	
Agenda	Avgrensing av oppgåva	
Moglege avgrensingar		
Diskusjon		
<p>Konsentrere meg om:</p> <ul style="list-style-type: none">• Prosjekterande• Betongleverandør• Utførande• Etterarbeid		
<hr/>		
<p>Basalt fiberarmering (same eigenvekt som betong) Ser vekk frå basalt stong armering</p>		
<hr/>		
<p>Sjå på utrekning av punkt og bjelkelaster</p>		
<hr/>		
<p>Avgrense det til norske utgivelser (trenger ikkje sjå på utanlandske erfaringar)</p>		
<hr/>		
<p>Moldskred AS ønsker ei «handbok» for dagens prosedyre for utføring, og korleis det bør utførast etter teoriane, og en samanlikning av desse.</p>		

MØTEREFERAT

Møte med vegleiar Vemund Årskog		
<i>Onsdag 15/03-17</i>	<i>08.45 – 09.00</i>	NTNU i Ålesund 2. etasje B-blokka
Møte innkalla av	Ferdinand F. Refsnes	
Møtetype	Vegleiingsmøte	
Deltakarar	Ferdinand F. Refsnes og Vemund Nils Årskog	
Agenda	Teorigrunnlag og kjeldereferering	
Viktige emne i teoristudiet, samt korrekt kjeldereferering		
Diskusjon		
<p>Teoretisk grunnlag:</p> <ul style="list-style-type: none">• Skrive oppgåva med utgangspunkt i at lesar har grunnleggjande innsikt i faget.• Ta med regelverk/veiledere frå Eurocode om dimensjonering og utføring <hr/>		
<p>Kjelder:</p> <ul style="list-style-type: none">• Referere til alle kjelder eg hentar kunnskap frå• Kan noterast som [1],[2]...[5], eksempelvis		

MØTEREFERAT

Møte med vegleiar Vemund Årskog		
<i>Fredag 31/03-17</i>	08.45 – 09.00	<i>NTNU i Ålesund 2. etasje B-blokka</i>
Møte innkalla av	Ferdinand F. Refsnes	
Møtetype	Vegleiingsmøte	
Deltakarar	Ferdinand F. Refsnes og Vemund Nils Årskog	
Agenda	Vegleiing med omsyn på regelverk for intervju i bacheloroppgåve	
Regelverk for bruk av data frå intervju		
Diskusjon		
<p>Vert anbefalt å ta kontakt med datatilsynet for å få informasjon kring dette temaet.</p> <p>Om dette byr på problem, bør all data anonymiserast for å unngå trøbbel.</p>		

VEDLEGG 3

FRAMDRIFTSRAPPORTAR

INNHALD

Veke 2-5	s. 3
Veke 6-9	s. 4
Veke 10-13	s. 5
Veke 14-17	s. 6
Veke 18-21	s. 7

IB303312 BACHELOROPPGÅVE	MOLDSKRED AS	1 MØTE	VEKE 2-5
RAPPORT FOR PROSESS FRAMDRIFTSRAPPORT	RISS I BETONGGOLV PÅ GRUNN	49 TIMAR	05/02-17
Hovudfokus for arbeid denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie - Forprosjektrapport 			
Planlagde aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Oppstartmøte med oppdragsgjevar 			
Verkeleg gjennomførte aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie - Forprosjektrapport - Oppstartsmøte 			
Beskriving av eventuelle avvik denne perioden			
Beskriving av endringar som no ynskjest i sjølve prosjektet eller i den vidare framgangsmåten			
Erfaringar frå denne perioden			
Fokus neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie og samandrag av viktige element - Avslutte litteraturstudie 			
Planlagde aktivitetar neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Kurs i EndNote 			
Anna			
Ynskje om drøfting			

IB303312 BACHELOROPPGÅVE	MOLDSKRED AS	1 MØTE	VEKE 6-9
RAPPORT FOR PROSESS FRAMDRIFTSRAPPORT	RISS I BETONGGOLV PÅ GRUNN	116 TIMAR	05/03-17
Hovudfokus for arbeid denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie og samandrag av viktige element - Avslutte litteraturstudie 			
Planlagde aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Kurs i EndNote 			
Verkeleg gjennomførte aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudie og samandrag av viktige element - Kurs i EndNote 			
Beskriving av eventuelle avvik denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Ikkje avslutta litteraturstudie 			
Beskriving av endringar som no ynskjast i sjølve prosjektet eller i den vidare framgangsmåten			
Erfaringar frå denne perioden			
Ting tek som regel lenger tid en anteke			
Fokus neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Avslutte litteraturstudie - Starte på teori kapittelet og fullføre det - Eksamensførebuing 			
Planlagde aktivitetar neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - 2 vegleiingsmøte 			
Anna			
Ynskje om drøfting			

IB303312 BACHELOROPPGÅVE	MOLDSKRED AS	2 MØTER	VEKE 10-13
RAPPORT FOR PROSESS FRAMDRIFTSRAPPORT	RISS I BETONGGOLV PÅ GRUNN	131 TIMAR	02/04-17
Hovudfokus for arbeid denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Avslutte litteraturstudie - Starte på teori kapittelet og fullføre det - Eksamensførebuing 			
Planlagde aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - 2 vegleiingsmøter 			
Verkeleg gjennomførte aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Avslutta litteraturstudie - Starta på, og fullført teorikapittelet - 2 vegleiingsmøter 			
Beskriving av eventuelle avvik denne perioden			
Beskriving av endringar som no ynskast i sjølve prosjektet eller i den vidare framgangsmåten			
<ul style="list-style-type: none"> - Vurdera å sjå vekk frå basalt på grunn av lite erfaring på dette feltet 			
Erfaringar frå denne perioden			
Fokus neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Starte på og fullføre metodekapittelet - Kontakte bedrifter for erfaringar til resultatkapittelet - Skrive ferdig midlertidig innleiing 			
Planlagde aktivitetar neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Påskeferie 			
Anna			
Ynskje om drøfting			

IB303312 BACHELOROPPGÅVE	MOLDSKRED AS	INGEN MØTER	VEKE 14-17
RAPPORT FOR PROSESS FRAMDRIFTSRAPPORT	RISS I BETONGGOLV PÅ GRUNN	112 TIMAR	30/04-17
Hovudfokus for arbeid denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Starte på og fullføre metodekapittelet - Kontakte bedrifter for erfaringar til resultatkapittelet - Skrive ferdig midlertidig innleiing 			
Planlagde aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Påskeferie 			
Verkeleg gjennomførte aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Starte på og fullføre metodekapittelet - Kontakte bedrifter for erfaringar til resultatkapittelet - Begynt på midlertidig innleiing 			
Beskriving av eventuelle avvik denne perioden			
Har ikkje fått fullført innleiing			
Beskriving av endringar som no ynskjest i sjølve prosjektet eller i den vidare framgangsmåten			
Erfaringar frå denne perioden			
Det har vert veldig vanskeleg å kome i kontakt med bedrifter, mange mailar sendt utan tilbakemelding. Kan også vere vanskeleg å kome i kontakt med rett person i ei bedrift.			
Fokus neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Resultat, drøfting og konklusjon - Ordne struktur før innlevering av 1. utkast 			
Planlagde aktivitetar neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Innlevering av fyrste utkast - Presentasjon av bacheloroppgåve 			
Anna			
Ynskje om drøfting			

IB303312 BACHELOROPPGÅVE	MOLDSKRED AS	1 MØTE	VEKE 18-21
RAPPORT FOR PROSESS FRAMDRIFTSRAPPORT	RISS I BETONGGOLV PÅ GRUNN	211 TIMAR	28/05-17
Hovudfokus for arbeid denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Fullføre resultat, drøfting og konklusjon - Ordne struktur i oppgåva og sjå over manglar 			
Planlagde aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Innlevering av fyrste utkast - Presentasjon av oppgåva 			
Verkeleg gjennomførte aktivitetar denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Fullført og delvis strukturert oppgåva - Levert inn fyrsteutkast - Presentert oppgåva 			
Beskriving av eventuelle avvik denne perioden			
<ul style="list-style-type: none"> - Manglande struktur i oppgåva - Manglar vedlegg ved innlevering av fyrsteutkast 			
Beskriving av endringar som no ynskjest i sjølve prosjektet eller i den vidare framgangsmåten			
Erfaringar frå denne perioden			
Er veldig tidkrevjande å lage ein god struktur i ei så stor oppgåva.			
Fokus neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Ferdigstille struktur og rettskriving - Leggje ved alle vedlegg 			
Planlagde aktivitetar neste periode			
<ul style="list-style-type: none"> - Leverer endeleg utgåve av oppgåva 			
Anna			
Ynskje om drøfting			

VEDLEGG 4

FORPROSJEKTRAPPORT

FORPROSJEKT - RAPPORT

FOR BACHELOROPPGAVE

TITTEL:

Riss-/Sprekkdanning i plate på grunn

KANDIDATNUMMER(E):

DATO:

EMNEKODE:

**IB303312 /
IE303612**

EMNE:

Bacheloroppgåve vår 2017

DOKUMENT TILGANG:

- Open

STUDIUM:

BYGGINGENIØR - KONSTRUKSJONSTEKNIKK

ANT SIDER/VEDLEGG:

/

BIBL. NR:

- Ikkje i bruk -

OPPDRAKSGIVER(E)/VEILEDER(E):

Moldskred AS v/ Ivar Moldskred
Vemund Nils Årskog

OPPGAVE/SAMMENDRAG:

Undersøke riss-/sprekkdanning i plate på grunn.

- **Prosjektering**
- **Utføring**
- **Produksjon**
- **Etterbehandling**

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av student(er) ved NTNU i Ålesund.

Postadresse

Høgskolen i Ålesund
N-6025 Ålesund
Norway

Besøksadresse

Larsgårdsvegen 2
Internett
www.hials.no

Telefon

70 16 12 00

Epostadresse

postmottak@hials.no

Telefax

70 16 13 00

Bankkonto

7694 05 00636

Foretaksregisteret

NO 971 572 140

INNHALD

INNHALD	4
1 INNLEDNING	5
2 BEGREPER	6
3 PROSJEKTORGANISASJON	7
3.1 PROSJEKTGRUPPE.....	7
3.1.1 <i>Oppgåver for prosjektgruppa - organisering</i>	7
3.2 STYRINGSGRUPPE (VEGLEIAR OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGJEVAR)	7
4 AVTALER	8
4.1 ARBEIDSTAD OG RESSURSAR	8
4.2 GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HALDNINGAR	8

1 INNLEDNING

Når eg skulle velgje bacheloroppgåve ynskja eg ei oppgåve som var mogleg å gjennomføre aleine. Eg var også innstilt på at oppgåva ikkje skulle vær sterkt prega av store berekningar, men derimot ei oppgåve meir mot undersøking av eit problem eller mot forskning. Det var også ynskjeleg å jobbe med eit tema som er litt mindre belyst i form av forskning eller litteratur, for å tileigne meg ein kunnskap innan eit felt som er mangel på god fagkompenase.

Dette passet godt med oppgåva Moldskred AS ønsket å få undersøkt om riss-/sprekkdanning i plate på grunn, som eg har ei oppfatning av er et lite belyst tema.

Moldskred AS er et rådgjevande ingeniørfirma innan faga arkitektur- og bygningsteknisk prosjektering, byggjeleing og prosjektadministrasjon. Firmaet blei etablert av Ivar Moldskred i 1987 og har i løpet av desse 30-åra har firmaet blitt et godt etablert konsulentfirma i Møre og Romsdal.

Oppgåva frå Moldskred AS omhandlar riss- og sprekkdanning i betongplater på grunn.

I oppgåva vil eg sjå på kva tiltak som vert gjort av prosjekterande, produsentar og utførande for å forebygge dette. Deriblant kva prosjekterande gjer av tiltak for å forebygge dette, om- og eventuelt kva betongprodusentar gjer, og om utførande gjer eigne tiltak for å forebygge under utføring eller etterbehandling. Det er også ynskjeleg å sjå på stoff eller materialar ein kan nytte i blanding, utføring eller etterbehandling for å forebygge eller minske rissdanning. Og heller oppnå fleire små riss, en få men store sprekker.

Det er også nødvendig å sjå på om byggherre er villig til å betale ekstra, og om så, kor mykje ekstra, for å unngå problema som ein kan oppleve med sprekker i plata.

2 BEGREPER

- Riss Riss er små sprekker i betongen, som regel av ufarleg karakter
- Plate på grunn Golv som ligger direkte mot berelaget/grunnen

3 PROSJEKTORGANISASJON

3.1 Prosjektgruppe

Studentnummer(e)
140002

Tabell: Studentnummer(e) for alle i gruppa som leverer oppgåva for bedømming i faget IB303312

3.1.1 Oppgåver for prosjektgruppa - organisering

Denne gruppa består av berre en student, og må dermed ta oppgåvene og ansvarsområde som både prosjektleiar, sekretær og eventuelt øvrige medlemmer ville vorte tildelt i ei større gruppe.

3.2 Styringsgruppe (veglear og kontaktperson oppdragsgjevar)

Veglear: Vemund Nils Årskog

Kontaktperson: Ivar Moldskred, Moldskred AS

4 AVTALER

4.1 Arbeidsstad og ressursar

Arbeidsplass:

Her er det ikkje gjort noko avtale med oppdragsgjevar da en som enkelt person har større fleksibilitet til arbeidsplass, en ein vil ha i ei større gruppe der ein har behov for direkte kommunikasjon med resterande gruppelem.

Her har eg valt å nytte arbeidsplass i eigen bustad, eller tilgjengelege leseplassar på skulen.

Tilgang til ressursar:

Dette er uklart, då ein er usikker på om- og eventuelt i kva grad av ressursar ein vil ha behov for utover i oppgåva på dette stadiet.

Tilgang til personar:

Tilgang til Ivar Moldskred v/Moldskred AS ved behov og vegleiar Vemund Nils Årskog i hans kontortid og etter avtale eller per mail.

Datasikkerheit/informasjon unntatt offentlegheit:

Ingen

Avtalt rapportering:

Møte med vegleiar i oddetals veker, med innsending av møteinnkalling med agenda for møtet seinast 2 dagar før.

4.2 Gruppenormer – samarbeidsregler – haldningar

For meg er det ikkje utarbeidd normer, men har en intensjon om å jobbe strukturert og jamt gjennom semesteret, og forsøke å føre timeliste for å følge opp min egen innsats. Dette for å passe på å holde et godt nivå på arbeidsinnsats og framdrift, da en som enkeltperson ikkje har andre som følger med og eventuelt kjem med tilbakemelding om arbeidsinnsatsen har vert for lav i forhold til forventna.