



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET  
**BACHELOROPPGAVE**

Studieprogram/spesialisering:

Byggingeniør, konstruksjonsteknikk

Vårsemesteret, 2022

Åpen / Konfidensiell

Forfatter:

Erik Strømsnes, Stig Erlend Reinessh

*Erik Strømsnes*  
.....  
(signatur forfatter)

Fagansvarlig: Kjell Tore Fosså

*Stig Reinessh*  
.....  
(signatur forfatter)

Veileder(e): Kjell Tore Fosså, Roar Vigre og Mona Østgårdstrøen

Tittel på bacheloroppgaven: Betongproduksjon i henhold til høring 2021/4409

Engelsk tittel: Concrete production in accordance with hearing 2021/4409

Studiepoeng: 20

Emneord: Resirkulert betong, Betong produksjon, Miljø

Sidetall: *45*.....

+ vedlegg/annet: *30*.....

Stavanger, *14/05/2022*  
.....  
dato/år



# Betongproduksjon i henhold til høring 2021/4409

## Forord

Denne oppgaven er skrevet våren 2022 og markerer avslutningen på bachelorgraden vår. Det har vært en utrolig interessant og spennende oppgave, som har gitt oss et innblikk i mange store problemstillinger omstillingssamfunnet vårt har å by på.

Vi fikk forespørsel om å skrive denne oppgaven fra Johan Kjellmark AS da dette er høyst aktuelt for selskapet. Vi valgte å takke ja til å skrive denne oppgaven for dem, da dette er aktuelt for hele bransjen grunnet høringen og et utrolig spennende tema.

Takk til alle som har hjulpet til med denne oppgaven fra Ølen betong, Johan Kjellmark AS, Universitetet i Stavanger og eksterne! Spesielt takk til vår veileder Kjell Tore Fosså ved UiS, Roar Vigre ved Ølen Betong og Mona Østergårdstrøen ved Johan Kjellmark AS. Takk for all tiden som har blitt dedikert til oss og vår oppgave.

## Sammendrag

I denne oppgaven tar vi for oss høring 2021/4409 “Forslag til forskrift for betongproduksjon” som kom ut høsten 2021. Denne høringen er utformet av Miljødirektoratet og inneholder en rekke nye forskrifter angående betongproduksjon, med spesielt fokus på håndtering av restbetongen og vaskevannet. Denne oppgaven går igjennom disse forslagene, bransjen generelle mening angående dette og mulige løsninger for å håndtere dette med fokus på to caser, i form av Johan Kjellmark AS og Ølen betongs anlegg Gismarvik.

Høringen tar for seg gjenbruk, slam håndtering, vannforbruk, støy- og støv-forurensing, men hovedutforingen er utslipp av vann. Føringene setter strenge krav for verdier av suspendert stoff, pH og en rekke tungmetaller. Disse kraven er satt så strenge at den beste metoden å overholde dem er ved å unngå utslipp av vann. Dette gjøres ved lage et lukket system der vannet brukes opp igjen til vask eller i ny betongproduksjon. Dette er mulig ved å lage sedimenteringsanlegg som stabiliserer slammengden i vannet. For å minske mengden slam som må leveres på deponi kan man benytte seg av flere metoder for å benytte slammet i enten bundet eller ubundet bruk.

Den mest effektive og billigste måten å senke slam-mengden er å benytte restbetongen til å produsere betongklosser som kan benyttes eller selges videre. Ved større anlegg vil det å gjennomføre større investeringer for å benytte slammet til ny produksjon være hensiktsmessig. For mindre anlegg vil ubundet bruk ved hjelp av tørrvask være en billigere metode å håndtere slammet. For å senke kostnaden for bransjen generelt, kan de større anleggene opprette mottak for slammet, der de benytter dette til ny produksjon for en mindre avgift enn ved deponier. For slam med lave verdier av tungmetaller kan slammet benyttes til jordforbedringsmiddel, man vil da kunne selge dette som et produkt ved liten behandling av slammet.

## Abstract

In this bachelor thesis, we are looking into hearing 2021/4409 “Proposed regulations for concrete production” which was published in the autumn of 2021. This hearing has been designed by the Norwegian Environment Agency and contains a number of new regulations regarding concrete production, with special focus on handling residual concrete and washing water. This thesis goes through these proposals, the industry's general opinion regarding this and possible solutions for dealing with this with a focus on cases, in the form of Johan Kjellmark AS and Ølen betong Gismarvik.

The hearing addresses recycling, concrete sludge management, water consumption, noise and dust pollution, but the main focus is water discharges. The guidelines set strict requirements for values of suspended solids, pH and a number of heavy metals. These requirements are set so strict that the best method to comply with them is to avoid the discharge of water. This is done by creating a closed system where the water is used up again for washing or in new concrete production. This is possible by creating sedimentation plants that stabilize the amount of sludge in water. To reduce the amount of sludge that must be delivered to landfill, several methods can be used to use the concrete sludge in either bound or unbound use.

The most efficient and cheapest way to lower concrete sludge is to use the residual concrete to produce concrete blocks that can be used or resold. For larger plants, larger investments to use the sludge for new production will be appropriate. For smaller plants, unbound use using drywash will be a cheaper method of handling the sludge. In order to reduce the cost for the industry in general, the larger plants can set up reception for concrete sludge, where they use this for new production for a small fee and at landfills. For sludge with low values of heavy metals, the sludge can be used as a soil improver, it will then be possible to sell this as a product with little treatment of the concrete sludge.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	i
Sammendrag .....	ii
Abstract .....	iii
Figurligste .....	3
1. Innledning.....	4
2. Høring 2021/4409 .....	5
3. Teori om betongens bruksområder, egenskaper og innhold .....	8
3. 1 Betong .....	8
3. 1. 1 Armering .....	8
3. 2 Sement.....	9
3. 3 Tungmetaller .....	9
3. 3. 1 Bly .....	9
3. 3. 2 Kadmium.....	10
3. 3. 3 Kobber .....	10
3. 3. 4 Krom .....	10
3. 3. 5 Kvikksølv .....	11
3. 3. 6 Nikkel .....	11
3. 3. 7 Sink .....	12
3. 4 Suspendert stoff .....	12
3. 5 pH .....	13
4. Håndtering av restbetong.....	13
4. 1 Vask av biler, pumper og blande-anlegg .....	14
4. 1. 1 Vask ved hjelp av vann .....	14
4. 1. 2 Tørrvask .....	14
4. 2 Bunden bruk .....	16
4. 2. 1 Betongklosser .....	16
4. 2. 2 Resirkulert betong .....	17
4. 3 Ubundet bruk .....	18
4. 3. 1 Granulat .....	18
4. 3. 2 Re-Con Zero .....	18
5. Sedimenteringsanlegg .....	19
5. 1. Tømmebasseng.....	20
5. 2. Sedimenteringsbasseng.....	21
5. 2. 1. Strømning basert .....	21

5. 2. 2. Periode basert .....	22
5. 3. Rent vannbasseng.....	22
6. pH-justering.....	23
6. 1 Bobleanlegg .....	23
6. 2 Sitronsyre.....	23
6. 3 Utvanning .....	23
7. Frost.....	24
7. 1. Hvordan håndtere frost ved Sedimenteringsanlegget.....	24
7. 2. Frosts påvirkning av tørrvask.....	24
8. Bruk av betongslam til dyrkbar mark .....	25
9. Kommentarer fra bransjen .....	26
9. 1 Utfordringer.....	26
9. 1. 1 De mindre anleggene.....	26
9. 1. 2. Utslipp.....	27
9. 1. 3 Krevende værforhold.....	28
9. 1. 4 Støy .....	28
9. 1. 5 Konkurransefortrinn .....	28
9. 2. Bransjens generelle oppfatning av høringen.....	28
9. 3. Kommentarer: .....	29
10. Case .....	29
10. 1. Johan Kjellmark AS, Case 1 .....	29
10. 1. 1. Produksjon.....	29
10. 1. 2. Klima .....	30
10. 1. 3. Hensikt.....	30
10. 2. Ølen Betong, Gismarvik, Case 2.....	30
10. 2. 1. Produksjon.....	30
10. 2. 2. Klima .....	31
10. 2. 3. Hensikt.....	31
11. Løsningsforslag for Johan Kjellmark AS.....	31
11. 1 Idé/ønske.....	31
11. 1. 1 Situasjonsrapport .....	31
11. 2 Håndtering av restbetong og vask av bil, pumper og blandeanlegg .....	32
11. 2. 1 Betongklosser .....	32
11. 2. 2 Tørrvask.....	32
11. 3 Sedimentæranlegg .....	34
11. 3. 1 Vannforbruk.....	34

11. 3. 2 Håndtering av frost.....	34
11. 3. 3 Bassengoppsett .....	34
11. 3. 3. 1 Mulige utforming.....	35
11. 4 Bruk av granulat og Slam.....	36
11. 4. 1 Granulat.....	36
11. 4. 2 Omgjøring til gjødsel.....	36
11. 4. 3 Valg av utforming .....	36
11. 5 Lydnivå og Støvforurensing .....	38
11. 5. 1 Lydnivå.....	38
11. 5. 2 Støvforurensing .....	38
11. 6 Prosedyre for tilbakekomst av betongbil .....	39
12. Løsningsforslag for Ølen Betong, Gismarvik.....	40
12. 1 Idé/ønske.....	40
12. 1. 1 Situasjonsrapport .....	40
12. 2 Utvidelsesplaner.....	41
12. 2. 1 Opprettelse av mottak.....	41
12. 3 Kommentarer .....	42
13. Konklusjon .....	43
Vedlegg:.....	45
Referanser: .....	70

## Figurligste

- ◆ [1] [figur 1, tabell fra høring 4409, side 5]
- ◆ [2] [figur 2, tabell fra høring 4409, side 6]
- ◆ [3] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/bly>, side 9]
- ◆ [4] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/kadmium>, side 10]
- ◆ [5] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/kobber>, side 10]
- ◆ [6] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/krom>, side 11]
- ◆ [7] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/kvikksølv>, side 11]
- ◆ [8] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/nikkel>, side 11]
- ◆ [9] [figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/sink>, side 12]
- ◆ [10] [figur 10, Produksjon av lego klosser, Gismarvik, side 17]
- ◆ [11] [figur 11, Produksjon av lego klosser, Gismarvik, side 17]
- ◆ [12] [figur 12, Binger for oppbevaring av granulat, Gismarvik, side 15]



- ◆ [13] [figur 13, tabell, pp; Mekaniske løsninger RCZ tørr vasking.pptx; side 11, side 15]
- ◆ [14] [figur 14, Herdetid for ReCon Zero, vedlegg 5, side 3, side 19]
- ◆ [15] [figur 15, Klasse inndeling for betongslam, vedlegg 4; side 6, side 25]
- ◆ [16] [figur 16, grense setting basert på kvalitetsklasse vedlegg 4; side 5, side 25]
- ◆ [17] [figur 17, satellittbilde, Google maps, (koordinater, 62.579545, 11.356089), side 32]
- ◆ [18] [figur 18, illustrering binge Revit, side 33]
- ◆ [19] [figur 19, illustrering basseng Revit, side 37]
- ◆ [20] [figur 20, illustrering område, side 39]
- ◆ [21] [figur 21, satellittbilde, side 40]
- ◆ [22] [figur 22, satellittbilde, side 41]

## 1. Innledning

Høsten 2021 kom miljødirektoratet med høring 2201/4409 angående nye regler for betongproduksjon. Disse reglene skal være med på å endre bransjen til en grønnere produksjon, med så liten påvirkning på naturen som mulig. Men hva vil de nye reglene bety for eksisterende anlegg? Hvordan skal bedriftene håndtere de nye reglene på en økonomisk forsvarlig måte? Og hvordan kan man unngå at de mindre anleggene skal bli utkonkurrert på grunn av strengere regler?

I denne oppgaven skal ønskes vi å:

- Gjennomgå de nye reglene i henhold til høringen.
- Gå igjennom erfaringer fra prøveprosjekt fra eksisterende anlegg og bransjens oppfatning av høringen.
- Gjennomgå mulige løsninger for større og mindre anlegg, der man tar hensyn til bedriftens størrelse og finne løsninger som er økonomisk forsvarlige.
- Et samarbeid mellom anleggene kan være med på å minske de økonomiske utfordringene som kommer, spesielt for de minste anleggene.

I oppgaven vil vi bruke Johan Kjellmark sitt anlegg og Ølen betongs anlegg på Gismarvik som utgangspunkt for en mindre og en større aktør. Disse anleggene befinner seg i to

forskjellige deler av landet med ulikt klima. Dette gjør at vi dekker en større del av bransjen og vi skal se på hvordan et samarbeid mellom forskjellige aktører kan foregå.

## 2. Høring 2021/4409

Denne høringen omhandler alle virksomheter som produserer fabrikkbetong, betongvarer og betongelementer, men går ikke inn på produksjon på byggeplass eller betongavfallsmottak. Virksomheter kan få særskilte tillatelser igjennom statsforvalteren etter Lov 13. Mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensingsloven) § 11. [vedlegg 1, del § xx-1 og § xx-3]

Et av hovedfokusene til høringen går på å minske utslipp, da i hovedsak utslipp av ubehandlet prosessavløpsvann til resipient. Dette går både på å redusere utslipp av tungmetaller, suspendert stoff og PH-verdier, men også å redusere det generelle vannforbruket mest mulig ved å resirkulere vannet. Dette gjøres for å påvirke nærliggende resipient minst mulig. For å gjøre dette, er disse grenseverdiene foreslått:

<b>Komponenter</b>	<b>Måleparameter</b>	<b>Konsentrasjonsgrense (mg/l døgnblandprøve)</b>
Bly	Pb	0,1
Kadmium	Cd	0,02
Kobber	Cu	0,2
Krom	Cr-tot	0,1
Krom (VI)	Cr(VI)	0,03
Kvikksølv	Hg	0,005
Nikkel	Ni	0,5
Sink	Zn	0,5
Suspendert stoff	SS	30

[figur 1, tabell fra høring 4409, side 2]

Det er også foreslått 2 grenser for PH der man baserer seg på resipienten. I en sårbar resipient vil grensen være 8, mens man ellers må holde verdien under 9,5. I tillegg til dette skal det ikke slippe ut noen form for plastarmeringsfibre fra prosessavløpsvannet. [vedlegg 1, § xx-4, § xx-5 og § xx-6]

Det blir også fokusert på støy nivå. Det er foreslått forskjellige krav til forskjellige dager og tidsrom for å ta hensyn til naboene. Disse grensene vil kun omhandle anleggets ordinære virksomhet, inkludert intern transport innad på området, mottak og utsending av produkter. Verdiene er gitt i db.

<b>Mandag-fredag</b>	<b>Kveld mandag-fredag</b>	<b>Lørdag</b>	<b>Søn-/helligdager</b>	<b>Natt (kl. 23-07)</b>	<b>Natt (kl. 23-07)</b>
55 L <sub>den</sub>	50 L <sub>evening</sub>	50 L <sub>den</sub>	45 L <sub>den</sub>	45 L <sub>night</sub>	60 L <sub>AFmax</sub>

L<sub>den</sub> er definert som døgnmiddel. Med impulsstøy eller rentonelyd er grensen 5 dBA lavere. Den strengeste grenseverdien legges til grunn når impulslyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn 10 hendelser pr. time.  
 L<sub>evening</sub> er A-veiet ekvivalentnivå for 4 timers kveldsperiode fra kl. 19-23.  
 L<sub>night</sub> er A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra kl. 23-07.  
 L<sub>AFmax</sub> er gjennomsnitt av de 5-10 høyeste forekommende støy nivåene L<sub>AF</sub> (A-veid støy nivå med Fast respons) fra en industribedrift i nattperioden 23-07.  
 Med impulslyd menes kortvarige, støtvis lydtrykk med varighet på under 1 sekund og der impulslyden er av typen «highly impulsive sound» som definert i retningslinje T-1442 kapittel 6. Dersom impulslyd forekommer mer enn 10 hendelser per time er grenseverdien 5 dBA lavere enn de grenseverdier som er angitt i tabellen.

[figur 2, tabell fra høring 4409, side 2]

[Vedlegg 1, § xx-9] Støygrensene vil ikke gjelde bebyggelse bygget etter en usatt dato i 2022. Høringen sier ikke noe om dette vil bli strengere eller mildere, men man kan anta at dette gjøres fordi målingene tas hos nærmeste nabo. Derfor er det vanskelig å beregne hvor nærme nye naboer vil ligge flere år fram i tid. Derfor vil det være naturlig å gi unntak eller høyere grenseverdier her. Produksjonen må også begrense diffuse utslipp fra prosessen og utearealet, så det ikke skaper en negativ virkning for miljøet og naboene rundt. Dette inkluderer støy, både fra maskiner, produkter og betongavfall. [vedlegg 1, § xx-8]

Målinger av utslippsvann og støy skal være utført innen ett år etter at de nye føringene trer i kraft. Målingene skal være utført etter Norsk Standard (NS), der dette finnes. Det kan gjøres unntak dersom man kan dokumentere at testen har minst like høy standard som NS. Prøvetakspunktene og frekvensen skal være representativt for virksomheten, og være en del av internkontrollen. Vannet testes ved utslippspunktet mens støyen testes ved nærmeste nabo. [vedlegg 1, § xx-11]

For håndtering av betongavfall er det foreslått en mellomlagringstid på inntil tre år. Lagringen skal ikke gå på bekostning av miljøet, og avfall som ikke kan gjenvinnes skal leveres til et godkjent mottak innen 1 år. Det skal være en plan for håndteringen. Denne skal kunne vises ved kontroll og på forespørsel til forurensningsmyndighetene. [Vedlegg 1, § xx-12]

Avfallet skal i størst mulig grad gjenvinnes, da hovedsakelig i form av tilslag til ny betong. Men det kan også brukes til annet bruk innen egen produksjon. Om det ikke kan brukes til egen produksjon kan man benytte det til å erstatte andre materialer. Det er satt krav om at avfallet ikke overstiger grenseverdiene som er gitt dersom det skal benyttes. Det kan heller ikke inneholde miljøskadelige kjemikalier eller plast og armeringsjern. [vedlegg 1, § xx-13] All plastarmeringsfibre som skilles ut skal leveres til godkjente mottak, dette skal ikke blandes med andre masser. [Vedlegg 1, § xx-14]

Virksomheten må selv gjennom internkontroller journalføre utslippsmålinger, kjemikalier brukt i produksjonen og hvor mye avfall de sitter igjen med. Det må også føres hvordan avfallet blir disponert. Vannforbruk og gjenbruk av vann skal også føres, samt hvor mye som slippes ut per døgn og per år. Alt dette må lagres i minst fem år. [Vedlegg 1, § xx-15]

Ved opprettelse av en ny virksomhet, endring av eksisterende eller nedleggelse skal statsforvalteren varsles og informeres om følgende informasjon:

1. *Virksomhetens størrelse og produksjonsforhold*
2. *Driftstid*
3. *Virksomhetens plassering*
4. *Beskrivelse av resipienten og dens miljøtilstand*
5. *Beskrivelse av renseløsning*
6. *Planlagt avfallshåndtering*
7. *Hvilke endringer som skal gjennomføres*
8. *Hvilken miljømessig betydning endringen vil få*
9. *Andre opplysninger som kan være relevante for å dokumentere at forskriftens vilkår overholdes.*

*Dokumentasjon på at virksomheten er i samsvar med endelige planer etter plan- og bygningsloven, skal legges ved meldingen. [Vedlegg 1, § xx-16]*

Virksomheter som allerede eksisterer, må sende inn dette innen ett år etter forskriften trer i kraft. Det skal i tillegg legges ved dokumentasjon på at virksomheten er i henhold til Lov 27. Juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). [Vedlegg 1, § xx-16] Ved klager, tilsyn og unntak skal dette reguleres gjennom forurensningsloven

kapittel 41. Tilsyn utføres av statsforvalteren, hvor det er mulighet til å gjøre unntak. [Vedlegg 1, § xx-17] Overgangsdatoen er ikke fastsatt, men ved senere endringer må dette utføres av statsforvalteren. [vedlegg 1, § xx-18]

## 3. Teori om betongens bruksområder, egenskaper og innhold

### 3. 1 Betong

Betong er et byggemateriale som det brukes mye av i samfunnet i dag. Vi bruker det til alt fra offshore-konstruksjoner til bygg og broer. Betong består av vann, sement og tilslag (sand, grus og knust masse i diverse størrelser). Vann og sement binder tilslaget sammen til en fast masse. Deretter skal betongen herdes. Det kan ofte ta uker for at den er fullstendig herdet. Herdetid varierer ut fra fuktighet, temperatur og type betong. Betongen er gjerne fast i løpet av det første døgnet og det er derfor vi blant annet kan bruke sprøytebetong/avretnings betong. [kilde 1]

Det kan tilsettes plastifiserende stoffer, for å endre egenskapene til betongen. Vi kan da endre herdingstid, styrke og temperaturbehov. Pozzolan er en gruppe stoffer som inneholder silisiumforbindelser. Pozzolaner som flyveaske, slagg osv. brukes for å redusere andelen sementklinker, noe som forbedrer CO<sub>2</sub> regnskapet. Naturlig finner man det i vulkansk masse, men i dag blir det fremstilt fra kullkraftverk. Dette er et godt bindemiddel i betong, fordi det binder seg med Ca(OH)<sub>2</sub> kalsiumhydroksid. CaO · SiO<sub>2</sub>. [kilde 2]

#### 3. 1. 1 Armering

Det brukes også metall i form av armering; kamstål eller armerings fibre. Disse styrker mot moment og strekkstyrke som oppstår i for eksempel bjelker, dekker. Betong i seg selv er god på å kompresjons styrke, men er svak for kreftene nevnt ovenfor. [kilde 3]

Fiber tilsetningene er problematiske for resirkulering av rest, siden plastfiberarmering betyr at betongen må på deponi. Stålfiber kan skilles fra restbetong, men krever eventuelt en sterk magnet og vil innebære å ha en mikser som resten da må opp i, før tørrvasken. [kilde 4] [kilde 5]

### 3. 2 Sement

Sement er bindemiddelet i betongen. Sement er en blanding av sementklinker, kalsium-, silisium-, jern- og aluminium-oksider. Pozzolaner som flyveaske kan brukes for å redusere sementklinker andelen i sementen. Disse stoffene er sement lignende og behøver kalsiumhydroksid  $\text{Ca}(\text{OH}_2)$  og vann for å starte en hydrerings-prosess. Grunnen til at sement slipper ut mye  $\text{CO}_2$  er fordi når det kalsinerer  $\text{CaCO}_3$  (kalkstein) til  $\text{CaO}$  (kalsiumoksid), slipper du også ut et  $\text{CO}_2$ -molekyl. [kilde 6]

### 3. 3 Tungmetaller

Tungmetaller er regnet som metaller (grunnstoffgruppe) med tetthet på  $>5$  gram per  $\text{cm}^3$ . I dette kapitlet går vi igjennom metallene som er nevnt i høringen. (kapittel 2.) Noen av de stoffene som blir nevnt under, kan fungere som mikronæringsstoffer, men er giftige i større mengder. Bly, kadmium, kvikksølv og krom er regnet som miljøgifter. [Vedlegg 4] Mange tungmetaller finnes naturlig i grunnen og vil derfor forekomme i tilslaget. Mengden tungmetaller varierer fra område til område som igjen vil påvirke betongens innhold. [kilde 7]

#### 3. 3. 1 Bly

Grunnstoffet bly (Pb) tilhører gruppe 14 i det periodiske systemet. Bly (Pb) er et metall som har blitt brukt til mye opp gjennom tiden. Det har blitt brukt til ammunisjon i hagler, skjermings materiale mot radioaktivitet, tilsetning i bensin og maling. Det er giftig og bør derfor brukes i så liten grad som mulig. [kilde 8]

<b>Bly</b>	
Atomsymbol	Pb
Atomnummer	82
Atomvekt	207,2
Smeltepunkt	327,45 °C
Kokepunkt	1751 °C
Massetetthet (25 °C)	11,350 $\text{g}/\text{cm}^3$
Oksidasjonstall	II, IV
Elektronkonfigurasjon	$[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$

[figur 3, hentet fra snl, <https://snl.no/bly>]

### 3. 3. 2 Kadmium

Grunnstoffet kadmium (Cd) tilhører gruppe 12 i det periodesystemet. Stoffet er kjent for ha en sølvfarge og være svært bløtt. Stoffet er svært giftig. [kilde 9]

<b>Kadmium</b>	
Atomnummer	48
Atomvekt	112,40
Smeltepunkt	321 °C
Kokepunkt	765 °C
Massetetthet	8,642 g/cm <sup>3</sup>
Oksidasjonstill	II

[figur 4, hentet fra snl, <https://snl.no/kadmium>]

### 3. 3. 3 Kobber

Grunnstoffet kobber (Cu) tilhører gruppe 11 i det periodiske systemet. Kobber er ikke veldig giftig i seg selv, men høy eksponering over lang tid kan skade visse indre organer. [kilde 10]

<b>Kobber</b>	
Atomsymbol :	Cu :
Atomnummer	29
Atomvekt	63,546
Smeltepunkt	1083 °C
Kokepunkt	2567 °C
Tetthet	8,96 g/cm <sup>3</sup>
Oksidasjonstill	I, II, III
Elektronkonfigurasjon	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>

[figur 5, hentet fra snl, <https://snl.no/kobber>]

### 3. 3. 4 Krom

Krom er en del av metallene på fjerde rad og er derfor ikke kjent for å være svært reaktivt. Krom forekommer i forskjellige oksidasjonstrinn, men i høringen er det; Cr(0), Cr(+3) og formen Cr(+6) (oksidert, mistet 6 elektroner) som blir nevnt.

Seksverdig krom eller Krom (VI) er krom som er oksidert. Oksidering betyr at et atom slipper fra seg elektroner. Krom i seg selv er ikke miljøskadelig, men kromater og kromsyre har innvirkninger på miljøet rundt. [kilde 11]

<b>Krom</b>	
Atomsymbol ☺	Cr ☺
Atomnummer	24
Atomvekt	51,996
Smeltepunkt	1857 °C
Kokepunkt	2672 °C
tetthet	7,19 g/cm <sup>3</sup>
Oksidasjonstall	-IV, -II, -I, 0, I, II, III, IV, V, VI
Elektronkonfigurasjon	[Ar]3d <sup>5</sup> 4s

[figur 6, hentet fra snl, <https://snl.no/krom>]

### 3. 3. 5 Kvikksølv

Grunnstoffet kvikksølv (Hg) tilhører gruppe 12 i det periodiske systemet. Stoffet er kjent for ha en sølvfarge og flytende i romtemperatur. Det er vel etablert at kvikksølv er giftig, selv i små mengder. [kilde 12]

<b>Kvikksølv</b>	
Relativ atommasse	200,59
Smeltepunkt	-38,87 °C
Kokepunkt	356,58 °C
Relativ massetetthet	13,546 g/mL ved 20 °C
Oksidasjonstall	I, II

[figur 7, hentet fra snl, <https://snl.no/kvikksølv>]

### 3. 3. 6 Nikkel

Grunnstoffet Nikkel (Ni) tilhører gruppe 8 i periodesystemet. Nikkel i støv eller dampform kan framkalle kreft, men det er lite kjent om det har andre alvorlige virkemidler. [kilde 13]



<b>Nikkel</b>	
<b>Atomsymbol</b> ☺	<b>Ni</b> ☺
Atomnummer	28
Atomvekt	58,6934
Smeltepunkt	1453 °C
Kokepunkt	2732 °C
Tetthet	8,908 g/cm <sup>3</sup>
Oksidasjonstall	II, III, IV
Elektronkonfigurasjon	[Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>

[figur 8, hentet fra snl, <https://snl.no/nikkel>]

### 3. 3. 7 Sink

Grunnstoffet sink (Zn) tilhører gruppe 12 i det periodiske systemet. Stoffet er kjent for ha en sølvfarge og være svært bløtt. Overeksponering av sink vil gi svekket allmenntilstand. [kilde 14]

<b>Sink</b>	
<b>Atomsymbol</b> ☺	<b>Zn</b> ☺
Atomnummer	30
Atomvekt	65,38
Smeltepunkt	419,6 °C
Kokepunkt	907 °C
Tetthet	7,14 g/cm <sup>3</sup>
Oksidasjonstall	II
Elektronkonfigurasjon	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>

[figur 9, hentet fra snl, <https://snl.no/sink>]

### 3. 4 Suspendert stoff

Suspendert stoff er det siste stoffet som blir nevnt i tabellen for grenseverdier i høringen.

“Betongslam er i forskriften definert som sedimentert suspendert stoff fra sedimentasjonsbasseng eller annen renseløsning hvor suspendert stoff fjernes fra prosessvannet.” (Hentet fra: “høring av forslag til nytt kapittel i forurensningsforskriften”)

[Kilde 30] Suspendert stoff er væske som inneholder faste partikler som er større enn 1

mikrometer. [kilde 15] Sedimenter er små partikler som oppstår av slitasje av større materialer. Det er vanskelig å håndtere på grunn av størrelsen og kan forårsake miljøskader. Det skal helst primært bli brukt til ny betong produksjon, så lenge det ikke inneholder noe som kvalifiserer det som deponimateriale. Den sekundære bruksmetoden forskriften peker til er ganske åpent og kan for eksempel brukes som jordsmonn forbedring.

### 3.5 pH

I høringen står det at pH-en på utslippsvann ikke kan være over 8, til sårbare resipienter, mens man ellers må holde verdien under 9,5. PH er konsentrasjonen av  $H^+$  ioner i en veske.  $H^+$  ioner i stor konsentrasjon blir i dagligtale omtalt som surt. PH-skalaen er fra 1-14 selv om det er tilfeller hvor pH kan komme under det. Vi regner pH fra 1-6 surt, 7 nøytralt og over 7 som basisk. Vann som kommer i kontakt med betongrester blir basisk. Ofte kommer pH-en til vannet som har blitt brukt til å ligge på mellom 8-13. Dette er fordi vann  $H_2O$  reagerer med x-kalsiumsilikat og blir til  $xCaO.SiO_2.H_2O$  og  $xCa(OH)_2$ .  $Ca(OH)_2$  er løses i vann og danner frie OH-grupper som da hever pH-en. For å senke pH tilsetter du gjerne en syre eller en buffer i løsningen for at pH-en skal ligge nærmere nøytral (pH på rundt 7). En buffer er en vannløsning som inneholder relativ lik mengde med en svak syre og tilsvarende syring eller en svak base og dens korresponderende syre. Dette gjør at du kan tilsette syrer eller baser uten at løsningen vil vippe kraftig mot en side. [kilde 16] [kilde 20]

## 4. Håndtering av restbetong

I all betongproduksjon vil det være rester av betong, enten i form av rester i bil, pumper og baneanlegg eller hvor det er produsert mer enn det har vært behov for. Denne betongen må håndteres på en forsvarlig måte og er en viktig del av høringen. Det finnes flere løsninger for dette, som varierer etter mengde betong og anleggets struktur.

Restbetongen er betongen som kommer tilbake i betongbilene fra anlegg, etter levering. Det er dette som blir til ubundet (kapittel 4.3) og bundet bruk (kapittel 4.2) etter hvert. I dag er det grenser for hvor mye rest betong du kan bruke til visse fasthets- og bestandighetsklasser. Det

produseres mye restbetong i verden i dag og miljøgevinsten ved gjenbruk er antatt høy, da det i dag er store mengder rest betong som ikke blir benyttet.

#### 4. 1 Vask av biler, pumper og blande-anlegg

Det er hovedsakelig to metoder for å vaske trommelen i en betong bil. Du kan vaske med vann og tømme vannet i en renne som fører restene til et basseng. Eller så kan du tilsett tilslag og vann (samt ReCon-Zero) for å binde restbetongen til tilslaget. Da skaper du en forkorningseffekt som gjør at det bygges opp små partikler fra restbetongen, som da fester seg til tilslaget. Tørrvask tar gjerne litt lengre tid enn å spyle, siden det må tromles i noen minutter, for å få ønsket effekt.

##### 4. 1. 1 Vask ved hjelp av vann

Vask ved hjelp av vann har vært standardmetoden for å vaske all betong. Det går fort og er effektivt. I tillegg har det krevd lite ressurser for å bruke denne metoden. Vasking fungerer ved å kjøre vann gjennom det som skal vaskes eller eventuelt spyling. Vannet vil da ta med seg betongen på vei ut. Ettersom regelverket blir strengere, kreves det mer for å benytte denne metoden da det gis flere grenseverdier man må holde seg under om man skal slippe ut dette vannet. Dette vil føre til økte kostnader knyttet til dette. Ved bruk av sedimentbasseng vil det dannes større mengder slam som må håndteres.

##### 4. 1. 2 Tørrvask

Tørrvask er en metode å vaske betongrester ut av betongbiler, uten å bruke store mengder vann i vaskeprosessen. Tørrvask er at du tilfører granulat for å samle opp alle restene av betong som er igjen i trommelen. I denne prosessen vil små fragmenter fra betongen, binde seg med granulatet og du får en forkorningseffekt. Man bør fortsatt gå over med en lett skylling daglig for å fjerne støvresten, men dette krever vesentlig mindre vann.

Tørrvask starter ved å tilsette granulat til betongbilens trommel. Dette granulatet lages ved å blande 1500 liter vaskesand, 3750 liter 4-8mm tilslag og 3750 liter 8-16mm tilslag. Den kjøres rundt i mikseren i noen minutter for at betongslammet og rester skal binde seg til granulatet. Etter dette skal mikseren tømmes, for så å herde. Dette bør gjøres en plass hvor det

kan ligge noenlunde tørt og med mulighet for å blande granulatet. I Bilde ser vi lagringsplass for granulatet, Gismarvik



[figur 12, Binger for oppbevaring av granulat, Gismarvik]

Deretter tilsetter du vann til mikseren, spylar tunga\* og fyller dette i tømmebassenget. Når granulatet har herdet, kan det brukes til en ny runde tørrvask. Når granulatet har nådd ønsket størrelse, bruker man 1/3 av granulatet til å lage en ny blanding der man tilfører 8-16mm tilslag. Resten kan brukes til ubundet bruk eller produksjon av ny betong. Tilslaget i tørrvask blir bedre av å ha gått gjennom noen tørrvasker, før annet bruk. Det er viktig at herder ferdig før det legges i silo, for å minimere faren for at det tetter siloen.

Vannet du får etter en tørrvask vil inneholde vesentlig mindre av noen tungmetaller. Dette hjelper for å komme under en del av grenseverdiene som kommer fram i høring 2021/4409.

## Kvalitet på vaskevann betydelig bedre med Re-con Zero tørr vasking.

### Analyse av Slam

Prosesse	Proseskode	Prosesbeskrivelse	Tinnasf	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Arsen (As) Premium LOQ	Bly (Pb) Premium LOQ	Kadmium (Cd) Premium LOQ	Kvikksølv (Hg) Premium LOQ
			%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
EUNOMO-00111006	439-2018-11080134	Slam fra vanlig vask	24,8	240	70	27	320	18	42	0,63	0,012
EUNOMO-00111006	439-2018-11080306	Slam fra Re-con Zero	39,5	180	42	20	250	20	15	0,33	0,009

### Analyse av vaskevann fra bil

pH målt ved 23 +/- 2°C	Lukt/smak	Farge/tilstand	Klorid (Cl)	Fosfor (PO4-P)	Nitret (NO3-N)	Bly (Pb), oppløst	Sink (Zn), oppløst	Jernisk oksygenforbruk (KOF-Mn)	
								mg P/l	mg/l
>11	Så vilt konstaterbart	8	25	47,4	<2	68000	9,9	9,4	22
>11	Så vilt konstaterbart	4	30	27,8	<2	20000	1,1	4,0	7,8

[Vedlegg 7, Mekaniske løsninger RCZ tørr vasking.pptx, side 11] [figur 13, tabell, pp; Mekaniske løsninger RCZ tørr vasking.pptx, side 11]

Denne tabellen er spesifikk for Re-Con Zero, men vil være lignende ved vanlig tørrvask.

## 4. 2 Bunden bruk

Bundet bruk er en forkortelse for sementbundet bruk. Det vil si at tilslaget blir bundet sammen med sement for å skape en form for betong.

### 4. 2. 1 Betongklosser

Ved tilfeller der det er produsert for mye betong, kan man benytte restbetongen til å produsere betongklosser. Dette er støpeformer som du fyller med restbetong eller lavkvalitets betong. Disse er veldig effektive for å bruke overskuddsbetong og restbetong. Det er standardiserte elementer som kan masseprodusere klosser som kan brukes selv eller selges videre.

Klosser går under mange navn; Lego-klosser, betonglodd eller merkenavn fra noen produsenter. Klosser er granulert og slam eller restbetong som blir helt opp i en form. Det herdes til betongklosser som kan brukes diverse steder i BA-bransjen. Disse klossene passer bra til støttekonstruksjoner som ikke har noen spesielle krav for last. I dag brukes disse klossene til å lage støttemur, sperrer, skillevegger med mer.



*[figur 10, Produksjon av legoklosser, Gismarvik]*

*[figur 11, Produksjon av legoklosser, Gismarvik]*

#### 4. 2. 2 Resirkulert betong

Resirkulert betong er betong hvor tilslaget delvis/hele kommer fra rest eller gammel betong. Det brukes da om igjen som tilslag i et nytt parti betong. For høringen ligger fokuset på resirkulert betong fra tørrvask.

I dag er resirkulert betong ofte brukt til dekker og andre konstruksjoner som ikke har strenge krav til eksponering og bestandighet. Store prosjekter kan ha føringer på hvor mye gjenbrukte materialer som skal bli brukt til prosjektet. [kilde 32] Det er tester som viser at disse resirkulert tilslag kan gå inn i produksjon av konstruktiv betong, men er ikke svært utbredt siden metoden for å få det optimalt, krever riktig størrelse og håndtering. Det er derimot mye verdi å hente fra dette og kommer nok derfor mer på banen, når det kniper med naturlig tilslag.

### 4. 3 Ubundet bruk

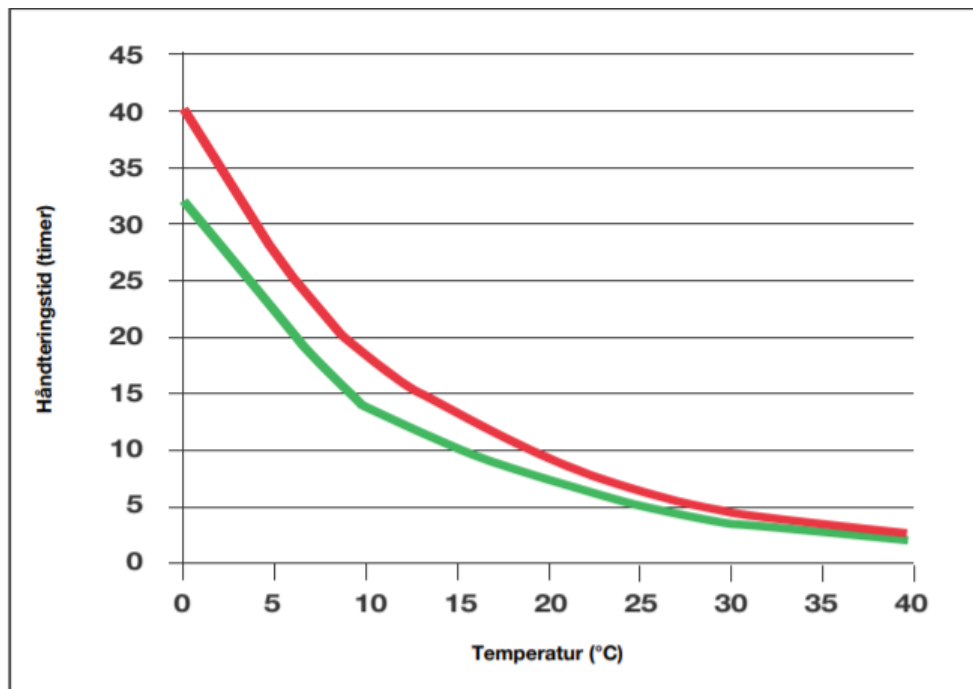
Ubundet bruk er tilslag som du bruker til fyll eller stabiliseringslag i blant annet veiarbeidet. Det brukes til fundamentering, drenering, tilbakefylling og mye annet. Dekkene du kan bruke dette tilslaget til, skal helst ikke ha noen tung belastning.

#### 4. 3. 1 Granulat

Granulat er korn som er mindre enn 125mm. Granulat er tilslag som har hatt en forkorningseffekt fra tørrvask. Det kan gjerne brukes flere ganger, for å bygge opp størrelsen på granulatet. [kilde 31]

#### 4. 3. 2 Re-Con Zero

Re-Con Zero er et pulver som brukes i tørrvask, for å absorbere vannet og skape en bedre forkorningseffekt på granulatet. Det er ofte fordelaktig å bruke i en tørrvask som inneholder mye vann. Dette stoffet/prosessen har en komponent som absorberer vann og en annen komponent som gir en kjappere størkning-prosess. Prosessen i bilen foregår i to omganger, først må man tilføre 0.5 kg av komponent A per m<sup>3</sup> betong, deretter skal trommelen gå i 4 minutter. Etter dette tilsettes komponent B der man behøver 1,5 kg per m<sup>3</sup>. Trommelen må så gå i 3 minutter. Når dette er fullført, vil man kunne helle dette ut på angitt plass. Betongen vil da være tørr uten noen form for slam. Etter et døgn med herding må man snu og blande dette sammen, man vil da sitte igjen med et granulat man kan bruke til produksjon av ny betong eller ubundet bruk. Mapei hevder her at man med Re-con Zero kan halvere herdetiden sammenlignet med tørrvask uten Re-Con Zero. Men for å få kunne bruke dette til betong av høyere kvalitet vil man behøve en mikser som fordeler materialet etter størrelse. Mengden pulver må i visse tilfeller oppjusteres der betongen har en synkklasser på S4 eller høyere, som selvkompimerende betong eller avrettingsmasse. For å få høyere kvalitet kan man tilsette Re-Con Zero-booster for å øke forkorningseffekten. [vedlegg 5, Re-Con Zero evo]



[figur 14, Herdetid for ReCon Zero, vedlegg 5, side 3]

Herdetiden påvirkes eksponentielt når temperaturen faller. Dette vil også skje uten Re-Con Zero, men herdetiden vil da ligge langt høyere. Man må altså legge inn rutiner som tar hensyn til temperatur, når man planlegger å blande granulatet.

## 5. Sedimenteringsanlegg

Ved betongproduksjon kommer man ikke unna restvann fra vasking av enten bil, trommel, pumpe eller blandeanlegget. Vannet må da behandles før det slippes ut eller gjenbrukes. En av midlene som kan brukes til dette er sedimenteringsanlegg, dette er et eller flere basseng som lar partiklene i vannet falle ned på bunnen som slam. Dette vil ikke påvirke pH-nivået til vannet på noen merkbar måte, men vil kunne redusere inneholde av relevante grenseverdier i vannet.

Antall bassenger kan variere etter anleggenes ønsker, men ved 3 bassenger kan man begynne å bruke vannet til betongproduksjon og ved 4 bassenger kan man bruke det på betongproduksjon med høyere kvalitet. Dette kan i teorien også gjøres ved mindre basseng, men det største problemet vil da være at sammensetningen ikke er stabil nok. Basseng 1 vil være et tømmebasseng, her vil man ha størst forurensing, med mye slam. Basseng 2, vil være



et sedimentering-basseng og ikke inneholde like mye forurensing, da spesielt mindre store partikler. Basseng 3 vil være et rentvanns-basseng, her vil det være en liten grad av forurensing og partikler. Bassengets jobb er å oppbevare vannet til det skal bli brukt. Man vil også få en liten sedimentering effekt her for de gjenværende partiklene. Basseng 4 er bare nødvendig når man skal bruke vannet til betong med høyere klasse. Basseng 3 vil da fungere som et andre sedimenteringsbasseng. Basseng 4 tar da over jobben som basseng opprinnelig har, altså et rentvanns-basseng. Man vil da oppnå mindre partikler i vannet.

### 5. 1. Tømmebasseng

Det første bassenget i prosessen vil være tømmebassenget som har det klart største arealet. Bassenget må beregnes etter hvor mye vann som skal prosesseres daglig. Faktorene for størrelsen vil være hvor mange biler anlegget skal håndtere, hvor kontinuerlig de brukes og vaskeprosessen til bilene da dette avgjør hvor mye vann man kan beregne per vask. Bassenget bør dimensjoneres for å ekstra ordinere situasjoner da anlegget må håndtere flere lass en vanlig, dette må gjennomgås før byggingen av vært enkelt anlegg. Man kan benytte tidligere statistikk fra det enkelte anlegget på hvor mye vann som brukes til vask, men man bør da beregne etter den maksimale mengden vann som kan komme til å bli brukt i løpet av gitt tidsrom i beregningene. Framtidige vekstplaner og en betydelig margin bør medregnes. Mengden vann som blir brukt per vask, varierer veldig fra anlegg til anlegg, men man kan beregne mellom 500-3000 liter som gjort i statsforvalterens veiledning for behandling av restmaterialer ved betongproduksjon [vedlegg 2.3] [kilde 23]. Videre vil man se på antall vasker som gjennomføres vær dag, her bør det beregnes ekstra basert på hva anlegget kan forvente som maksimal produksjon. Ved designet bør man også se på hvor mye slam vær vask tilfører for å ha et estimat på hvor ofte det må tømmes. Ved å bruke samme vedlegg som vannet kan vi gå ut ifra 200-400 liter grovt slam per vask. Ved dette kan man lage en grov utregning basert på antall biler. For å få et bedre estimat må man se på hvor mye en bil i snitt legger igjen ved vær vask ved dette anlegget. Man må da beregne størrelsen til bassenget til å kunne holde det dobbelte av minst en ukes mengde med slam, da bassenget ikke bør ha mer enn 50% slam. Man må da ta antall vasker per dag multiplisert antall dager anlegget er i drift vær uke. Man kan selvsagt styre tidsrommet mellom vær tømming selv og ved det også kunne endre på størrelsen til bassenget. Bassenget må også ha en skrå del for at en hjullaster skal kunne kjøre ned å ta ut slammet. Denne helningen kan ikke ha et større forhold en 1:6 da dette kan føre til at hjullasteren tipper. [Vedlegg 2, del 3,3]

Når vannet skal føres til sedimenterings bassenget kan man benytte pumper eller sluser som kan føre vannet på en kontrollert måte. Slusene bør lages så de åpnes vertikal fra topp til bunn, så man får god kontroll på vannføringen videre til neste basseng. Antall sluser og størrelsen på dem avgjøres etter mengden vann som må føres videre før bassenget igjen skal fylles. Pumper bestem etter samme prinsipp, der man ser på kapasiteten til pumpene og antallet. Det må også være prosedyrer til stede for å unngå at bassenget skal bli overfylt og renne ut i naturen. Dette kan gjøres ved å dimensjonere bassenget større for å øke sikkerhetsmarginen. Om sedimenteringsbassenget ligger lavere en tømmebassenget kan man legge inn et utløp til denne som ligger lavere en kanten av bassenget. [vedlegg 2, del 3,2]

## 5. 2. Sedimenteringsbasseng

Fra tømmebassenget går vannet over i sedimenteringsbassenget. Dette bassengets hovedoppgave er å la vannet partikler falle til bunn, og kan bli satt opp på to måter med vær sin utforming. Den første metoden er ved en strømnings basert basseng der vannet strømmer rolig igjennom bassenget. Den andre metoden er å la vannet ligge i ro i en gitt tid for så å føre det videre.

### 5. 2. 1. Strømning basert

Ved et strømnings basert basseng er man avhengig av å ha et stort nokk areal for vannet å strømme igjennom. Siden vannet er i konstant bevegelse, må det bevege seg langt nokk for å rekke å sedimentere. Jo større areal og reise lengde jo klarere vann. Dette er mest hensiktsmessig sammen med et sluse system, men kan benyttes ved et pumpesystem viss ønsket. Systemet har en rekke krav for å fungere optimalt:

- Vannspeilet til bassenget bør ligge mellom 5 og 10cm under utløpet til tømmebassenget. Dette kan styres ved en vertikal sluse.
- En fordeling av vannet jevnt over bassengets korte side.
- Rektangulært med forhold 2:5 med innløp og utløp på vær sin kort side
- Vannmengden som går fra sedimenteringsbassenget, bør holdes konstant for best resultat.
- Overflatearealet bør være større enn det dobbelte av den størst tenkelig mengden vann som skal gå igjennom innlegget vær time, delt på høyden av bassenget.

$$M^2 > 2 * M^3 / H$$

- Bassenget bør være dypere en 2 meter

For å beregne hvor ofte bassenget må tømmes kan man regne med 5kg per m<sup>3</sup> vann. [Vedlegg 2, del 3, 3]

#### 5. 2. 2. Periode basert

Ved et periodebasert basseng vil vannet ligge i ro og la partiklene falle ned i en gitt tid. Det vil deretter føres videre til neste basseng. Man har da et mindre behov for areal da man kan vente til partiklene har falt ned. Her spiller det mindre rolle om man bruker sluser eller pumper. Ved design av bassenget må man ta hensyn til hvor mye vann bassenget skal inneholde og plass til slammet mellom hver tømming. Det kan da være lurt å velge et dypt basseng med mindre areal for å spare plass. Men fordi sedimenteringseffekten påvirkes av både areal og volum, kan dette styres etter ønske. Hvor lenge vannet skal ligge i ro, avhenger av ønsket klarhet og bassengets utforming.

#### 5. 3. Rent vannbasseng

Dette bassenget er i all hovedsak ment for å lagre vannet til når det skal brukes. Derfor handler utformingen i hovedsak om hvor mye vann det skal kunne holde. For å spare plass kan det derfor være lurt å lage dette bassenget dypt. Her kan det lønne seg å legge en avrenning tilbake til tømmebassenget for holde vannet i systemet hvis bassenget blir fylt av eksempelvis nedbør. Om vannet skal kun brukes til vask, så vil bassenget etter vært bli fylt opp av nedbør om det ikke er laget en stopper for dette. Man bør derfor ha en løsning for tømming av vann med hensyn til vannets høye pH-verdi. Ved bruk av vannet i ny betongproduksjon vil man slippe dette problemet, men dette setter høyere krav til stabiliteten til vannet.

## 6. pH-justering

En av de største utfordringene ved den nye høringen er pH-grensen på vann. Ved den nye grensen kan man ikke slippe ut vann uten å justere pH-nivået til vannet. Det finnes flere metoder for å løse dette.

### 6. 1 Bobleanlegg

En løsning for pH-problematikken er ved å tilsette CO<sub>2</sub> til bassenget med et karbonatiserings-apparat. Dette metoden kan bli kalt et bobleanlegg. CO<sub>2</sub> er en svak syre som er svært billig og det er ingen fare for å over justere løsningen, fordi CO<sub>2</sub> er selv bufrende. Å over justere betyr at løsningen får tilsatt for mye syre og blir surere enn målet. CO<sub>2</sub> er praktisk i form av at den kan oppbevares i trykkbeholdere som ikke innebærer stor HMS-risiko (utenom gass under trykk). I tillegg vil det ikke dannes farlige produkter fra løsningen, som igjen gjør det mye mer håndterlig.

### 6. 2 Sitronsyre

Sitronsyre er en annen løsning, som er litt dyrere per innkjøp. Sitronsyre kan bli brukt som en buffer, men har en lavere buffersone enn CO<sub>2</sub>. Det kan dannes en uønsket effekt, ved at løsningen blir for sur, da dette ikke er selvbufrende. En positiv side er at sitronsyre er organisk og kan derfor redusere Krom (IV) til treverdige krom-bindinger. Ved bruk av sitronsyre kreves det ingen apparater, men syren er dyrere å kjøpe inn enn CO<sub>2</sub>.

### 6. 3 Utvanning

Vann kan fungere både som en svak base og en svak syre, det er derfor mulig å bruke vann til å endre pH verdien til vaskevannet. Men siden vann er en svak syre og pH er eksponentiell vil det kreve enorme mengder vann for å vanne ut dette. For å endre 1 liter vann med pH 12 til en pH på 8 vil man behøve 10.000 liter vann, med en nøytral løsning. Derfor vil det å prøve å nøytralisere pH-verdien med vann være urimelig, da man i høringen ønsker å minimere vannforbruket. [Kilde 18] [Kilde 19]

## 7. Frost

Avhengig av hvor i landet man er og hvilke løsninger man bruker, vil frost være i større eller mindre grad noe man må ta hensyn til ved et anlegg. De siste årene har man blitt bedre på å håndtere frost under støp, mens ved håndteringen tilbake på anlegget er dette mindre forsket på.

### 7. 1. Hvordan håndtere frost ved Sedimenteringsanlegget

Ved frost vil vannet i bassengene starte å fryse. Dette vil stoppe sedimenteringen og muligheten til å flytte vannet over i neste basseng. Den enkleste metoden og motvirke dette, er ved å tilføre varme til bassenget gjennom varmekabler. For å spare energibruk kan man enten isolere bassenget og eventuelt tilføre et tak over dem, eller man kan se på alternative varmekilder for å holde vannet varmt gjennom vinteren. Dette kan være jordvarme, fjernvarme eller varme fra havet. På steder der dette ikke er mulig, kan man se på muligheten for geobatteri hvor man lagrer energien fra sommeren i bakken. Dette er en relativt stor investering og vil per dags dato være mest relevant for større anlegg i kalde områder. For å senke kostnadene kan de termiske batteriene, eller jordvarmen kobles opp mot nærliggende bygninger.

### 7. 2. Frosts påvirkning av tørrvask

For at en tørrvask skal fungere er man avhengig av at betongen får gjennomgå herdingsprosessen herdingsprosess sin for å skape forkorningseffekten. Når temperaturen faller vil herdingstiden gå opp, som sett i kapittel 4. 2. 2. 3. Når granulatet blir utsatt for minusgrader vil prosessen gå eksponentielt saktere for så å stoppe opp på rundt  $-5$  grader. Man kan også her benytte varmekabler i bakken og veggene rundt. For å optimalisere, kan man bruke varmeanlegget fra sedimenteringsbassenget til å varme opp tørrvasken. For å senke energibehov kan det monteres porter på innlegget og man kan isolere bygget.

## 8. Bruk av betongslam til dyrkbar mark

Ved rett behandling kan slam og rester fra betongen brukes som gjødsel, grunnet sitt høye nivå av kalk og “mikronæringsstoffer” (kapittel 3.3). Dette er forsket på av Norsk Institutt for Bioøkonomi, NIBIO (tidligere Bioforsk). Deres forskning viser at slammet fra betongen kan ved enkle grep brukes på en trygg og forsvarlig måte. For å gjøre dette kreves det å teste slammet for tungmetaller. Under NIBIO-forskning bruktes 3 forskjellige anlegg hvor to kunne brukes, mens ett anlegg hadde for høye verdier av kobber. [kilde 8, Del: BETONGSLAM - FRA AVFALL TIL NYTTEPRODUKT]

En del av tungmetallene blir regnet som mikronæringsstoffer. De kan hjelpe flora med vekst, i mindre doser. Stoffe som dette er jern, klor, kobber, mangan, sink, molybden, nikkel og bor. I slammet fra sedimentært anlegg finner vi iallfall tre av dem. [Kilde 20]

I Bioforsks rapport, Effekt av betongslam som kalkingsmiddel og innhold av tungmetaller, [Vedlegg 6] ser vi at man har flere utfordringer i forhold til dette. Den første og viktigste er at slammet ikke må overskrive verdiene av tungmetaller.

Metaller	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

[figur 15, Klasse inndeling for betongslam, vedlegg 6, side 6]

*Verdiene bør testes flere ganger over tid, eller ved endring av hentestedet for tilslaget. Hvilken klasse slamme har vil igjen legge begrensninger på mengden slam man kan bruke.*

Arealtype	Kvalitetsklasse	Mengder til jordbruksjord
Jordbruk, hager og parker	0	Etter plantenes behov
	I	Maksimalt 4 tonn TS per dekar og 10 år
	II	Maksimalt 2 tonn TS per dekar og 10 år
Grøntarealer	0	Etter plantenes behov
	I - III	Max 5 cm til iordinnblanding*

[figur 16, grense setting basert på kvalitetsklasse vedlegg 6, side 5]

I tillegg til begrensningene gitt etter kvalitetsklassen på betongen, må man ta plantenes behov. I tillegg til at pH-nivået i bakken ikke blir for høyt. En utfordring her er å fordele slammet jevnt, da man gjerne har større klumper med slam. Det bør derfor foretas pH-tester av jorden

jevnlige, på forskjellige punkter. Om dette overholdes, er dette allerede godkjent som jordforbedringsmiddel hos Mattilsynet ved Fabeko. Men det mangler et regelverk rundt det å bruke Betongslam til dyrkingsjord, så man har i rapporten benyttet seg av å koble det opp mot forskrift for bruk av avløpsslam og organiske restprodukter.

## 9. Kommentarer fra bransjen

Siden høringen allerede har foregått, har også bransjen fått sendt inn sine svar til høringen. Disse svarene og samtaler med bedrifter gir oss et dypere innblikk innenfor temaet. Vi skal se på hva bransjen mener er de største utfordringene ved de nye reglene og relevante innspill.

### 9. 1 Utfordringer

#### 9. 1. 1 De mindre anleggene

- Det finnes rundt 300 anlegg i Norge i dag. Med de nye reglene fra høringen kan dette tallet falle, da flere av de mindre anleggene ikke har nok erfaring og økonomiske muskler til å håndtere de store investeringene som kreves. I Byggevarerindustriens, Betongelementforeningens og Basals høringsinnspill foreslås det 5 års implementeringstid for å gi anleggene tid til å finne de beste løsningene, og senke den økonomiske påkjennelsen. Det blir også framhevet et behov for en tilskuddsordning til fellesprosjekter som skal effektivisere og standardisere løsninger for anleggene.
- Fabeko Norsk betongfabrikkforening foreslår også 5 år implementeringstid med følgende oppsett:

*År 1: Det første året må bedriftene utarbeide en plan for tiltakene basert på en nødvendig teknologisk utvikling som må gå parallelt med mulighet for flere ulike løsninger*

*År 2: Det andre året velger bedriftene de nyutviklede løsningene som er tilpasset de lokale forholdene og prosjekterer lokale anlegg. Fabrikkbetongbedrifter har ofte begrensede arealer tilgjengelig for nyanlegg og derfor må løsninger tilpasses lokale rammebetingelser*

*År 3: Bedriftene har langsiktige investeringsplaner og de nye resirkuleringsanleggene må inkluderes i disse når teknologisk løsning er valgt. Disse investeringsplanene utvikles*

*parallelt med at byggesak for utvidelse av fabrikanlegget behandles i de lokale regulerende myndigheter. Disse byggesakene kan noen steder inkludere nødvendig utvidelse av fabrikkens arealer eller i noen tilfeller flytting av fabrikker.*

*År 4: Nye resirkuleringsanlegg bygges på fabrikkene. Dette er ikke hyllevare hos leverandørene og det vil ta tid for bygging av nye på et så stort antall fabrikker.*

*År 5: Innkjøring av alle anlegg på mer enn 200 betongfabrikker. Da dette er basert på teknologi som ikke finnes i dag, vil det av erfaring kreves innkjøringstid for anleggene.*

[kilde 25]

### 9. 1. 2. Utslipp

- Også her har Betongelementforeningen, Basal og Byggevareindustriens høringsinnspill kommet med innvendinger da spesifikt til 2 deler av §xx-5.
  1. Grensen for suspendert stoff er i høringen satt til 30 mg/l. Dette foreslår de å endre til 50 da det er en mer oppnåelig grense, og det finnes lite grunnlag til å sette verdien så lavt som 30. Det argumenteres her med at større nasjonale kommuner fra før har hatt grensen på mellom 100 til 200, og naboland med samme vannteknologi som oss ikke har planer om å sette denne grensen så lavt. [Kilde 26]
  2. Krom har vist seg å være en verdi (0,03mg/l) som er utførende og forholde seg til. Her refereres det til «Hexavalent chromium in cement-based materials», som er en rapport laget av Sintef og NGI fra 2021, hvor blant annet miljødirektoratet tok del i prosjektet. I denne rapporten ble det påpekt at variasjonen av krom(iii) og krom(iv) har store variasjoner avhengig av hvordan det er lagret, tidsrommet siden betongen ble produsert og pH-verdien. Det er også påpekt hvordan det er en stor variasjon på målingsresultatene da det finnes mange typer tester og selv med samme type test fikk labbene stor forskjell på resultatene selv ved samme type test. Man har heller ikke greid å se en entydig sammenheng mellom 3- og 6-verdig krom. Det ønskes derfor at det skal bygges opp mer kunnskap og settes en klar standard for testmetode før man innfører denne grenseverdien. [Kilde 26]
- For §xx-6 er det bred enighet om at grensen for pH-verdigrense fra 8 til 9,5 er for streng og bør kun gjelde spesielt utsatte resipienter. Slik forslaget er nå vil dette skape en uoversiktlig investeringskostnad for et hundretalls anlegg. Her kan man se på FHI sine grenseverdier for drikkevann som ligger på 6,5 til 9,5. Da pH-verdien til utslippet vil falle drastisk så snart det møter annet vann, kan denne grensen virke unødvendig



streng. Man ønsker også egne regler for anlegg som i utgangspunktet ikke skal ha utslipp av vann, men som kan havne i en situasjon der de er nødt til å ha enkeltutslipp. Man ønsker også egne regler for anlegg som har sine utslipp rett ut i havet, da havet allerede har høyere pH og ikke vil påvirkes av utslippet til et anlegg. Man ønsker generelt et regelverk som tar mer hensyn til hvert enkelt anlegg, der det tas hensyn til volum av utslippet og resipients.

#### 9. 1. 3 Krevende værforhold

- Vinteren kan bli en stor utfordring for flere av løsningene til å håndheve de nye reglene. Her er det største problemet frost. Noen dager med få minusgrader trenger ikke i seg selv å være et problem. Men om man ser på innlandet og Nord-Norge der man kan ha flere titalls minus i flere uker og måneder i strekk, må man ha gode løsninger. For sedimenteringsanlegg og tørrvask er dette ekstra viktig.

#### 9. 1. 4 Støy

- Høringen setter regler for støynivå, men tar ikke her hensyn til at høringen også oppfordrer til økt gjenbruk av rest betong. En av framgangsmåtene til å få til dette er ved knusing av betong. Det ønskes her egne regler for dette.

#### 9. 1. 5 Konkurransefortrinn

- Regelrådets hørings svar påpeker at den nye høringen vil potensielt føre til et konkurransefortrinn for de større bedriftene, da det kreves store investeringer for å følge de nye reglene. Det ønskes derfor at dette skal drøftes, så man kan danne seg en bedre oversikt over konsekvensene og eventuelle tiltak som kan være nødvendig.

[kilde 28]

## 9. 2. Bransjens generelle oppfatning av høringen

Selv om det er knyttet flere utfordringer til de nye føringene ved høringen, virker det som at bransjen på et generelt nivå er enige om at nye og mer konkrete regler er en god ting. Dette er med på å gjøre at hele bransjen skal konkurrere mer likt og er med på å skape en mer miljøvennlig produksjon, både lokalt og globalt.

### 9. 3. Kommentarer:

Vi har i hovedsak her referert til Byggevareindustriens, Betongelementforeningens og Basals høringsinnspill og Fabeko Norsk betongfabrikkforenings høringsinnspill. Vi har også gjennomgått flere andre tilbakemeldinger fra høringen, men fokusert mest på disse to da de sammen representerer store deler av Norges betongfabrikker. I tillegg har vi brukt tilbakemeldingene vi har fått fra Ølen Betong og Johan Kjellmark AS fra møtene vi har hatt med dem.

## 10. Case

Siden den nye høringen tar for seg hele bransjen som en helhet, og det finnes rundt 300 forskjellige anlegg med helt forskjellige forutsetninger, økonomisk, størrelsesmessig og kapasitet til å overholde de nye forslagene, vil vi gå nærmere inn på to produksjonsanlegg fra to forskjellige bedrifter. Johan Kjellmark AS befinner seg i indre Trøndelag og har veldig liten grad erfaring rettet mot den nye høringen, og produserer rundt 5000-6000 m<sup>3</sup> i et normalt år. Bedriften er en totalleverandør med rundt 60 ansatte. Gismarvik er den andre betongprodusenten vi skal se nærmere på, anlegget er en del av Ølen Betong og befinner seg som en av de ledene anleggene i Norge innenfor fagfeltet. Anlegget produserer 30.000m<sup>3</sup> i året. Bedriften har flere avdelinger, men er i all hovedsak rettet mot betong. Vi skal gå nærmere inn på deres situasjon, se på løsninger de har fra før og se på nye løsninger.

### 10. 1. Johan Kjellmark AS, Case 1

Johan Kjellmark AS er en familieeid totalleverandør innenfor bygg med rundt 60 ansatte. De har et betonganlegg der de produserer mellom fem til tolv tusen m<sup>3</sup> i året. Grunnet den nye høringen, ønsket de at vi skulle lage en ny løsning for anlegget.

#### 10. 1. 1. Produksjon

Den årlige produksjonen ved anlegget ligger i et normalt år på rundt 5000 til 7000 m<sup>3</sup> betong, men de har også hatt år med over 10.000 m<sup>3</sup> betong produsert. For å kunne håndtere vekst og år med ekstra høy produksjon, er det lagt inn et ønske om å designe det nye anlegget til å kunne håndtere en produksjon på opp til 15.000 m<sup>3</sup> i året. Fram til nå har håndteringen av restbetong og vann kun foregått ved produksjon av betongklosser og tømning i et enkelt

basseng, som blir levert til deponi 1 til 2 ganger i året. Dette medfører utgifter for levering til deponi og at vaskevann blir sendt rett ut i resipient uten noen håndtering. Det har også blitt brukt plastfiberarmering i noe av produksjonen.

#### 10. 1. 2. Klima

Anlegget befinner seg på Røros, 620 meter over havet, innerst i Trøndelag, helt på grensen til Sverige og Innlandet. Gjennomsnittstemperaturen er 0.5 grader celsius, mens kaldeste måned er januar og har et snitt på -9 grader celsius. Temperaturen kan falle under 0 grader i alle årets måneder, men snøen og lengre perioder med minusgrader vil i hovedsak befinne seg fra starten av oktober til starten av april. I de kaldeste månedene av året kan temperaturen ligge under både 20 og 30 kuldegrader i lang tid, og kan på det verste strekke seg ned mot 50 kuldegrader. Det må derfor tas hensyn til mye kulde i produksjonen.

#### 10. 1. 3. Hensikt

Vi skal gå inn på en mulig løsning for anlegget, for å komme innenfor de nye retningslinjene til høringen. Hovedfokuset vil være på utslipp av vann og gjenbruk av restbetong på en økonomisk forsvarlig måte.

### 10. 2. Ølen Betong, Gismarvik, Case 2

Ølen Betong er en av landets største produsenter av betong og betongvarer. Bedriften har et stort fokus på miljø med lang erfaring og mange prøveprosjekter. Selv om bedriften allerede i hovedsak er innenfor de nye retningslinjene til høringen, er de hele tiden ute etter å videreutvikle dette. Både for å optimalisere det økonomiske perspektivet, men også sørge for at man får gjenvunnet så mye som mulig. Gismarvik er et av bedriftens mange anlegg og befinner seg sør-øst for Haugesund. Her har man allerede laget et anlegg som er innenfor de nye føringene i høringen, men ser på mulighetene for å utvide anlegget.

#### 10. 2. 1. Produksjon

Den årlige produksjonen varierer fra år til år, men ligger omkring 25.000 til 35.000 m<sup>3</sup> betong i året. Anlegget benytter seg av tørrvask og har et sedimenteringsanlegg med 3 bassenger. Med dette greier de å bruke slammet, vannet og granulatet til å produsere ny betong. Betongen de produserer med restbetongen kan per dags dato bare være betong med lavere kvalitet, som dekker, klosser og lignende. For å kunne produsere betong med høyere kvalitet, kreves det

bedre kontroll på resirkuleringen. Da det de får etter at det er behandlet ikke er nøyaktig nok i dag. Det produseres i tillegg betongklosser av restbetongen og granulatet.

#### 10. 2. 2. Klima

Gismarvik ligger like ved havet i Tysvær kommune rundt 35 meter over havet. Det er et maritimt klima med en gjennomsnittstemperatur på 10 grader igjennom året. Selv om temperaturen kan havne under 0 grader celsius er dette sjeldent og vil i utgangspunktet ikke vare over et lengre tidsrom. Området er utsatt for store mengder nedbør, man kan forvente minst 2500 mm årlig.

#### 10. 2. 3. Hensikt

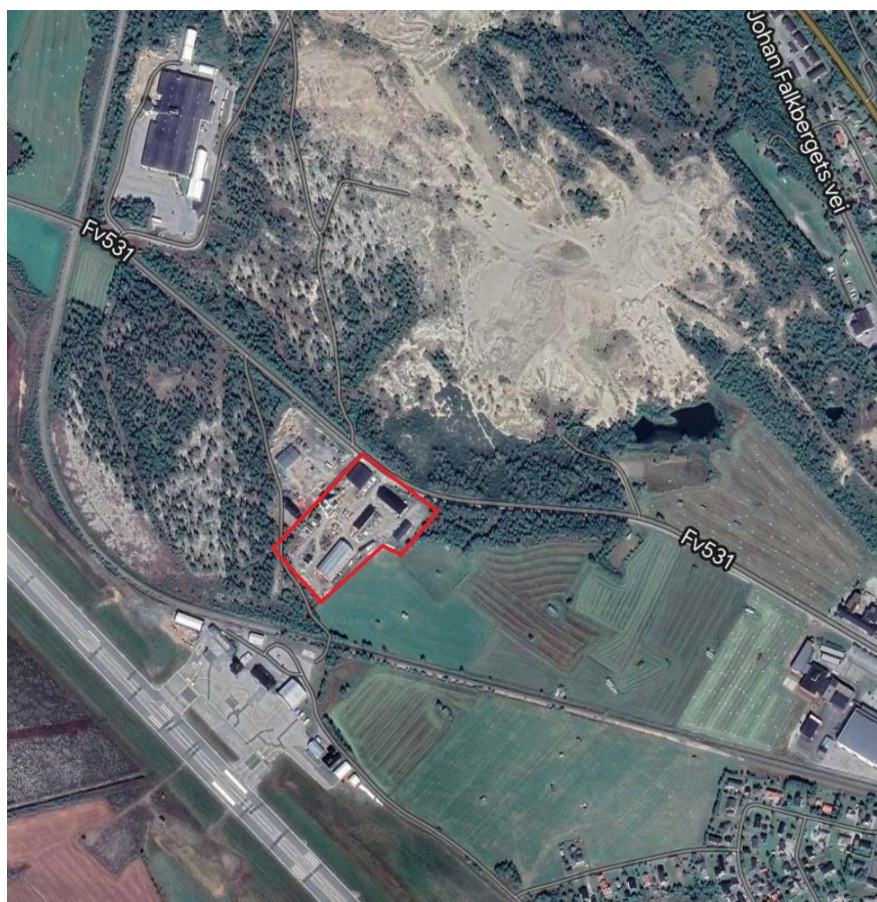
Hensikten her har i hovedsak vært å lære fra løsningene deres og se på fremtidsplanene til Gismarvik. Vi vil også se hvilke løsninger som kan være fordelaktig å bruke til andre anlegg og hvordan Gismarvik kan være med på å senke kostnadene til seg selv og nærliggende mindre anlegg.

## 11. Løsningsforslag for Johan Kjellmark AS

### 11. 1 Idé/ønske

Bedriften ønsket selv å satse på området når de først måtte gjøre store investeringer, for å imøtekomme de nye føringene i høringen. De ønsker derfor å ha et anlegg som skal kunne håndtere enda strengere regler og på en så miljøvennlig måte som mulig. Men på en måte der kostnaden av det, står i henhold til miljøgevinsten. De ønsket da at vi skulle se nærmere på tørrvask og sedimenteringsanlegg. Her tenkte de å ha 4 bassenger og mulighet til å bruke vannet til ny betongproduksjon.

#### 11. 1. 1 Situasjonsrapport



[figur 17, Satellittbilde, hentet fra Google maps, med retning nord oppover. (koordinater, 62.579545, 11.356089)]

Anlegget er her avgrenset ved røde streker. Nærmeste nabo er et entreprenørselskap, videre ligger både togbanen og flyplassen like ved i sør. Utenom dette er det i hovedsak skog og jordbruksområder. Nærmeste boenheter ligger ca 600 meter sør-øst, og et fabrikkområde ligger nordvest.

## 11. 2 Håndtering av restbetong og vask av bil, pumper og blandeanlegg

### 11. 2. 1 Betongklosser

Hovedmetoden for å bruke restbetong vil fortsatt bestå av å lage betongklosser. Dette vil i utgangspunktet gjøres hver gang det er igjen mer en  $0.5 \text{ m}^3$  betong. Man får da benyttet betongen på en rask og effektiv måte uten å måtte legge ned mye ressurser får å få det til. Bilen må fortsatt vaskes etter dette.

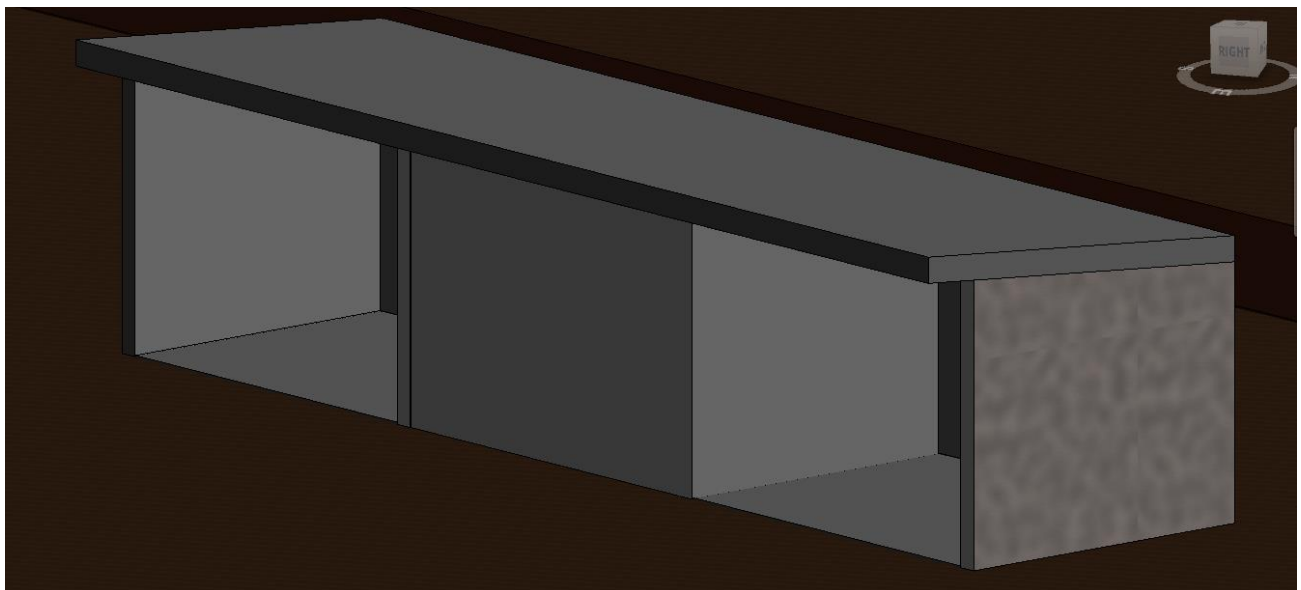
### 11. 2. 2 Tørvask

Når bilen kommer tilbake fra å ha levert betongen, og eventuelt restbetong, må bilen vaskes. Vår strategi for å gjøre dette innebærer at vi starter med å gjennomføre en tørrvask uten Re-Con Zero. Dette gjør vi for å binde restbetongen til granulatet, som sørger for at vi sitter igjen

med veldig lite betong å håndtere. Vi velger å ikke bruke Re-Con Zero på grunn av tilbakemeldinger fra besøket vårt ved Gismarvik. Da de har prøvd både med og uten Re-Con Zero. Erfaringen fra dem var at prosessen krevde såpass mye mer tid med relativt små fordeler for dem. Ved denne prosessen kan vi spare rundt 90% av vannforbruket, sammenlignet med vanlig spylevask. I tilfeller der betongen er veldig fuktig eller høy synk kan man tilsette Re-Con Zero for å akselerere prosessen og øke forkorningseffekten. Re-Con Zero vil da kun fungere som et supplement. Da vi mener at Re-Con Zero bruker for mye av sjåførene og bilene sin tid, men at det å ha det som et supplement krever lite ekstra ressurser.

Tørrvask tar litt ekstra tid sammenlignet med spylevask, men sørger for at det er mindre slam og avfallsstoffer som må behandles. Deponering og transport av avfall er utgifter som kan reduseres betraktelig hvis man har en god rutine for bruk av tørrvask.

Det må bygges binger for å oppbevare granulatet så det kan herde og lagres fram til neste vask. Det lages tre binger. Hver bingevil være 4.5 meter bred og 6 meter dyp, høyden tilpasses bedriftens betongbiler og hjullastere. Én bingebrukes til vasketilslag, én bingebrukes til brukt vasketilslag som herdes og én bingebrukes til å lagrevasketilslaget/granulatet når det har oppnådd ønsket størrelse og har herdet ferdig. Det må også skaffes en mater som fyller bilene med vasketilslaget. Dette er mest naturlig å sette ved siden av båsene. Mengden tilslag brukt under vask vil variere etter behov. Dersom granulatet senere skal bli brukt til betongproduksjon burde man utføre tester for å finne den optimale mengden granulat i forhold til mengde og type betong. Ved bruk til ubundet bruk, spiller dette en mindre rolle.



[figur 18, Illustrerende tørrvask-binge, Revit]

Granulatet bør holde minst 5 grader celsius da herdingstiden øker betraktelig ved lavere temperaturer enn dette. Som nevnt i kapitel 10. 1. 2 er dette et område med mye frost, det er derfor hensiktsmessig å tilføre varme igjennom varmeelement støpt inn i betongen. I tillegg til dette bør båsene isoleres, og det bør monteres porter for å holde på varmen.

### 11. 3 Sedimentæranlegg

Vi startet med å se på en løsning med 4 bassenger, grunnet ønske fra bedriften. Når vi gikk igjennom teorien, bemerket vi oss to ting; å holde 4 bassenger varme på Røros igjennom hele året, ville kreve mye energi og med det gi høye ekstrakostnader for anlegget. Vi så også at med en god prosedyre for tørrvask, vil vannforbruket være minimalt. Vi valgte derfor å se om det fantes en bedre løsning.

#### 11. 3. 1 Vannforbruk

Vi ser her på det maksimale vannforbruket man kan forvente at anlegget skal tåle. Bedriften regner selv med at i travle perioder, vil det være opp mot 8 til 10 vasker av biler hver dag, med et maksimum på 12 vasker. Med en god prosedyre for tørrvask, vil man bruke 100 til 200 liter vann per vask. Dette vil gi oss et maksimalt forbruk på 2400 liter pluss vask av blandingsanlegg og pumper som bedriften har antatt til å utgjøre en m<sup>3</sup> vann per dag. I tillegg må man gå over bilen ca. én gang i uken med høytrykkspyler, men dette er veldig vanneffektivt og vil derfor utgjøre svært lite.

#### 11. 3. 2 Håndtering av frost

For å håndtere frosten vil vi isolere bassengene og montere et avtakbart tak. Ved å putte varmeelementer i bassenget kan man holde en høy nokk temperatur igjennom hele året. Det vil fortsatt kreve en del energi for å holde det varmt, men dette vil senke de løpende kostnadene betraktelig kontra å bare benytte varmeelementer.

#### 11. 3. 3 Bassengoppsett

Siden vannforbruket vil være såpass lavt og bassengene må være lukket grunnet temperatur, anser vi det ikke som økonomisk forsvarlig å lage fire bassenger. Når bassengene er lukket vil det heller ikke bli tilført mer vann. Vi vil da ikke ha behov for å tømme bassenget for vann og da heller ikke å bruke vannet til ny betongproduksjon. Vi foreslo derfor på møte med Kjellmark den 08.04.2022 at vi heller skulle se på en løsning med bare 1 eller 2 bassenger.

Ved møte med Ølen Betong den 22.04.2022 ble vi anbefalt å bare bruke 1 da det ikke vil være nødvendig med flere.

#### 11. 3. 3. 1 Mulige utforming

Vi har vurdert to utforminger for bassengene. Felles for de begge er at de vil være lukket slik at det ikke tilføres vann fra nedbør, og de vil i utgangspunktet bare brukes til vask. Den første løsningen er den billigste og mest arealeffektiv å lage, man vil da ha et rektangulært og dypt basseng. Bassenget vil ha et lite areal, ca. 3x3 meter, men ha en dybde på rundt 5 meter. Med rundt 45 m<sup>3</sup> vil bassenget kunne romme vannbehovet og ha plass til mye slam. Bassenget vil være enklere å holde oppvarmet da mye av det vil senkes i jorda. Ulempen er at det er utfordrerne å få ut slammet fra bassenget, da man må leie inn utstyr til å pumpe dette opp. For å få ut slammet vil man også behøve å tappe ut vannet i bassenget. Dette vannet må da behandles før det slippes ut eller lagres for så å tilbakeføre dette til bassenget når slammet er fjernet. Vannet kan også brukes til ny betong ved å la vannet sedimentere over en helg for så å bruke det til å produsere ny betong med lave krav som et dekke. Dette krever en del planlegging, men ved gode prosedyrer vil man ha lite slam og derfor sjeldent behøve å tømme bassenget.

Ved den andre metoden, vil utformingen være som et tømmebasseng, med en rektangulær form. Denne typen utforming vil kreve et mye større areal. Dette må vi ha fordi vi ønsker å ha en helning bred nok til at en hjullaster skal kunne kjøre ned for å ta ut slammet. Denne helningen kan ikke være brattere en 9.5-grader. Dette gjør at bassenget trenger å være langt og bredt. Bassenget kan ikke være dypere enn at hjullasteren kan kjøre ned. Denne typen utforming har to hovedutfordringer. Den første er arealet det trenger. For Kjellmark er dette overkommelig da de har tilgang til mye areal ved anlegget, men dette kan være utfordringer for andre anlegg. Den andre utfordringen er mer spesifikt for bedriften. Ved denne utformingen vil bassenget være mer utsatt for temperatur. I den første løsningen er store deler av bassenget nedgravd, dette skaper en naturlig isolasjon. Ved den andre utformingen vil en mye større del av bassenget ligge over den naturlige isolasjonen. Som nevnt i kapittel 10.1.2 ligger anlegget i et område påvirket i stor grad av frost. Oppvarming vil derfor være en stor løpende kostnad. Hovedfordelen med denne utformingen er at det er enkelt å ta ut slammet. Dette gjør innlegget mindre avhengig av at alle ledd fungerer optimalt, da det kan håndtere større mengder slam.



## 11. 4 Bruk av granulat og Slam

### 11. 4. 1 Granulat

Granulatmengden som blir produsert vil variere ettersom hvor gode rutiner anlegget har på å bruke restbetongen. I dag bruker Kjellmark kun restbetongen hvor det er igjen over en halv m<sup>3</sup> betong. Dette gjør at man i utgangspunktet kan regne med rundt 20 vasker før man starter på en ny runde. Men ved anlegg der man har vært nøye på å bruke mest mulig restbetong først, har man klart å øke dette til 80 vasker. Mengden granulat vil derfor variere etter hvilken praksis man har. Grunnet at Kjellmark har en relativt liten produksjonsmengde, vil det ikke være snakk om store mengder granulat produsert. Vi ser det derfor mest egnet å bruke granulatet til ubundet bruk, som fyllmasse.

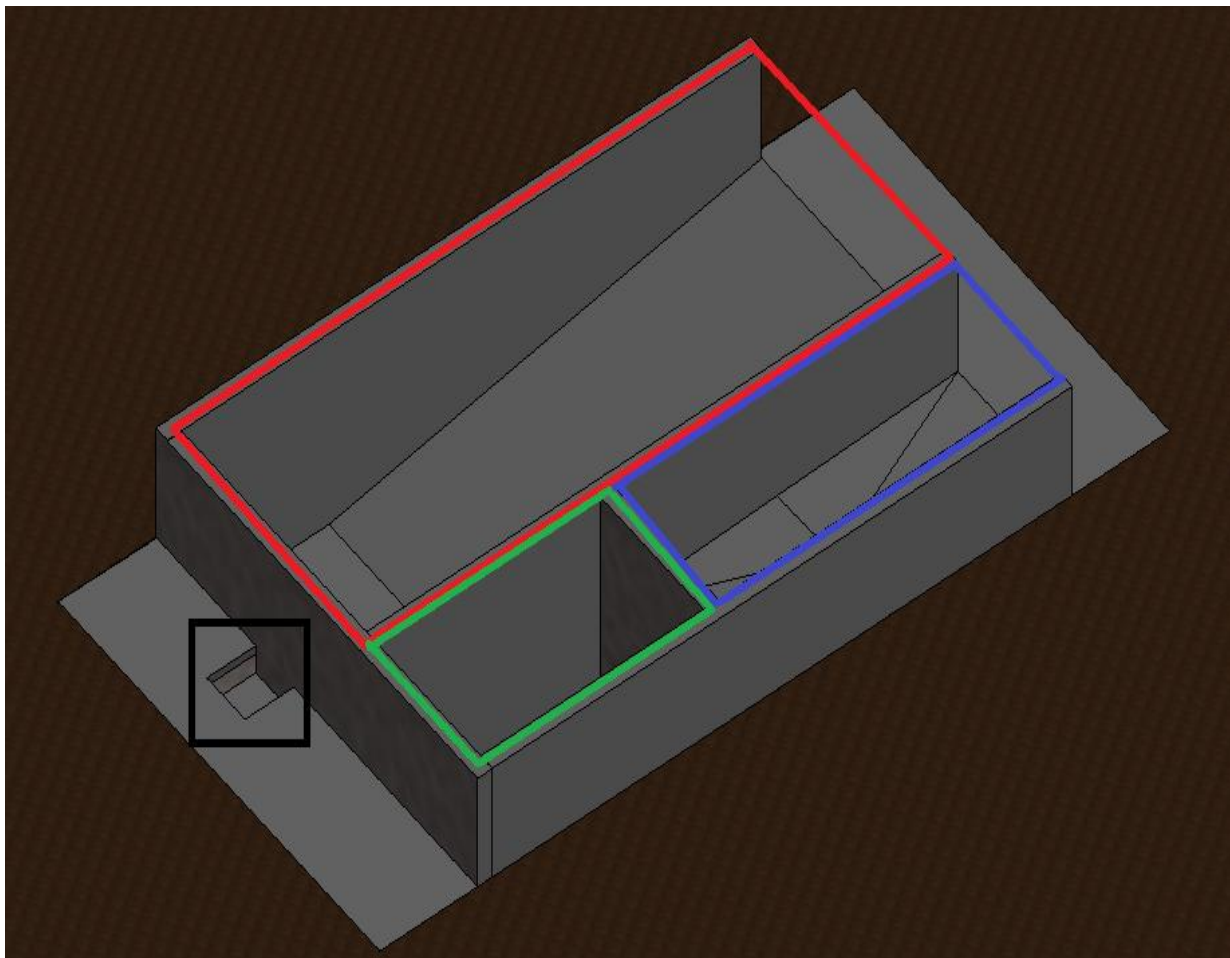
### 11. 4. 2 Omgjøring til gjødsel

Ved å ha gode prosedyrer på tørrvask vil vi i utgangspunktet få svært lave mengder slam per vask. Men vi bør fortsatt ha en prosedyre på å håndtere slammet når bassenget blir fylt. En god måte å løse dette problemet på er ved å bruke slammet til jordbruk. Da kan man muligens få solgt slammet istedenfor å betale for å deponere det. For å beregne hvor mye slam man kan bruke, må man først finne ut hvilken klasse slammet har. Dette har vi ikke muligheten til å teste før anlegget er satt i drift, da tørrvasken kan være med på å senke verdiene. Etter at slammet er testet kan man bruke tabellene fra kapittel 8. Ved å ha en god rutine på tørrvask, minker vi et av problemene med å bruke slammet som gjødsel. Siden man i utgangspunktet bare får støv og litt slam fra vask av pumpe- og blandeanlegg vil det senke risikoen for at man får større klumper med slam. Man bør likevel se over området man har spredt slammet i prøvingsperioden. For å videre få spredt slammet bedre kan man tilføre slammet til husdyrgjødselen. Man vil da kunne spare utgifter for bonden som slipper å gå over samme området to ganger, og spesielt pH-fordelingen vil bli jevnere fordelt. I tillegg kan det være fordelaktig å knuse slammet først. Det vil være kostbart å kjøpe inn en knuser for dette, så her bør man se om det finnes bedrifter lokalt som kan gjøre denne jobben.

### 11. 4. 3 Valg av utforming

Fra kapittel 11. 3. 3. 1 så vi på to løsninger for bassengutforming. Den 29.04.2022 hadde vi et møte med bedriften der vi forhørte oss om hvilken løsning de ønsket. Her ble vi enig om løsning 2. Under møtet diskuterte vi også mulige utfordringer. En av disse er at hjullasteren har en akselhøyde på 0,5 meter. Dette vil være en utforing når man skal fjerne slam, da

bassenger bør være dypere enn dette. For å løse dette vil vi bygge et ekstra basseng på siden som skal fungere som oppbevaringsplass for noe vannet når man tømmer slammet. Dette bassenget vil ikke ha vann i seg til vanlig og vil derfor ikke trenge isolering eller varme. Videre ønsket bedriften at bassenget skulle være 4 meter bredt for å gjøre det lettere for hjullasteren. Det ble også ønsket et større volum på bassenget enn nødvendig for å senke sannsynligheten for at man må tappe vannivået i bassenget. Ved bassenget vil vi også sette inn et kammer for å lagre slammet. Her vil det legges inn en avrenning tilbake til bassenget, for å holde på vannet som følger med slammet.



[figur 19, Illustrerende basseng Revit ]

Strukturen blir delt inn i 4 deler:

Del 1 er markert i rødt og er hovedbassenget. Det har et areal på  $48\text{m}^2$  med et totalt volum på  $45\text{m}^3$ . Denne størrelsen gjør at man sjeldent behøver og tømme bassenget for vann og slam. Veggene og gulvet vil være isolert og det må støpes varmekabler inn i strukturen. Det

vil også monteres et avtakbart flatt tak for å holde på varmen. Taket bør være flatt for å dra nytte av snøen som ekstra isolasjon.

Del 2 er markert med blått og er lagringsplassen for slammet. Vannet fra slammet vil herfra renne tilbake til bassenget, ved en helning i bakken og hull i betongen mot bassenget. Denne vil kun behøve å være aktiv om sommeren, grunnet størrelsen til bassenget og den lave mengden slam produsert. Siden den bare vil være aktiv sommer halvåret behøver man ikke å isolere denne eller tilføre varme igjennom varmekabler. Det bør monteres et tak for å unngå nedbør, da dette vil fylle bassenget raskere.

Del 3 er markert med grønt og er ekstra bassenget som benyttes under tømning av slam i hovedbassenget. Bassenget rommer  $35\text{m}^3$ . Det er her ikke nødvendig med isolasjon eller tilført varme da tømning bør planlegges til sommerhalvåret.

Del 4 er markert med svart og er hvor vaskevannet sendes så det kan føres videre til bassenget. Det kan her være en fordel å montere et lett tak over område for å minske nedbør til bassenget.

## 11. 5 Lydnivå og Støvforurensing

### 11. 5. 1 Lydnivå

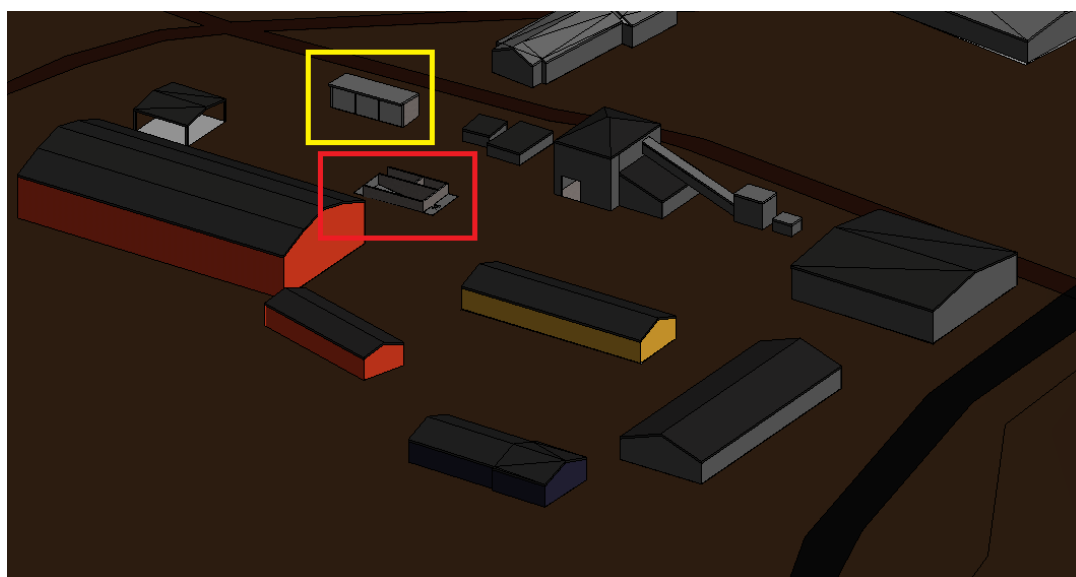
Anlegget lager i utgangspunktet lite lyd, da de ikke benytter seg av knusere. I tillegg til dette er det en togbane og flyplass som er nærmeste nabo, lydnivået fra anlegget vil i praksis derfor ha liten betydning. Slik høringen er satt opp må man fortsatt utføre testing av lyd ved nærmeste beboelse innen et år etter at vedtektene er formalisert, men dette burde ikke være en utfordring. Siden kravene er strengere på nattestid og helligdager, kan det være nødvendig og unngå visse typer arbeid på disse tidspunktene.

### 11. 5. 2 Støvforurensing

Anlegget befinner seg i et område med mye sand. Man kan derfor få en del støvforurensing i tørre perioder, men her har bedriften allerede rutiner inne for å tilføre fukt til området for å unngå dette. Det vises ikke til noen verdier på dette i høringen, men bedriften skal redusere mengden støv mest mulig. Her virker det naturlig at bedriften selv fatter egne rutiner som skal dokumenteres i internkontrollsystemet.

## 11. 6 Prosedyre for tilbakekomst av betongbil

Når betongbilen ankommer anlegget, skal sjåføren først, om mulig, benytte restbetongen til å produsere betongklosser. Etter dette kjører sjåføren til tørrvasken for å vaske trommelen. Skal bilen brukes videre med en gang, trenger sjåføren i utgangspunktet bare å vaskes nebbet og utsiden av bilen. På dette punktet har vi fått noe blandede tilbakemeldinger, så det anbefales her å teste om dette er nok. Om bilen ikke skal brukes mer den dagen bør trommelen også skylles, men det behøves kun 100-200 liter vann. Vasken foregår på enden av bassenget hvor vannet hentes og føres tilbake til bassenget. Vask av pumper og blandedanlegget bør også vaskes med vannet fra bassenget og må føres tilbake til bassenget. På denne måten vil svært lite nytt vann tilføres bassenget og man unngår å måtte tappe ned vannivået. En til to ganger i uken må bilene vaskes med høytrykkspyler, dette må være rent vann da partiklene vil være en utfordring. Høytrykkspyleren er vanneffektiv og vil ikke tilføre store mengder vann, men over tid vil dette være med på å fylle bassenget. Dette vil ta lang tid, som gjør at man ikke trenger å tappe bassenget hyppig. Ved tapping vil man kunne bruke vannet til å produsere betongklosser. Her er det også mulig å benytte seg av granulatet.



[figur 20, Illustrerende område, Revit]

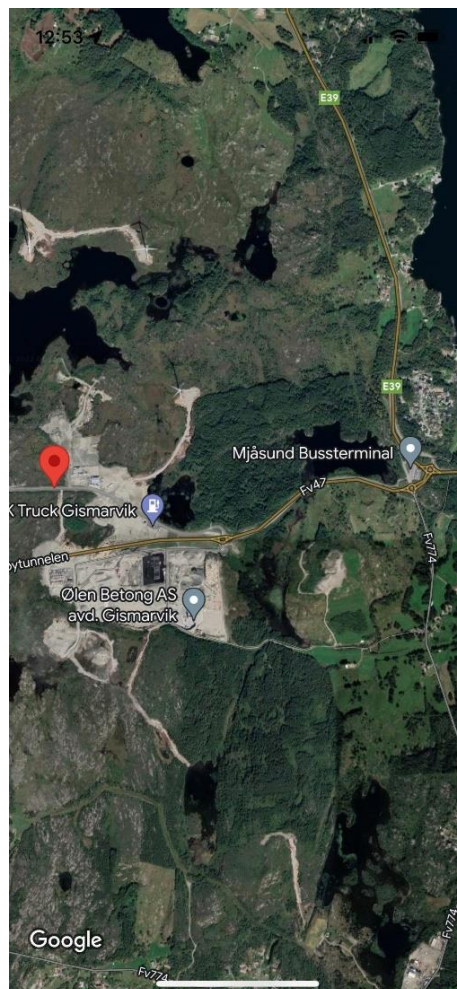
I bilde vises hele anlegget til bedriften, der bassenget er markert med et rødt rektangel og båsene til tørrvasken ved et gult rektangel. Mateanlegget til tørrvasken kan plasseres fritt, men det vil være naturlig og plassere dette nær båsene.

## 12. Løsningsforslag for Ølen Betong, Gismarvik

### 12. 1 Idé/ønske

Her var hovedpoenget å lære om ulike systemer, fordelene og ulempene, og for hvilke typer anlegg de passer best. Gismarvik er i ferd med å utvide sitt anlegg og det ble her ytret et ønske om at vi skulle se på dette og lage en plan for et av de nye prosjektene i utvidelsen. Her blir det sett på utvidelsen i sin helhet, hva den kan gjøre for anlegget og hvordan dette kan være fordelaktig med samarbeid sammen med mindre anlegg.

#### 12. 1. 1 Situasjonsrapport



[figur 21, Satellittbilde Gismarvik, markert ved pil. (Koordinater 59.310574, 5.431051)]

Fra satellittbilde ser man hvor næringsparken Ølens anlegg Gismarvik er plassert. Bilde er tatt slik at nord er oppover. Vi kan også se at nærmeste beboelse er ca. 1 km øst for anlegget med en tettere bebyggelse ca. 1,5 km nordøst for anlegget. Videre er det i hovedsak industriområde og skog rundt anlegget.

## 12. 2 Utvidelsesplaner

Ølens anlegg på Gismarvik har i dag en rekke utvidelsesplaner, dette er i all hovedsak planlagt for plataet øst for anlegget. Vist i satellittbilde.



[figur 22, Satellittbilde Gismarvik, markert ved pil. (Koordinater 59.310574, 5.431051)]

De kommer til å fortsette med driften de har i dag, som innebærer resirkulering av restbetong med tørrvask og støpning av betongklosser. Samt et sedimentæranlegg med mulighet for å gjenbruke både slammet og vannet til betongproduksjon. En av hovedoppgraderingene ved utvidelsen, er at de ønsker å skaffe en trommel og knuser som vil kunne omgjøre slam, granulat og brukt betong til nytt tilslag med høy nok kvalitet til å bruke til tilnærmet all betongproduksjon. Det er i tillegg vurdert å bygge et nytt sedimentæranlegg med 4 bassenger. Man vil da kunne oppnå en så høy og stabil renhet at man også her kan bruke vannet til tilnærmet all betongproduksjon.

### 12. 2. 1 Opprettelse av mottak

Selv om Gismarvik er et relativt stort anlegg i forhold til Kjellmark sitt anlegg, blir det fortsatt lite med tanke på de virkelig store anleggene både i Norge og utlandet. For at denne utvidelsen skal være økonomisk forsvarlig, kan det ikke være et mottak kun for å behandle restbetong fra Gismarvik. Man ser derfor på muligheten til at det skal opprettes et mottak for å ta imot slam og eventuelt granulat fra andre anlegg i området. Man vil da ta mindre betalt enn det koster å levere dette på deponi. Det ble her nevnt at 50% av dette kunne være en mulig

løsning, men dette er foreløpig ikke utregnet nøyaktig og krever forhandlinger og avtaler med nærliggende anlegg. Dette vil kunne bli økonomisk gunstig for både Gismarvik, men også anleggene som leverer som da ikke trenger å betale deponiavgiften eller investere i et eget anlegg. Dette vil være spesielt gunstig for de mindre anleggene som da kun trenger å håndtere vaskevannet. Mottak av vaskevann kan også være en mulighet da mottaket vil kunne bruke vannet til ny produksjon..

I tillegg til å håndtere slam, granulater og eventuelt vaskevann, vil man også se på muligheten for å ta imot gammel betong for å resirkulere dette. Det krever en del behandling og spesielt armering er en utfordring her. Men om man skaper en god løsning på dette, vil det være en stor fordel å kunne ta imot og behandle dette på samme plass som restbetongen.

Prosessen med utvidelsen bør foregå raskt da det vil være enklere å skaffe avtaler med nærliggende anlegg før de selv investerer i sine anlegg, grunnet de nye reglene i høringen. Det kan være fordelaktig å allerede nå samarbeide med disse før en endelig fatning er tatt, da dette kan være med på å effektivisere prosessen. I dag er det rundt 10% av all betong som blir produsert som ikke blir brukt til bundet bruk. Og selv om tilslag ikke er et problem å skaffe i dag, vil man fortsatt bruke opp uttakene med tiden. Ved å resirkulere betongen vil man senke takten på utgravningene hos uttakene og med det kunne spare områdene som ellers ville blitt brukt. Dette vil derfor kunne spare både kostnader og naturen.

### 12.3 Kommentarer

Ved å gjennomføre utvidelsesplanene ved Gismarvik kan det argumenteres ved at man ikke lenger trenger tørrvask ved anlegget, da man uansett enkelt vil kunne bruke slammet til ny betongproduksjon. Man vil fortsatt få lik mengde restbetong å behandle, men det krever større mengder vann. Dette gjør at bassengene må dimensjoneres etter dette. Siden man bruker vannet til ny betongproduksjon, vil dette totale vannforbruket være det samme, men sedimenteringsanlegget må håndtere et større volum. Ved å gjøre dette vil man kunne spare en del tid for sjåførene.

Felles for alle anlegg er at man trenger minst ett basseng, fordi man må behandle vannets pH-verdi, og være innenfor gitte grenseverdier for å kunne slippe det ut. Eventuelt må man kontrollere partikkelnivået for å kunne bruke det til ny produksjon. Antall basseng kan man bestemme ut ifra hva man ønsker å gjøre med vannet. Dersom man ønsker å bruke vannet til ny produksjon, bør man anskaffe 4 basseng når man først investerer i dette, da det er en

relativt liten ekstra kostnad kontra tre bassenger. Dette er mer aktuelt for større anlegg. For mindre anlegg vil løsningen brukt hos Kjellmark passe bedre, men man er avhengig av å enten lukke bassenget, bruke vannet i produksjon eller behandle vannet.

For større anlegg vil den beste metoden for å håndtere slam og eventuelt granulat være å bruke dette til nytt tilslag som planlagt hos Gismarvik. Mens for de mindre anleggene er dette mindre økonomisk forsvarlig, da de ikke vil ha stor nok mengde restbetong til å forsvare dette. Her mener vi at det vil være mer fornuftig å enten benytte granulatet til ubundet bruk, levere slammet og eventuelt granulatet hos anlegg som Gismarvik, eller benytte slammet til jordbruk. Sistnevnte setter krav til verdiene på slammet, forklart i kapittel 8. Om man får til en god prosedyre her vil dette kunne bli den mest økonomiske gunstige modellen da man med tiden har muligheter til å få betalt for produktet. Mens å levere slammet til anlegg som Gismarvik vil kreve minst kunnskap og investeringer for anlegget.

Ved knusing av slam, granulat og brukt betong vil man støte på utordringer knyttet til lyd. En av hovedmetodene for å håndtere dette vil være å ikke benytte seg av knuserne på nattestid og helligdager. Anlegg som Gismarvik vil her ha en fordel med at de ligger relativt langt unna beboelse, men dette er vanskelig å styre for eksisterende anlegg.

### 13. Konklusjon

Bransjens generelle mening til høringen er positiv da man vil konkurrere på like betingelser og bransjen selv er opptatt av en miljøvennlig produksjon. Det har på den andre siden vært en del bekymring angående utslippskravene. Flere av disse verdiene er foreslått strengere enn det bransjen mener er nødvendig. Verdiene på tungmetaller varierer ut fra hvor bergmassene som blir brukt til produksjonen er hentet fra. Ved å høyne noen av grensene, vil det være enklere å overkomme de nye kravene. Det settes her fokus på bekymringen knyttet til at kravene er satt så strengt at små anlegg ikke vil være i stand til å overkomme dem.

Metoder som tørrvask, støpning av betongklosser og å ha et lukket system for vask, er gode. som ligger igjen i bassenget, siden dette senker slammengden i bassenget betraktelig. Det å kunne bruke granulatet fra tørrvasken eller slammet videre til nye produkter, vil ha en rekke positive sider. Dette vil kunne hjelpe på miljøutslipp og skape verdi av retur som ikke ellers hadde blitt bruk. Det gjør også at det blir hentet ut mindre ressurser fra natur som igjen er positivt for miljøet.



Produksjon av betongklosser for å håndtere restbetong vil være den mest effektive metoden for å benytte de største mengdene restbetong. Ved dette skaper man i tillegg enkelt et produkt med verdi av retur-betongen. De er også svært effektive i den form av at de har et stort bruksområde, med et behov som ikke kommer forsvinne. Man risikerer at markedet blir mettet, men dette har foregått lenge og det har ikke vært et problem fram til i dag.

Sedimenteringsanlegg er en effektiv måte å håndtere vannet. Det finnes her mange løsninger som en kan benytte seg av for å optimalisere det til sitt anlegg. Det er her muligheter for å lage standard løsninger basert på anleggets størrelse, men dette finnes ikke i dag. Standard løsninger har også blitt etterspurt i høringssvarene, da dette vil være spesielt hjelpelig til mindre anlegg som kan mangle ressursene som kreves for å designe et effektivt anlegg passende for dem selv.

Jordsmonnforbedring gjør det mulig å bruke slammet fra bassenget på en måte som gir både bedriften og eventuelle bønder en fordel. Bøndene vil motta et produkt som er innholdsrikt på mikronæringsstoffer og kan bedre pH i jordsmonnet. Det kreves en del testing av slammet for å kunne benytte det, men ellers lite behandling. Bedriften vil da kunne ende opp med å få betalt for produktet og bøndene vil få et billigere substitutt for kalk.

For å løse pH-problematikken for anlegg som sender vannet ut, er et bobleanlegg den enkleste og sikreste måten å løse dette på. Det å ikke kunne over-mate løsninger gjør at man ikke kommer borti problemer som forkommer ved syrlige løsninger. I høringen oppfordres det til å begrense vannbruket mest mulig. Derfor vil det være mer hensiktsmessig å bruke vannet på nytt.

Frost er et svært vanskelig hinder å overkomme. Det er kostnader i alle ender og det er i hovedsak tradisjonelle løsninger som fungerer. Det påvirker både bassengene og herdingsprosessen ved tørrvask. Per dags dato vil det å isolere og tilføre varme være de beste virkemidlene for å motvirke dette. For å kutte kostnader knyttet til oppvarming vil det å tilføre andre varmekilder være en løsning. Man kan da bruke jordvarme, fjernvarme eller montere solceller på anlegget.

Kostnadene ved deponering av slam og betong til deponi har økt og ser ut til å fortsette å øke med årene som kommer. For å minimere denne kostnaden bør det skapes et samarbeid mellom anleggene. Det kan gjøres med at man oppgraderer noen anlegg til å kunne ta imot og resirkulere slam og granulat for å lage et tilslag ut av massene. Disse anleggene vil fortsatt ta betalt for å ta imot dette, men til en langt lavere pris enn deponiene. Anleggene som tar imot

restbetongen vil da kutte kostandene ved investeringen betraktelig, mens anleggene som leverer vil slippe lignende investeringer selv eller oppnå lavere deponikostnader. Dette vil spesielt være viktig for de mindre anleggene, da de nye føringene fra høringen vil være en større utfordring for dem. Ved å samlokalisere dette med mottak for brukt betong vil man kunne ytterligere kutte den totale kostnaden. Ved denne løsningen vil man effektivisere bransjen, øke gjenbruket og med det skape en mer miljøvennlig produksjon.

## Vedlegg:

1. [vedlegg 1, miljødirektoratet, 24/9/21, miljødirektoratet, <https://www.miljodirektoratet.no/hoeringer/2021/september-2021/forslag-til-forskrift-for-betongproduksjon/>]

## Vedlegg 1 forslag til forskrift for betongproduksjon

### Kapittel xx. Forurensning fra produksjon av fabrikkbetong, betongvarer og betongelementer

Fastsatt av Klima- og miljødepartementet (DATO) med hjemmel i lov 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) § 9.

#### § xx-1. Virkeområde

Dette kapitlet gjelder virksomheter som produserer fabrikkbetong, betongvarer og betongelementer.

Dette kapitlet gjelder ikke utslipp fra produksjon av ferdigbetong på byggeplass o.l.

Dette kapitlet gjelder ikke for mottak av betongavfall.

#### § xx-2. Definisjoner

I dette kapitlet betyr

a. *betongavfall*: Herdete og uherdete rester fra produksjonen og fra tømning og vask av biler og produksjonsutstyr, samt betongslam,

b. *betongslam*: Avfall generert i forbindelse med rengjøring av renseanlegg for prosessavløpsvann,

c. *tett dekke*: Fast og tilstrekkelig slitesterkt dekke for håndtering og lagring av de aktuelle materialer og avfallstyper,

d. *prosessavløpsvann*: Spylevann, vaskevann eller vann som er forurenset med komponenter fra andre kilder og som føres til renseanlegg,

e. *diffuse utslipp*: Utslipp til luft som ikke er lokalisert fra ett utslippspunkt og utslipp av overvann, både det som ledes i rør og det som går rett til resipienten, for eksempel støving og avrenning fra lagerområder og områder for lossing/lasting

f. *resipient*: Mottaker av forurensende utslipp fra virksomheten, som f.eks. kyst, ferskvann, grunn og luft,

g. *normal drift*: Alle aktiviteter som er naturlig knyttet til produksjon av betong, selv om enkelte aktiviteter forekommer relativt sjelden. Det gjelder likevel ikke lekkasjer, funksjonsfeil på anlegget, plutselig driftsstans, midlertidig bygg- og anleggsvirksomhet ved virksomheten, nedleggelse av virksomheten mv.,

h. *nabo*: Omkringliggende boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, utdanningsinstitusjoner og barnehager.

#### § xx-3. Virksomheter som må ha særskilt tillatelse etter forurensningsloven

Når særlige forhold tilsier det, kan statsforvalteren kreve at virksomheter som omfattes av dette kapittelet skal ha særskilt tillatelse etter forurensningsloven § 11.

#### § xx-4. Generelt om utslipp av prosessavløpsvann til resipient

Virksomheten skal redusere sine utslipp så langt dette er mulig uten urimelige kostnader.

Prosessavløpsvann skal i størst mulig grad resirkuleres.

Vannforbruket skal reduseres mest mulig.

Prosessavløpsvann skal ikke medføre skade eller negativ påvirkning på resipienten, og grenseverdiene i § xx-5 og § xx-6 skal overholdes.

Plastarmeringsfibre skal fjernes fra prosessavløpsvannet før utslipp.

#### § xx-5 Grenseverdier for tungmetaller og suspendert stoff

Prosessavløpsvann skal ikke overstige følgende konsentrasjonsgrenser:

Komponenter	Måleparameter	Konsentrasjonsgrense (mg/l døgnblandprøve)
Bly	Pb	0,1
Kadmium	Cd	0,02
Kobber	Cu	0,2
Krom	Cr-tot	0,1
Krom (VI)	Cr(VI)	0,03
Kvikksølv	Hg	0,005
Nikkel	Ni	0,5
Sink	Zn	0,5
Suspendert stoff	SS	30

Grenseverdiene skal overholdes uten noen form for fortykning før prøvetaking/måling.

#### § xx-6 pH-verdi i utslipp

pH-verdien i utslippet skal tilpasses resipientens tålegrense, men ikke overstige 9,5.

For utslipp til sårbar resipient skal pH-verdien i utslippsvannet ikke overstige 8.

#### § xx-7. Støy

Virksomhetens bidrag til utendørs støy ved nabo skal ikke overskride følgende grenser, målt eller beregnet som frittfeltsverdi ved mest støyutsatte fasade:

Mandag-fredag	Kveld mandag-fredag	Lørdag	Søn-/helligdager	Natt (kl. 23-07)	Natt (kl. 23-07)
55 L <sub>den</sub>	50 L <sub>evening</sub>	50 L <sub>den</sub>	45 L <sub>den</sub>	45 L <sub>night</sub>	60 L <sub>Afmax</sub>

$L_{\text{dén}}$  er definert som døgnmiddel. Med impulsstøy eller rentonelyd er grensen 5 dBA lavere. Den strengeste grenseverdien legges til grunn når impulslyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn 10 hendelser pr. time.

$L_{\text{evening}}$  er A-veiet ekvivalentnivå for 4 timers kveldsperiode fra kl. 19-23.

$L_{\text{night}}$  er A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra kl. 23-07.

$L_{\text{Amax}}$  er gjennomsnitt av de 5-10 høyeste forekommende støynivåene  $L_{\text{A}}$  (A-veid støynivå med Fast respons) fra en industribedrift i nattperioden 23-07.

Med impulslyd menes kortvarige, støtvide lydtrykk med varighet på under 1 sekund og der impulslyden er av typen «highly impulsive sound» som definert i retningslinje T-1442 kapittel 6. Dersom impulslyd forekommer mer enn 10 hendelser per time er grenseverdien 5 dBA lavere enn de grenseverdier som er angitt i tabellen.

Støygrensene gjelder all støy fra virksomhetens ordinære virksomhet, inkludert intern transport på bedriftsområdet og lossing/lasting av råvarer og produkter. Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet og fra ordinær persontransport av virksomhetens ansatte er likevel ikke omfattet av grensene.

Støygrensene gjelder ikke for nabobebyggelse som er etablert etter DD.MM 2022.

#### **§ xx-8 Diffuse utslipp**

Diffuse utslipp fra produksjonsprosesser og utearealer skal begrenses mest mulig, og skal ikke medføre skade eller ulempe for miljøet.

Virksomheten skal redusere sitt utslipp av støy mest mulig ved å forhindre støvflukt fra trafikkarealer og åpne lagre av råvarer, produkter, betongavfall mv.

Tiltak for å begrense diffuse utslipp skal dokumenteres i virksomhetens internkontrollsystem.

#### **§ xx-9. Måling og beregning av utslipp av prosessavløpsvann**

Alle virksomheter skal måle eller beregne avløpsvannmengde, måle pH, suspendert stoff og relevante utslippskomponenter, jf. § xx-5 og § xx-6, og andre stoffer som kan ha miljømessig betydning.

pH skal måles i utslippspunktet.

Relevante komponenter jf. § xx-5 skal prøvetas i utslippspunktet til resipient. Analysene skal gjøres på filtrerte prøver.

#### **§ xx-10 Måling og beregning av støy**

Virksomheten skal måle eller beregne sitt støybidrag ved nærmeste påvirkede nabo første gang innen 1 år etter at dette kapittelet trer i kraft.

Formålet er å dokumentere at grenseverdiene i § xx-7 overholdes.

#### **§ xx-11 Måleprogram**

Virksomheten skal innen 1 år fra dette kapittelet trer i kraft iverksette et måleprogram for kontrollmåling av utslipp av vann og støy som skal inngå i virksomhetens dokumenterte internkontroll. Måleprogrammets prøvetakingspunkter og -frekvens skal være representative for normal drift.

Prøvetaking og analyse skal utføres etter Norsk Standard (NS) der slik standard finnes. Annen metode kan brukes også der NS finnes dersom det kan dokumenteres at den metoden som brukes gir minst samme nøyaktighet som NS. Prøvetaking og måling skal være kvalitetssikret.

#### **§ xx-12 Håndtering av betongavfall**

Lagring av eget betongavfall må ikke føre til skade eller ulempe for miljøet.

Betongavfall kan mellomlagres i påvente av gjenvinning inntil tre år.

Betongavfall som ikke kan gjenvinnes, skal leveres til godkjent mottak innen 1 år.

Betongslam som mellomlagres før endelig disponering, skal avvannes på tett dekke med drenering mot tilfredsstillende renseløsning, for eksempel et sedimenteringsanlegg.

Det skal lages en plan for håndtering av betongavfall. Planen skal være tilgjengelig ved kontroll eller på forespørsel fra forurensningsmyndigheten.

#### **§ xx-13 Gjenvinning av betongavfall**

Betongavfall skal primært gjenvinnes og brukes som tilslag i produksjonen av ny betong eller nyttiggjøres på annen måte i egen produksjon dersom det ikke medfører forurensning, har et bruksformål og er egnet til slik bruk.

Betongavfall som ikke nyttiggjøres i egen produksjon kan gjenvinnes dersom det kommer til nytte ved å erstatte materialer som ellers ville blitt brukt og følgende krav er oppfylt:

- 1) Innholdet av metaller i betongrestene og -slammet ikke overstiger de til enhver tid gjeldende grenseverdier for betongavfall i avfallsforskriften,
- 2) betongrestene og -slammet skal ikke være tilsatt eller påført kjemikalier som inneholder andre stoffer enn de som er nevnt i nr. 1) og som kan føre til nevneverdige skader eller ulemper for helse eller miljø, og
- 3) betongrestene og -slammet ikke inneholder armeringsjern eller -plast.

#### **§ xx-14 Håndtering av plastarmering**

Plastarmeringsfibre, som skilles ut i renseanlegget, skal håndteres som en egen avfallsfraksjon uten å blandes inn i andre masser. Avfallet skal leveres til godkjent mottak.

#### **§ xx-15. Journalføring og dokumentasjon**

Virksomheten skal fortløpende journalføre opplysninger om:

- 1) resultat av utslippsmålinger, inkludert suspendert stoff og pH, jf. § xx-9,
- 2) mengde og type kjemikalier benyttet i produksjonen, og
- 3) mengde og type avfall fra produksjonen, og hvordan dette er disponert, jf. § xx-12

Bedriften skal kunne legge frem dokumentasjon (beregning eller måling) på hvor store vannmengder som lar seg gjenbruke og hvor mye vann som vil bli sluppet ut pr. døgn og pr. år.

Journalførte opplysninger skal tas vare på i minst 5 år og være tilgjengelig ved tilsyn eller på forespørsel fra forurensningsmyndigheten.

Journalførte opplysninger skal inngå i virksomhetens internkontroll.

#### **§ xx-16. Meldeplikt**

I god tid før en virksomhet, som omfattes av dette kapitlet starter opp, legges ned eller dersom det foretas endringer (herunder utvidelser) av en virksomhet, skal den ansvarlige sende melding til statsforvalteren med opplysninger om virksomheten.

Eksisterende virksomheter skal sende melding til statsforvalteren innen ett år etter at denne forskriften trer i kraft.

Meldingen skal minst omfatte følgende opplysninger om virksomheten som skal etableres, endres eller legges ned:

- 1) virksomhetens størrelse og produksjonsforhold,
- 2) driftstid,
- 3) virksomhetens plassering,
- 4) beskrivelse av resipienten og dens miljøtilstand
- 5) beskrivelse av renseløsning
- 6) planlagt avfallshåndtering,
- 7) hvilke endringer som skal gjennomføres,
- 8) hvilken miljømessig betydning endringen vil få, og
- 9) andre opplysninger som kan være relevante for å dokumentere at forskriftens vilkår overholdes.

Dokumentasjon på at virksomheten er i samsvar med endelige planer etter plan- og bygningsloven, skal legges ved meldingen.

#### **§ xx-17. Unntak, tilsyn, klage, straff mv.**

Forhold som gjelder unntak, tilsyn, klage, straff mv. er regulert i forurensningsforskriftens kapittel 41. Statsforvalteren fører tilsyn med og kan gjøre unntak fra bestemmelsene i dette kapitlet.

#### **§ xx-18. Overgangsbestemmelser**

For nye virksomheter som faller inn under virkeområdet i § xx-1 gjelder dette kapitlet fra DD. MM. AAAA.

For eksisterende virksomheter som faller inn under virkeområdet i § xx-1 og som ikke har tillatelse etter forurensningsloven § 11, eller som har tillatelse med lempeligere krav enn fastsatt i dette kapittelet, gjelder dette kapittelet fra DD. MM. AAAA.

Krav i tillatelse fastsatt før dette kapittelet trer i kraft, som er strengere enn krav fastsatt i dette kapittelet, gjelder inntil statsforvalteren opphever eller endrer tillatelsen med enkeltvedtak.

2. [Vedlegg 2, Retningslinjer for sedimenteringsbasseng ved ferdigbetongfabrikker, 22/10/98, Fabeko, Hentet fra: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/utgatt/fm-telemark/dokument-fmte/miljo-og-klima/forurensning/2015/tillatelser/alltid-betong-as/veileder-for-behandling-av-restmaterialer--ved-betongproduksjon.pdf> ]

Prosjekt nr.: 3179500	Rapportdato: 22.10.98
Aktivitetsnr.: 100	
<b>Tittel: Retningslinjer for sedimenteringsbasseng ved ferdigbetongfabrikker</b>	
Forfattere: Jørgen Bartnes Christian Serck-Hanssen	Rapport nr.:
Oppdragsgiver: FABEKO	Kontaktperson/referanse: Hallvard Magerøy
<p><b>Sammendrag:</b> Det er utarbeidet retningslinjer for etablering av sedimenteringsbasseng for behandling av vann fra vasking av betongbiler og betongblander ved ferdigbetongfabrikker med årsproduksjon opptil 30 000 m<sup>3</sup>. Retningslinjene gir veiledende dimensjoneringsanvisninger for sedimenteringsanleggets utforming og størrelse.</p> <p>Grunnlaget for retningslinjene er et vannforbruk på ca. 1000 liter pr. bil pr. dag og 1500 liter for vasking av blanderet.</p> <p>Selve sedimenteringsanlegget er delt opp i 3 basseng. Først et tømmebasseng hvor de groveste massene blir skilt ut. I sedimenteringsbassenget skilles finpartiklene ut, mens rentvannsbassenget er et lagerbasseng for vannet før det brukes på nytt.</p> <p>Tømmebassenget vil fylles relativt raskt med sediment, derfor er det laget slik at det kan tømmes ved hjelp av hjullaster. Volumet av tømmebassenget bør være større enn minst en ukes vask av biler forutsatt en slammengde på 2-400 liter pr. bil. Sedimenteringsbassengets overflate i m<sup>2</sup> bør være 2 ganger større enn dimensjonerende tilrenning i løpet av 1 time i m<sup>3</sup>/h. Etter sedimenteringsbassenget renner vannet over til rentvannsbassenget hvor det pumpes til gjenbruk, til vasking eller til bruk i produksjonen.</p> <p>Drift og oppfølging av anlegget er særdeles viktig for funksjonaliteten. Bassengene må tømmes slik at sedimenteringsvolumene og oppholdstiden opprettholdes.</p> <p>Vannet bør betraktes som en ressurs og i størst mulig grad brukes i produksjonen. I mange tilfeller vil gjenbruk med litt ekstra investeringer og oppfølging være lønnsomt for bedriften.</p>	
Emneord (4 stk.): FABEKO betong sedimentering vann	Fylke:  Kommune:  Kartblad:      Sone:      N:      Ø:



## INNHOOLD

1. INNLEDNING .....	4
2. VANNFORBRUK .....	4
3. DIMENSJONERING .....	4
3.1 GENERELT .....	4
3.2 TØMMEBASSENG .....	4
3.3 SEDIMENTERINGSBASSENG .....	5
3.4 RENTVANNSBASSENG .....	6
3.5 TILTAK MOT FROST .....	7
3.6 SIKKERHETSTILTAK .....	7
4. DRIFT AV ANLEGGET .....	7
5. RESTPRODUKTER .....	8
5.1 VANN- OG SLAMMENGDER .....	8
5.2 RENHET .....	8
5.3 BRUK AV RESTPRODUKTENE .....	8
5.4 UTSLIPP AV RESTVANN - FORURENSNINGSMYNDIGHETER OG RESIPIENFORHOLD .....	9
6. ALTERNATIVE ANLEGGSLØSNINGER .....	9

## 1. INNLEDNING

Det er utarbeidet retningslinjer for etablering av sedimenteringsbasseng for vann fra vasking av betongbiler og betongblandeverk ved ferdigbetongfabrikker med årsproduksjon opptil 30 000 m<sup>3</sup>. Retningslinjene gir veiledende dimensjoneringsanvisninger for sedimenteringsanleggets utforming og størrelse. Sedimentering er den separasjonsprosess hvor partikler bunnfelles ved partiklenes egen tyngde. Ved sedimentering vil det derfor ikke fjernes stoffer som er oppløst i vannet.

I tillegg til utformingen av anlegget er det en rekke faktorer som innvirker på effektiviteten av anlegget som f.eks. vannets sammensetning, hvor ofte bassengene tømmes og hvordan vannet overføres mellom bassengene. På bakgrunn av dette er det viktig å presisere at bruk av retningslinjene alene ikke garanterer for et funksjonsmessig og driftsmessig godt anlegg.

Retningslinjene beskriver dimensjoneringskriterier for et sedimenteringsanlegg med et tømmebasseng, et sedimenteringsbasseng og et rentvannsbasseng som ligger etter hverandre. Dette er et enkelt anlegg som hovedsakelig kun krever regelmessig ettersyn og tømming av tømmebassenget samt tømming av sedimenteringsbassenget 1 til 2 ganger i året. Sedimenteringsanlegg kan gis en annen utforming og innbyrdes plassering av bassengene enn disse retningslinjene beskriver.

## 2. VANNFORBRUK

Sedimenteringsbassenget dimensjoneres utfra tilført vannmengde. På de fleste betongfabrikkene er det en forholdsvis fast årsproduksjon og et fast antall biler som kjører. Disse to parametrene henger sammen og i disse retningslinjene er det antall biler og mengden vaskevann pr. bil som blir brukt som dimensjoneringskriterium.

Ut fra anslag på en del anlegg varierer vaskevannsmengden pr. bil mye fra omlag 500 til 3000 liter. Vannmengden kan styres en del ut fra hvilke pålegg/begrensninger sjåførene får. Men som et utgangspunkt er det her brukt 1000 liter pr. bil pr. dag. I tillegg er det lagt til grunn et forbruk på 1500 liter til rengjøring av blandeverket pr. døgn.

## 3. DIMENSJONERING

### 3.1 GENERELT

Sedimenteringsanlegget bør ligge i nærhet av blandeverket slik at søl etc. på plassen kan spyles ned i tømmebassenget. Det er i denne sammenheng viktig at det etableres et godt fall mot innløpet i tømmebassenget slik at søl og regnvann renner rett ned i tømmebassenget. Rent overvann bør avskjæres slik at det ikke blandes med sølevannet på plassen. Bassengene utformes med fordel i plasstøpt betong. På vedlagte tegning nr. 100 er prinsippet illustrert. Bassengenes form og plassering i forhold til hverandre kan tilpasses de stedlige forholdene.

### 3.2 TØMMEBASSENG

Tømmebassenget er det bassenget vaskevannet blir tømt ut i. Tømmebassenget blir belastet med mye partikler som sedimenterer raskt slik som sand og grus og må derfor være enkelt å tømme. Dersom slik

tømming skal foretas med hjullaster bør rampen ned i bassenget ikke være så bratt at hjullasteren kan tippe med full skuffe (ca. 1:6).

Det andre viktige kriteriet for utformingen av tømmebassenget er stort nok volum slik at bassenget fungerer selv med en del sedimenter. Det regnes med at hver vask av bil tilfører ca 200-400 liter grovslam. Volumet av slammagasinet i tømmebassenget bør derfor være større enn minst en ukes vask av biler og blandeanlegg.

For et anlegg med 7 biler vil dette dreie seg om i størrelsesorden 14-18 m<sup>3</sup> grovslam/uke ekskl. returbetong. For at bassenget fortsatt skal fungere bør totalvolumet være minst dobbelt så stort. Dette gir en utforming som vist på tegning 100. Der er lengden 12 m, bredden 4 m, dybden 2 m under bakkenivå og kjørerampen har en helning på 1:6. For anlegg med flere eller færre biler kan denne størrelsen skaleres opp eller ned ved hjelp av mengden tilført slam.

Generelt gjelder at dersom det ønskes mindre hyppig tømming og bedre funksjon bør volumet økes. Dette kan gjøres ved at det etableres et flatt parti i den dypeste delen av bassenget. Ved tømming av returbetong vil tilført mengde grovslam øke betydelig.

Tømmebassenget utformes med fordel slik at vannet kan pumpes ut, slik at vannstanden går under underkant av hjullasterens hjulromler ved uttak av sedimenter. Dette er vanskelig hvis bassenget er helt fullt med sedimenter, derfor bør bassenget tømmes regelmessig ca 1 gang pr uke avhengig av slambelastning.

Det er vesentlig at slamnivået i tømmebassenget ikke blir for høyt. Dette krever en regelmessig oppfølging. Ved høyt slamnivå vil større partikler strømme over i sedimenteringsbassenget og føre til at dette må tømmes hyppigere.

Utløpet fra tømmebassenget til sedimenteringsbassenget bør utformes slik at sedimenteringsbassenget får minst mulig støtbelastninger. Dette kan gjøres med en pumpe eller med 2 stk eller flere ca 10 cm brede slisser i veggen mellom tømmebassenget og sedimenteringsbassenget. Dybden på slissene tilpasses høyden på det volumet som skal holdes tilbake i tømmebassenget slik at slissehøyden er høyere enn tømt volum dividert på fri overflate i tømmebassenget. Antall slisser tilpasses slik at vannet rekker å renne ut før neste tømming. Utløpsanordningen bør likevel ha en overløpskant over slissene som sikrer at vannet renner til sedimenteringsbassenget i tilfelle det foretas større og/eller hyppigere tømminger enn forutsatt ved innkjøring. Overløpskanten må derfor ligge under nivået der vannet kan renne ut til terrenget.

Generelt gjelder at dersom det ønskes mindre hyppig tømning og bedre funksjon bør volumet økes. Dette kan gjøres ved at det etableres et flatt parti i den dypeste delen av bassenget. Ved tømning av returbetong vil tilført mengde grovslam øke betydelig.

Tømmebassenget utformes med fordel slik at vannet kan pumpes ut, slik at vannstanden går under underkant av hjullasterens hjulromler ved uttak av sedimenter. Dette er vanskelig hvis bassenget er helt fullt med sedimenter, derfor bør bassenget tømmes regelmessig ca 1 gang pr uke avhengig av slambelastning.

Det er vesentlig at slamnivået i tømmebassenget ikke blir for høyt. Dette krever en regelmessig oppfølging. Ved høyt slamnivå vil større partikler strømme over i sedimenteringsbassenget og føre til at dette må tømmes hyppigere.

Utløpet fra tømmebassenget til sedimenteringsbassenget bør utformes slik at sedimenteringsbassenget får minst mulig støtbelastninger. Dette kan gjøres med en pumpe eller med 2 stk eller flere ca 10 cm brede slisser i vegg mellom tømmebassenget og sedimenteringsbassenget. Dybden på slissene tilpasses høyden på det volumet som skal holdes tilbake i tømmebassenget slik at slissehøyden er høyere enn tømt volum dividert på fri overflate i tømmebassenget. Antall slisser tilpasses slik at vannet rekker å renne ut før neste tømning. Utløpsanordningen bør likevel ha en overløpskant over slissene som sikrer at vannet renner til sedimenteringsbassenget i tilfelle det foretas større og/eller hyppigere tømninger enn forutsatt ved innkjøring. Overløpskanten må derfor ligge under nivået der vannet kan renne ut til terrenget.

Ved innkjøring av anlegget tettes overløpige slisser med plater el. slik at volumet fra tømningen blir holdt tilbake i tømmebassenget for så å renne sakte inn i det etterfølgende sedimenteringsbassenget. For enda nøyaktigere innstilling kan det være aktuelt å blende av deler av en slisse med plate.

### 3.3 SEDIMENTERINGSBASSENG

Sedimenteringsbassenget skal sikre at partikler synker ned til bunnen. Separeringsgraden er hovedsakelig avhengig av bassengets overflate og volum. Vannet må strømme rolig gjennom bassenget eller stå stille i en lengre periode. Turbulens kan virvle opp synkende partikler eller partikler som allerede ligger på bunn. For å unngå dette er utforming av bassenget og dets komponenter vesentlig. Det er også vesentlig at slamnivået overvåkes og at slammets tømmes ved høyt slamnivå. Generelt gjelder at jo større volum og overflate jo klarere blir vannet som renner ut. Ønsket renhet vil være avhengig av om vannet går til resipient eller brukes i betongproduksjon. Volum og overflate må derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Vannspeilet i sedimenteringsbassenget bør ligge min. ca 5- 10 cm under underkant av overløpet fra tømmebassenget.

For å sikre en jevn fordeling av vannet som kommer inn i bassenget bør det monteres en innløpskonstruksjon ved innløpet. Innløpskonstruksjonen bør være slik at vannet fordeles jevnt over

bassengets tverrsnitt. Konstruksjonen skal sikre at vannet ikke renner i kortslutning på overflaten frem til utløpet. Vannet bør strømme inn i bassenget i et dybdeområde fra ca 0,7 meter under overflaten til ca 0,7 meter over bunnen. Vannet må ikke strømme ut slik at sedimentert slam virvles opp. Hvis dette skjer kan enten den vertikale platen heves eller det kan monteres en ekstra plate horisontalt som leder vannet utover i bassenget før vannstømmen når ned til slammene ca. 0,7 m over bunnen. Konstruksjonen som leder vannet ned og evt. utover i bassenget, utformes med fordel av tre (forskalingsplater) slik at disse lett kan tilpasses forholdene etter erfaringer. Se tegning 100 og 101.

Sedimenteringsbassenget utformes med fordel som et rektangulært basseng med innløp på den ene kortsiden og utløp på den andre. Forholdet mellom lengde og bredde bør være mellom 2 og 5.

Utløpet bør ligge langs hele lengden av den ene kortsiden og slik at vannet trekkes av i overflaten. Høyden på overløpskanten bør ligge min. ca 5 cm under underkant slisse for innløpet til sedimenteringsbassenget. Dersom det dannes skum eller andre belegg på overflaten bør det installeres en skjerm i overflaten som hindrer at dette trekkes av i utløpet. Det er en fordel om vannmengden som føres til rentvannsbassenget kan holdes konstant, men dette fører til en mer komplisert teknisk løsning.

Sedimenteringsbassengets innvendige mål bør tilfredsstillende følgende kriterier:

$$O > 2 \times Q_{\text{time}}$$

$Q_{\text{time}}$  = Største dimensjonerende tilfrensning i løpet av 1 time i m<sup>3</sup>/h.

$O$  = Bassengets overflate i m<sup>2</sup>

$Q_{\text{time}}$  kan settes til antall biler + 1,5 dersom mer nøyaktige anslag mangler.

Tegning 100 viser et sedimenteringsbasseng dimensjonert for 7 biler med et lengde/bredde- forhold på 2. Bassenget har målene: Lengde 6 m, bredde 3 m og vann-/slamdybde 2,4 m

Sedimenteringsbassenget bør være dypere enn 2,0 meter.

Slammengden til sedimenteringsbassenget er anslått til ca. 5 kg pr. m<sup>3</sup> vann ved god oppfølging av anlegget. Med en slik slammengde er det tilstrekkelig med tømming av sedimenteringsbassenget ca. 1-2 ganger i året. Sedimenteringsbassenget kan tømmes med sugebil, pumpe eller gravemaskin.

### 3.4 RENTVANNSBASSENG

Fra sedimenteringsbassenget bør vannet renne til et rentvannsbasseng for gjenbruk til vask eller andre formål. Nødvendig volum av rentvannsbassenget er avhengig av hva vannet brukes til og hvor mye fremmedvann som kommer til anlegget.

For anlegg der vannet kun brukes til vask av biler og blandeverk anbefales et volum ca. tilsvarende maks døgnforbruk. Vannmengden som brukes for spyling vil renne tilbake til rentvannsbassenget med noe forsinkelse. Døgnforbruket for et anlegg med 7 biler vil dermed være i størrelsesorden 8-9 m<sup>3</sup>. Større volum enn dette er i så måte kun et lagervolum for evt. større uttak samt magasin for noe nedbørsvann. Anlegg der vannet kun brukes til vasking vil derfor raskt få fylt rentvannsbassenget med fremmedvann. En slik løsning vil på sikt gi overskudd av vann og krever derfor utslipp til kommunalt nett eller resipient.

For anlegg som benytter vannet i produksjonen er det en fordel med større volum for magasinering av nedbørsvann og annet overskuddsvann. Nødvendig volum ved slike anlegg er mer et ønske om hvor mye overskuddsvann det skal tas vare på. Til en viss grad avhenger volumet av hvor mye vann som tas ut til produksjon. En bør ha et lagervolum på ca. det dobbelte av hva som trengs i dagsproduksjonen. Et anlegg som produserer 30 000 m<sup>3</sup> ferdigbetong i året bruker ca. 13 m<sup>3</sup> vann pr. dag i betongproduksjonen. Rentvannsbassenget på tegning. 100 har et volum på 27 m<sup>3</sup>.

Dersom vannet skal ledes direkte til et utslipp er rentvannsbassenget ikke nødvendig. En slik løsning er ikke tilrådelig da vannet er meget godt egnet for gjenbruk til spyling etc.

Rentvannsbassenget må uansett bruk av vannet ha et overløp i tilfelle høy vannstand. Dette kan gå til et utløp i en resipient eller kommunalt spillvannssystem. Høyden på overløpsterskelen bør tilpasses fribord på anlegget og ligge under bunn av slissen for innløp til sedimenteringsbassenget.

### **3.5 TILTAK MOT FROST**

I områder med lange frostperioder bør anlegget utstyres med frosthindrende tiltak i form av (isolerte) overbygg eller tilført varme. Det er også vesentlig at bassengene ligger dypest mulig i grunnen for å utnytte jordvarmen.

Over sedimenteringsbassenget og rentvannsbassenget er det i de fleste tilfeller tilstrekkelig å legge en isolert plate over bassengene. Med en luke i denne platen kan en lett komme til for å tømme bassengene med pumpe og sugebil.

Over tømmebassenget og oppstillingsplassen for vasking av bilene er det vanskeligere å hindre frost. Et overbygg kan være en mulig løsning. En annen løsning er varmekabler eller vannbåren varme i betongen.

Dersom det påregnes frost kun i korte perioder kan anlegget baseres på avvising med steamer el.

Avvisingen bør gi minst mulig bevegelse av vannet i sedimenteringsbassenget. Bobleanlegg er derfor ikke aktuelt.

Alle slanger etc til vaskeanlegget bør tømmes etter bruk i vinterhalvåret. Dersom det benyttes tørroppstilte pumper bør disse plasseres i isolert hus med varme.

### **3.6 SIKKERHETSTILTAK**

Tiltakshaver/arbeidsgiver er ansvarlig for at anlegget utføres i henhold til lov om arbeidervern og arbeidsmiljø. Arbeidsgiveren skal bl.a. under planlegging av nye eller endrede arbeidsplasser undersøke og vurdere om arbeidsmiljøet vil være i samsvar med lovens krav, og iverksette de nødvendige tiltak.

Det vil med andre ord si at det er arbeidsgivers ansvar å iverksette tiltak mot eventuelle farer. For sedimenteringsanlegget er sikring mot fall ut i bassengene det viktigste. I henhold til orientering utgitt av Arbeidstilsynet om arbeidsgivers ansvar, skal det ved åpne kanter som ligger mer enn 50 cm over tilstøtende plan settes opp rekkverk. Rekkverket skal være 100 cm høyt og ha knelest i 50 cm høyde.

Der sedimenteringsbassenget og rentvannsbassenget ikke tildekkes med frostbeskyttende plate bør det derfor settes opp rekkverk rundt disse. For tømmebassenget bør det også settes opp rekkverk rundt de dypeste delene av bassenget.

## **4. DRIFT AV ANLEGGET**

Drift og oppfølging av anlegget er særdeles viktig for funksjonaliteten. Hvis ikke bassengene tømmes for sedimenter regelmessig, vil de ikke fungere og nytten av investeringene i slike anlegg vil derfor være liten.

God drift og oppfølging av anlegget innebærer bl.a. at anlegget optimaliseres for den belastningen som oppstår (innkjøring). Det viktigste for en god drift er at tømmebassenget tømmes hyppig og før det er fullt. Tømmebassenget vil også være mye enklere å tømme for vann hvis grovslammet ikke har lagt seg helt ned

til endeveggen. Slam fra sedimenteringsbassenget må tømmes når nivået i bunn er kommet opp til ca 1,5 meter under vannspeilet. Pumper vedlikeholdes, plasser spyles og renholdes, frost hindres etc.

For å oppnå et godt resultat er det erfaringsmessig en stor fordel at ansvaret for driften er satt til én person.

## **5. RESTPRODUKTER**

### **5.1 VANN- OG SLAMMENGDER**

Vannmengden fra rentvannsbassenget er avhengig av antall biler som vaskes og mengden pr. bil. Vannmengden som restprodukt er avhengig av hvor mye fremmedvann som tilføres sedimenteringanlegget og hvor mye som tas ut til betongproduksjon eller annet.

Mengden sand og finstoff vil variere på grunnlag av hvor mye som er igjen i bilene når de blir vasket. Det er forutsatt at restbetong ikke blir tømt i bassengene og da er det anslått at hver bil har med ca. 2- 400 liter sand og finstoff pr. dag.

### **5.2 RENHET**

I tømmebassenget blir de groveste partiklene skilt ut, mens slammet skilles ut i sedimenteringsbassenget. Grovslammet i tømmebassenget er en blanding av pukk og finere partikler. I rentvannsbassenget skal vannet være forholdsvis fri for finpartikulert materiale. Vannet skal være forholdsvis klart, men vil ha høy pH og kan inneholde stoffer som er løst ut fra betongen eller tilført fra andre steder. Renheten av vannet kan sjekkes ved å ta ut prøver.

### **5.3 BRUK AV RESTPRODUKTENE**

De groveste massene fra tømmebassenget bør legges slik at de tørker. For disse massene er det flere aktuelle bruksområder. Ressursmessig er gjenbruk av massene som nytt tilslag i betongproduksjonen det beste. En enklere løsning er å bruke massene til fyllmasser. Andre aktuelle bruksområder er som tilsetningsmateriale i jordblandinger for å økt pH e.l. Siste utvei er deponering som er dårlig ressursbruk og kan bli en kostbar løsning når gebyrene på deponering øker.

Slammet fra sedimenteringsbassenget og evt. fra rentvannsbassenget bør fortrinnsvis brukes til noe fornuftig. Dette slammet vil bestå av finpartikler og ha en høy pH. Foreløpige prøver av tungmetallinnholdet i slikt slam, viser at samtlige verdier ligger under grenseverdien for bruk av kloakkslam til jordbruksformål. Aktuelle måter å bruke dette slammet på er i betongproduksjonen, til fyllmasse eller deponering. Hvis dette slammet avvannes kan det også brukes som tilsetningsstoff i jordblandinger for å heve pH.

Vannet fra rentvannsbassenget vil ved god driftsoppfølging være tilnærmet klart og bør brukes på nytt, enten til nytt vaskevann eller som vann i betongproduksjonen. Det enkleste vil være å bruke det til nytt vaskevann ved bare å sette en pumpe i rentvannsbassenget å pumpe det opp i bilene. Men med et slikt gjenbruk vil det bli for mye vann og en får et avløp (utslipp). Hvis en derimot bruker vannet i betongproduksjonen, kan hele anlegget drives så og si uten vannutslipp.

Det bør etterstrebes å finne måter å bruke vannet på som minimaliserer utslippet til det ytre miljø. I mange tilfeller vil en slik ressursutnyting med litt ekstra investeringer og oppfølging være lønnsomt for bedriften på lang sikt.

#### **5.4 UTSLIPP AV RESTVANN - FORURENSNINGSMYNDIGHETER OG RESIPIENFORHOLD**

I de fleste tilfeller vil det være et utslipp/overløp av restvann, enten til kommunalt nett eller til en resipient. Hvilke krav det stilles til et slikt utslipp er avhengig av de lokale forholdene og resipienten det slippes ut i.

I forbindelse med utslipp med potensiell forurensning er det visse lover og regler som gjelder. For denne typen utslipp er det i første rekke forurensningsloven med tilhørende retningslinjer og forskrifter som gjelder. Utover dette kan det være kommunale og lokale retningslinjer og forskrifter

I utgangspunktet er det bransjen og hver enkel bedrift sitt ansvar og overholde gjeldende regler. Hovedansvaret for oppfølgingen fra myndighetens side er delegert fra Statens Forurensningstilsyn (SFT) til Fylkesmennene på grunnlag av retningslinjer gitt av SFT. Fylkesmennene har to innfallsvinkler i vurderingen av forurensningssituasjonen. Enten kan det gis direkte pålegg eller hele foretaket må konsesjonsbehandles. Hittil har ikke Fylkesmennene praktisert konsesjonsbehandling for betongindustribransjen, derfor er direkte pålegg den sannsynlige reaksjonen fra forurensningsmyndighetene der det anses som nødvendig.

Dette vil med andre ord si at resipientforhold og andre lokale forhold er avgjørende for hvilke krav som blir stilt fra myndighetene.

Med en sedimenteringsløsning som brukes og følges opp aktivt vil sannsynligvis krav m.h.p. vannutslipp bli tilfredsstillt.

### **6. ALTERNATIVE ANLEGGSLØSNINGER**

Det finnes en del andre alternative løsninger for å ta seg av vaskevannet fra betongbilene og blandeanleggene. De fleste av disse løsningene krever større investeringer og er dermed mest aktuell for anlegg med produksjon over 15 000 m<sup>3</sup>/år.

Et aktuelt alternativ til den foreslåtte sedimenteringsløsningen er å installere en vasketrommel i stedet for tømmebassenget. En slik trommel skiller ut de grove fraksjonene adskilt fra finstoffet slik at massene blir lettere å ta igjen. Franzefoss på Skårer (Feiring) har installert en slik trommel. Ved en slik utskilling er det lettere å bruke massene på nytt etter at de evt. er siktet til de ulike fraksjonene. Resten av vannet med finstoff kan føres over i et sedimenteringsbasseng som foreslått i retningslinjene, med gjenbruk av vannet.

Gjenvinningsanlegg baserer seg på avskilling av sand/grus i trommel, vannet ledes så videre til en omrørt tank der partiklene holdes svevende. Vannet brukes til betongproduksjon og vasking av bilene. Det finnes også anlegg for separering av sand/grus for gjenbruk i betongen. Installasjon av slike anlegg kan ofte være et kostnadsspørsmål der pris for vann og tilsetningsstoffer og kostnad for fjerning av restprodukter spiller en vesentlig rolle.

Direkte gjenbruk av vannet med alt finstoffet i er også en mulighet. Denne krever imidlertid god kontroll over tørrstoffmengdene som tilsettes betongblandingen.

3. [Vedlegg 3, [https://betong.net/wp-content/uploads/NB-Rapport-nr.-7-2019\\_web\\_mai-riktig-tittel.pdf](https://betong.net/wp-content/uploads/NB-Rapport-nr.-7-2019_web_mai-riktig-tittel.pdf) (del 4.2 hentet 30.03.2022) ]



**Tabell 4-1: Gjennomsnittlige verdier for innhol av tungmetaller i ordinær betong og murpuss**

Konsentrasjoner i mg/kg	SINTEF 2014 Gj.snitt i betong	SINTEF 2014 Gj.snitt i murpuss	Grenseverdier i M14-2013
PCB	0	0	0,01
Bly	4	8	60
Kadmium	0,1	0,2	1,5
Kvikksølv	0,03	0,06	1
Krom III	20 (totalt krom)	40 (totalt krom)	50
Krom VI	-	-	2
Arsen	1,5	3	8
Nikkel	9,1	18,2	60
Sink	31	62	200
Kobber	10	20	100

4. [Vedlegg 4, Miljøgifter, Miljødirektoratet, Hentet fra:  
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/> ]

## Fakta om tungmetaller

- Tungmetaller er metaller med en tetthet på over 5 gram per cm<sup>3</sup>. Det vil si at de har minst fem ganger større tetthet enn vann.
- De viktigste tungmetallene er bly, kadmium, krom, jern, kobber, mangan, nikkel, platina, kvikksølv, sølv, sink, tinn og wolfram.
- Noen av tungmetallene fungerer som mikronæringsstoffer, men kan være giftige i høye konsentrasjoner.
- Noen tungmetaller er miljøgifter og har negative effekter på både helse og miljø. Det gjelder for eksempel [bly](#), [kadmium](#), [kvikksølv](#) og [krom](#). På grunn av de uheldige effektene, reguleres bruken av slike metaller, for eksempel i emballasje.
- Andre tungmetaller, som gull, regnes ikke som giftige.

– [Lukk](#)

5. [Vedlegg 5, ReCon Zero Evo, Mapei, Hentet fra:  
[https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/1\\_6946-reconzeroevo-no\\_03a5c4aa768b48feb59545691d1d1d0e.pdf?sfvrsn=1352ddcb\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/1_6946-reconzeroevo-no_03a5c4aa768b48feb59545691d1d1d0e.pdf?sfvrsn=1352ddcb_0) ]



**MAPEI**

# Re-Con Zero Evo

## To-komponent pulvertilsetning for gjenvinning av restbetong fra betongbiler

### PRODUKTBeskrivelse

Re-Con Zero Evo er et to-komponent pulverprodukt som brukes til å gjenvinne all restbetong med null miljøpåvirkning og null investering for blanderet.

### BRUKsområde

For gjenvinning av alle typer betong som returneres til blanderet, inklusive sprøytebetong. Betongen kan gjenvinnnes fortløpende, på slutten av dagen eller når arbeidet på byggeplassen er avsluttet.

### TEKNISKE EGENSKAPER

Re-Con Zero Evo er et to-komponent pulverprodukt laget av spesielle polymerer og uorganiske delmaterialer, spesielt utviklet i MAPEI's egne forskningslaboratorier, som tillater restbetong raskt og enkelt å bli gjenvunnet rett fra trommelen på betongbilen.

Re-Con Zero Evo omdanner betong til granulert materiale med gode mekaniske egenskaper som, når det har herdet og kan benyttes som beskrevet under:

- benyttes til å delvis erstatte naturlig tilslag i normal betong;
- benyttes til å fullstendig erstatte tilslag i mager betong, bærelag, etc.

Ved bruk av Re-Con Zero Evo blir betong helt gjenvunnet, uten at det genereres noen avfallsprodukter som slam eller forurenset vaskevann.

Etter at betongen er behandlet med Re-Con Zero Evo, vil trommelen være tilnærmet ren og mengden av

vaskevann reduseres betraktelig, sammenliknet med en trommel som ikke har brukt Re-Con Zero Evo.

### BRUKSANVISNING

Det er to ulike metoder for å benytte Re-Con Zero Evo avhengig av forholdene på den aktuelle byggeplassen og råmaterialet som benyttes (type sement, tilslag etc.). Riktig metode velges etter at det er utført forhåndstester. Normal dosering i metode 1 og 2 gjelder for returbetong i konsistensklasse S4 eller lavere.

For bruk av Re-Con Zero Evo i betong med synklasse S4 eller høyere, som for eksempel selvkompimerende betong eller gulvbetong, kan høyere dosering testes og brukes. Alternativt kan en pose med Re-Con Zero Evo Booster tilsettes per m<sup>2</sup> betong i tillegg til normal dosering. Merk at dette ikke gjelder betong som er utspedd med vann i automikser. Tilsetning av vann i betong for bruk Re-Con Zero Evo, ber alltid unngås, da det reduserer effekten og gir svakere bindinger i det resirkulerte tilslaget.

### Metode 1

Press betongen mot trommelåpning og tilsett Re-Con Zero Evo komp A i et forhold på 0,5 kg per kubikk meter betong som skal behandles.

**Merk:** Vær nøye med at sekkene lander i betongen og ikke kun på siden av trommelen. Bland med høy hastighet (15 rpm) i 2 til 3 minutter.

Ved behov kan en pose med 0,5 kg Re-Con Zero Booster per kubikk meter betong tilsettes for å forbedre granuleringen av konglomeratet.

**TEKNISKE DATA (typiske verdier)**

**PRODUKTIDENTITET**

	Komponent A/Booster	Komponent B
<b>Konsistens:</b>	pulver	pulver
<b>Farger:</b>	hvit	hvit
<b>Densitet (g/cm<sup>3</sup>):</b>	0,8	1,1
<b>Kloridinnhold (%):</b>	≤ 0,1	≤ 0,1
<b>Hovedfunksjon:</b>	vannabsorbent/ viskositetsforhøyer	sterkningsakkelator

Gjenta prosessen men tilsett **Re-Con Zero Evo** komp B i et forhold på 1,5 kg per kubikkmeter betong som skal behandles. Bland i høy hastighet i 2 minutter.

**Metode 2**

Press betongen mot trommelåpning og tilsett **Re-Con Zero Evo** komp B i et forhold på 1,5 kg per kubikkmeter betong som skal behandles.

**Merk:** Vær nøye med at sekkene lander i betongen og ikke kun på siden av trommelen.

Bland med høy hastighet (15 rpm) i 3 minutter. Gjenta prosesen, men tilsett **Re-Con Zero Evo** komp A i et forhold 0,5 kg per kubikkmeter med betong som skal behandles. Bland i 2 minutter ved høy hastighet. Deretter må rotasjonen til trommelen reverseres for å bedre blandingen av produktene. Bland i ytterligere 2 minutter for å oppnå endelig granulering. Ved behov kan det tilsettes en pose 0,5 kg **Re-Con Zero Booster** per kubikkmeter betong for å fremme granuleringen til konglomeratet.

**Re-Con Zero Evo** komp A og **Re-Con Zero Evo** komp B må ikke blandes med hverandre. Alltid tilsett komponentene i betongen som angitt over.

Når betongen har granulert seg avbrytes blandingen. Etter behandlingen av betongen helles tilslaget fra trommelen på bakken og spre det jevnt utover et så stort område som mulig for å unngå at det dannes hauger. Antatt behandlingstid avhengig av temperaturen er gitt i grafen (fig.1).

**ANBEFALINGER**

- **Re-Con Zero Evo** komponent A, **Re-Con Zero Evo** komponent B og **Re-Con Zero Booster** er pakket i vannløselige poser og må beskyttes mot fuktige omgivelser.

- **Re-Con Zero Evo** komponent A og **Re-Con Zero Evo** komponent B må aldri blandes sammen, men tilsettes restbetongen i trommelen i henhold til blandeprosedyren.

- Etter tiden som er angitt i grafen må materialet vendes og blandes godt med en hjullaster.

**DOSERING**

**Re-Con Zero Evo** komponent A: en 0,5 kg pose pr. m<sup>2</sup> restbetong som skal behandles.

**Re-Con Zero Evo** komponent B: en 1,5 kg pose pr. m<sup>2</sup> restbetong som skal behandles.

**Re-Con Zero Booster:** en 0,5 kg pose pr. m<sup>2</sup> restbetong som skal behandles.

Anbefalt dosering kan justeres etter testing i samarbeid med teknisk personell fra MAPEI.

**EMBALLASJE**

**Re-Con Zero Evo** er tilgjengelig i fat, inneholdende dosering for 6 m<sup>2</sup> restbetong som skal behandles:

- 6 pakker 0,5 kg med **Re-Con Zero Evo** komponent A (blå poser).
- 6 pakker 1,5 kg med **Re-Con Zero Evo** komponent B.

**Re-Con Zero Booster** er tilgjengelig i kartonger som inneholder 30 x 0,5 kg vannoppløselige poser.

**LAGRING**

24 måneder forutsatt at det oppbevares tørt i original, ulåst emballasje.

**SIKKERHETSINSTRUKSJONER FOR KLARGJØRING OG BRUK**

For instruksjon vedrørende sikker håndtering

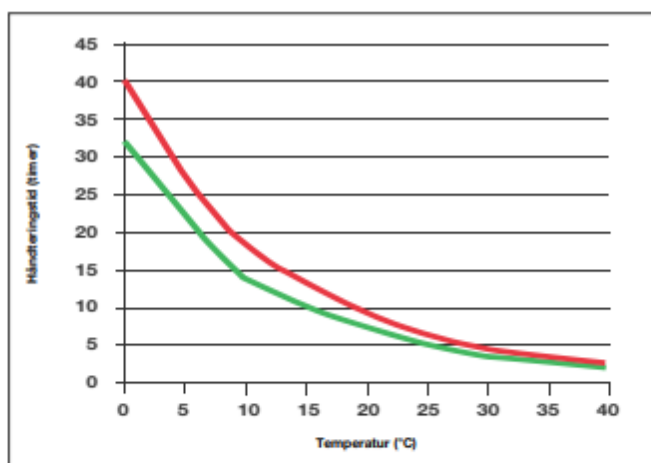


Fig. 1 - Normal håndteringstid i forhold til omgivende temperatur

av våre produkter, vennligst se siste utgave av sikkerhetsdatablad på vår nettside [www.mapei.no](http://www.mapei.no)

PRODUKT FOR PROFESJONELT BRUK.

**MERK**

De tekniske anbefalinger og detaljer som fremkommer i denne produktbeskrivelse representerer vår nåværende kunnskap og erfaring om produktene.

All overstående informasjon må likevel betraktes som retningsgivende og gjenstand for vurdering. Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilsiktet anvendelse. Brukeren står selv ansvarlig dersom produktet blir benyttet til andre formål enn anbefalt eller ved feilaktig utførelse.

Vennligst referer til siste oppdaterte versjon av teknisk datablad som finnes tilgjengelig på vår webside [www.mapei.no](http://www.mapei.no)

**JURIDISK MERKNAD**

Innholdet i dette tekniske databladet kan kopieres til andre prosjekterelaterede dokumenter, men det endelige dokumentet må ikke suppleres eller erstatte betingelsene i det tekniske datablad, som er gjeldende, når MAPEI-produktet benyttes.

Det seneste oppdaterte datablad er tilgjengelig på vår hjemmeside [www.mapei.no](http://www.mapei.no)

**ENHVER ENDRING AV ORDLYDEN ELLER BETINGELSER, SOM ER GITT ELLER AVLEDET FRA DETTE TEKNISKE DATABLADET, MED-FØRER AT MAPEI SITT ANSVAR OPPHØRER.**

**Alle relevante referanser for produktet er tilgjengelige på forespørsel og fra [www.mapei.no](http://www.mapei.no)**

6. [Vedlegg 6, Effekt av betongslam som kalkingsmiddel og innhold av tungmetaller, Tilsendt fra Ølen betong]



Effekt av betongslam som kalkingsmiddel og innhold av tungmetaller.

Arne Sæbø

Bioforsk Vest, Særheim

[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)



**Sammendrag:**

Landbrukskalk og betongslam ble tilført moldblandet morenejord i august 2011, med henholdsvis 750 og 850 kg tørrstoff per daa. Jordprøver ble analyserte for pH høsten 2012. Resultatene viste høyest pH der kalkingsmidlene var brukt, men det burde ha vært tilført større mengder for å gi ønsket kalkingseffekt til jorda. Betongslam dannet klumper som kan medføre ujevn spredning og dermed ujevn effekt på pH i jorda. Det er derfor behov for å arbeide med å utvikle gode spredemetoder for slammet.

Betongslam fra tre betongblandeverk ble analysert for innhold av tungmetaller. To av slamtypene hadde metallinnhold som gir kvalitetsklasse 0. Det vil si at en i henhold til regelverket for bruk av slam kan bruke betongslam til jord for matproduksjon uten annen begrensning enn det som gjelder plantenes krav. På grunn av for høyt innhold av kobber i den tredje slamtypen, kom denne i kvalitetsklasse I, der en kan tilføre maksimalt 4 tonn per daa i løpet av 10 år

**I. Betongslam brukt som kalkingsmiddel på dyrka jord**

Betongblandeverk lager betong til et mangfold av bruksområder. Betongen blir kjørt ut med biler og etter levering blir tromlene vasket. Betongslam består av bunnfallet fra vaskevannet. Slammet har høy pH og en ønsker derfor å kunne bruke slammet som kalkingsmiddel til jord. I en tidligere rapport fra Bioforsk (Bioforsk rapport 3(114), 2008), ble det vist til god effekt av betongslam som kalkingsmiddel i et veksthusforsøk. Den foreliggende rapporten viser resultatene fra en undersøkelse der slam ble tilført dyrka jord under praktiske forhold.

**Gjennomføring**

Betongslam og landbrukskalk ble spredt på dyrka jord på gårdsbruket til Tor Magne Kvia, Varhaug. Et jordstykke ble inndelt i tre like deler. Tredje og fjerde august 2011 ble det spredt betongslam og kalk på jorda i hver sine deler av jordet. I den siste tredjedelen ble det ikke tilført kalkingsmidler. Det ble tilført betongslam tilsvarende 840 kg tørrstoff og kalk med 750 kg tørrstoff per daa. Grunnlaget for de mengdene som ble brukt i denne undersøkelsen ble bestemt ut fra tidligere arbeid med betongslam (Bioforsk rapport 3(114), 2008). Tidligere analyser av kalkvirkning av betongslam viste at en kunne regne med økning av pH med fra 1,0 til 1,5 pH-enheter beregnet per tonn betongslam (tørrstoff) per daa. En fant den gang også at kalkvirkningen av betongslam var omtrent lik den en finner for jordbrukskalk. Under spredningen av betongslam var det tørt, fint vær, med ca 20 °C. Ved spredning av kalk påfølgende dag, var det 16 °C og regnvær. Kvia vurderte spredningen til å være relativt jevn, selv om betongslammet besto av større klumper enn det i jordbrukskalk. Etter spredning av kalkingsmidlene ble jorda harvet, sådd i med raigras og til slutt ble det tilført 5 tonn per daa med husdyrgjødsel.



*Spredning av betongslam.*



*Spredning av kalk*

Ett år etter tilførsel av kalk og slam (våren 2012), før grasveksten hadde kommet godt i gang, ble det tatt ut jordprøver for analyse av jordas pH. Det ble tatt ut stikk

med jordbør (tilfeldig fordelt over feltet) og jorda ble deretter godt blandet før en tok ut 0,5 liter jord per prøve som ble analysert for pH ved laboratoriet til Bioforsk Vest. Det ble tatt ut tre prøver fra hver behandling, det vil si i alt 9 prøver.



*Relativt store klumper av betongslam og stor avstand mellom disse*

#### Resultater og diskusjon

I en statistisk analyse av tre parallelle jordprøver per prøverute ble det ikke påvist sikre utslag på pH av behandlingene, men ubehandla jord hadde lavest gjennomsnittlig pH-verdi (Tabell 1). Høyest pH hadde en i den jorda som ble kalket med betongslam, men her var det også tilført noe mer tørrstoff enn ved bruk av landbrukskalk. Det er imidlertid ikke lett å spre betongslam jevnt med såpass store klumper som en ser i bildet over. Siden pH effekten ofte er svært lokal etter kalking, det vil si at en får pH-effekten bare på stedet hvor kalken befinner seg, kan en risikere at jorda mellom slamklumpene er lite eller ikke påvirket av kalkingsmidlet mens der klumpene treffer er pH-økningen desto større.

En bør derfor arbeide videre med hvordan en kan spre betongslammet effektivt og mer jevnt enn i dette forsøket. Manglende pH effekt kan tyde på at en har brukt for små mengder. Imidlertid viste tidligere forsøk at de mengdene vi har brukt her burde ha gitt større effekt på pH enn det vi har registrert. Imidlertid er tidligere forsøk gjennomført med potteforsøk, der betongslam ble tilført meget jevnt på jorda.

Et alternativ for mer effektiv og jevnere spredning av betongslam kan for eksempel skje ved at en blander betongslam inn i husdyrgjødsel, enten i gjødsellageret eller i vogna en bruker til utkjøring av gjødsel. På den måten kan en også oppnå å redusere kostnadene ved spredningen ved å gjøre to arbeidsoperasjoner på en gang.



Tabell 1. pH verdiene for jord tilført 840 kg betongslam og 750 kg jordbrukskalk (per daa). Det gikk om lag 10 måneder mellom spredning av kalkingsmidlene (august 2011) til jordprøvene ble samlet og analysert for pH våren 2012. Verdiene er gjennomsnitt av tre målinger per behandling ± standardavvik.

Behandling	pH ± SD
Betongslam	5,1 ± 0,1
Kalk	4,7 ± 0,6
Ubehandla	4,4 ± 0,5

#### Konklusjoner

- Liten effekt av kalkingen kan komme av for små mengder og/eller av dårlig og ujevn innblanding av tilført kalk i jorda.
- Det vil være nyttig å arbeide videre med spredemetoder for betongslammet, slik at kalkingseffekten blir jevn i jorda.

#### II. Tungmetaller i betongslam fra tre betongblanderverk.

Dersom betongslam skal kunne brukes som kalkingsmiddel, så må en være sikker på at slammet er miljømessig trygt å bruke der en dyrker fôr og mat. Prøver av betongslam fra tre betongblanderverk ble analysert for tungmetaller for å undersøke innholdet av tungmetaller (Eurofins, Tabell 2).

Tabell 2. Innhold av metaller i betongslam fra Jærbetong, Sola betong og OH betong. Usikkerheten i analysene ble oppgitt til å ligge mellom 15 og 25 %. Metallkonsentrasjonene er mg kg<sup>-1</sup> (i tørrstoff). Grenseverdien som er oppgitt gjelder bestemmelse for den minst forurensa fraksjonen av avløpslam og kompost, (kvalitetsklasse 0).

Parametre	Jærbetong	Sola betong	OH betong	Grenseverdi
Tørrstoff (%)	41	44	47	-
Arsen (As)	2,1	4,8	1,7	-
Bly (Pb)	10	23	11	40
Kadmium (Cd)	0,078	0,17	0,12	0,4
Kobber (Cu)	39	72	33	50
Krom (Cr)	17	30	17	50
Nikkel (Ni)	7,4	9,9	6,6	20
Sink (Zn)	48	100	48	150
Kvikksølv (Hg)	0,009	0,20	0,010	0,2

Så vidt vi kjenner til, finnes det ingen spesifikke regler for bruk av betongslam til dyrkjingsjord. For vurderingene av kvalitet og bruk av betongslam til kalkingsformål har vi imidlertid vurdert resultatene opp imot forskrift for bruk av avløpslam og organiske restprodukter (Tabell 3 og 4).

Tabell 3. Forskrift for bruk av avløpslam og kompost stiller krav til innholdet av metaller og mengde tillatt brukt er bestemt ut fra slamkvaliteten.

Arealtype	Kvalitetsklasse	Mengder til jordbruksjord
Jordbruk, hager og parker	0	Etter plantenes behov
	I	Maksimalt 4 tonn TS per dekar og 10 år
	II	Maksimalt 2 tonn TS per dekar og 10 år
Grøntarealer	0	Etter plantenes behov
	I - III	Max 5 cm til jordinnblanding*

\*5 cm dekke til jordinnblanding vil uansett være for mye når det gjelder betongslam, da store mengder vil gi for høy pH.

Slam i kvalitetsklasse 0 kan brukes til jordbruk uten restriksjoner, men en skal ta hensyn til plantenes behov for næring (og pH). Innholdet av tungmetaller i betongslam er her vurdert i forhold til grenseverdier for innholdet i slam som er tillatt brukt til ulike formål (Tabell 3). Dette skulle gi en pekepinn for hvordan en ligger i forhold til kvalitetskrav for liknende produkter.

Tabell 4. Kvalitetsklasser for avløpsslam, maksimalt innhold for hver av fire kvalitetsklasser (mg kg<sup>-1</sup> ts).

Metaller	Klasse 0	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Ut fra dette ser vi at betongslammet fra Sola betong faller i klasse 1 på grunn av litt for høyt innhold av kobber. Innholdet av kvikksølv er også på grensen til å gi slam som bikkjer over i klasse I. På grunn av variasjoner i slammets innhold og usikkerheten i analysemetodene kan slammlet lett komme over grenseverdiene når innholdet ligger så nært opp til grenseverdiene som analysen viser. De andre to analysene ligger innenfor grensene for slamkvalitet i klasse 0.

Resultatene viser at det generelt er lavt innhold av tungmetaller i betongslam, men det er forskjeller mellom slam fra de ulike betongblanderka. Dersom dette skyldes forskjeller i hvor de kjøper inn råvarer fra, kan en kanskje gjøre noe med dette for å komme innenfor grenseverdiene en ønsker å overholde. Likeens er det viktig å behandle slammlet slik at det ikke kommer forurensning til ved produksjon av betong eller lagring av slam. Imidlertid er det relativt stor usikkerhet knyttet til analysetalla av denne typen. Dersom en ønsker seg sikrere oversikt bør en ta ut flere prøver over lengre tid. På den måten kan en også undersøke om det kan være årstidsvariasjoner eller større tilfeldige variasjoner i analyseresultatene.

#### Konklusjoner

FABEKO har registrert betongslam som et jordforbedringsmiddel hos Mattilsynet. Mengde slam som tilføres må beregnes ut fra slamkvalitet, jordtype og etter analyse av jordas pH.

## 7. [Vedlegg 7, Mekaniske løsninger RCZ tørr vasking.pptx, side 11]

## Kvalitet på vaskevann betydelig bedre med Re-con Zero tørr vasking.

### Analyse av Slam

Prøvestoff	Prøvekode	Prøvebeskrivelse	Tinn (Sn)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Arsen (As) Premium LOD	Bly (Pb) Premium LOD	Kadmium (Cd) Premium LOD	Kvikksølv (Hg) Premium LOD
			%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
EUNOMO-00112006	439-2018-11080134	Slam fra vanlig vask	24,8	240	70	27	320	18	42	0,63	0,022
EUNOMO-00112006	439-2018-11080306	Slam fra Re-con Zero	39,5	180	42	20	250	20	15	0,33	0,009

### Analyse av vaskevann fra bil

pH målt ved 23 +/- 2°C	Lukt/smak	Farge/tilpendent st	Klorid (Cl)	Fosfat (PO4-P)	Nitret (NO3-N)	Bly (Pb), oppløst	Sink (Zn), oppløst	Tjermik oksygenforbruk (KOF Mn)				
									mg P/l	mg/l	mg/l	µg/l
EUNOMO-00112006	439-2018-11080305	Vann vanlig vask	>11	Så vilt konstaterbart	8	25	47,4	<2	68000	9,9	9,4	22
EUNOMO-00112006	439-2018-11080308	Vann vask med Re-con Zero	>11	Så vilt konstaterbart	4	30	27,8	<2	20000	1,1	42,0	7,8

## Referanser:

- [0] Miljødirektoratet, "Forslag til foreskrift for betongproduksjon", Miljødirektoratet, Hentet fra: <https://www.miljodirektoratet.no/hoeringer/2021/september-2021/forslag-til-forskrift-for-betongproduksjon/> (lastet ned: 12.05.2022)
- [1] Jan Vincent Thue. «Betong.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/betong> (Sist lest: 12.05.2022)
- [2] Torstein Årtun, Norvald Nesse, Inga Baadshaug Eide. «Sement.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/sement> (Sist lest: 12.05.2022)
- [3] Jan Vincent Thue. «Armert betong.» Store norsk leksikon. Hentet fra: [https://snl.no/armert\\_betong](https://snl.no/armert_betong) (Sist lest: 12.05.2022)
- [4] Sven Ore. «Armert plast.» Store norske leksikon. Hentet fra: [https://snl.no/armert\\_plast](https://snl.no/armert_plast) (Sist lest: 12.05.2022)
- [5] Joar Markali, Bjørn Pedersen. «Fiberarmerte materialer.» Store norske leksikon. Hentet fra: [https://snl.no/fiberarmerte\\_materialer](https://snl.no/fiberarmerte_materialer) (Sist lest: 14.05.22)
- [6] Torstein Årtun, Norvald Nesse, Inga Baadshaug Eide. «Sement.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/sement> (Sist lest: 14.05.2022)
- [7] Helmer Fjellvåg, mf. «Tungmetaller.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/tungmetaller> (Sist lest: 14.05.2022)
- [8] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Bly.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/bly> (Sist lest: 14.05.2022)
- [9] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Kadmium.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/kadmium> (Sist lest: 14.05.2022)
- [10] Bjørn Pedersen. «Kobber.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/kobber> (Sist lest: 14.05.2022)
- [11] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Krom.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/krom> (Sist lest: 14.05.2022)
- [12] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Kvikksølv.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/kvikksolv> (Sist lest: 14.05.2022)
- [13] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Nikkel.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/nikkel> (Sist lest: 14.05.2022)

- [14] Per. K. Kofstad, Bjørn Pedersen. «Sink.» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/sink> (Sist lest: 14.05.2022)
- [15] Bjørn Pedersen. «Suspensjon(Kjemi).» Store norsk leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/suspensjon - kjemi> (Sist lest: 14.05.2022)
- [16] Jan Vincent Thue, “karbonatisering”, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/karbonatisering> (Sist lest: 14.05.2022)
- [20] Bjørn Pedersen, “pH”, Store Norske Leksikon, <https://snl.no/pH> (Sist lest: 14.05.2022)
- [17] Universitetet i Stavanger, [https://www.uis.no/nb/ingenior-og-sivilingenior/oppgaveskriving-ved-det-teknisk-naturvitenskapelige-fakultet#/  
/](https://www.uis.no/nb/ingenior-og-sivilingenior/oppgaveskriving-ved-det-teknisk-naturvitenskapelige-fakultet#/) (Sist lest: 14.05.2022)
- [18] Dr Richard Coulton, “How to treat concrete washwater”, constructionnews.co, <https://www.constructionnews.co.uk/special-reports/how-to-treat-concrete-washwater-14-04-2016/> (Sist lest: 14.05.2022)
- [19] airliquide, “Vannbehandling”, Airliquide, <https://no.airliquide.com/gasslosninger/vannbehandling> (Sist lest: 14.05.2022)
- [21] Instituttet for biovitenskap, “Mikronæringsstoffer”, Universitetet i Oslo, <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/m/mikronaering.html> (Sist lest: 14.05.2022)
- [22] COWI, Multiconsult Joint Venture, “Miljørisikovurdering- Utslipp av vann fra anleggsfasen”, Oslo kommune, Hentet fra: <https://www.statsforvalteren.no/contentassets/deeae741adb1442aaaa67d14a26f3e74/vedlegg-3---miljorisikovurdering-fornebubanen.pdf> (Sist lest: 14.05.2022)
- [24] Catrine Eckbo, “Ser på løsninger for å gjennvinne betong”, NMBU, Hentet fra: <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/43349> (Sist lest: 14.05.2022)
- [23] Ola Skjølvold, “Veiledning for behandling av restmaterialer ved betongproduksjon” SINTEF byggforsk, Hentet fra: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/utgatt/fm-telemark/dokument-fmte/miljo-og-klima/forurensning/2015/tillatelser/alltid-betong-as/veileder-for-behandling-av-restmaterialer--ved-betongproduksjon.pdf> (Sist lest: 14.05.2022)
- [25] Fabeko, <https://hoering.miljodirektoratet.no/LastNedSp%C3%B8rsm%C3%A5UttalelseVedlegg/df189737-bae6-4bdf-91f2-41fea39fd208> (Sist lest: 14.05.2022)
- [26] Betongelement foreningen, Basal, Byggevareindustrien, <https://hoering.miljodirektoratet.no/LastNedSp%C3%B8rsm%C3%A5UttalelseVedlegg/c4b661d8-9197-44a2-9161-01f773f0cb37> (Sist lest: 14.05.2022)
- [27] Norske betongforening, “Visste du dette om betong og miljø?”, Hentet fra: <https://betong.net/wp-content/uploads/17966-Visste-du-dette-om-betong-og-milj%C3%B8-WEB.pdf> [NR.8, lest 27.03.2022]
- [28] Regelrådet, sist lest 29.04.2022, <https://hoering.miljodirektoratet.no/LastNedSp%C3%B8rsm%C3%A5UttalelseVedlegg/e75b4f53-a4e5-4c99-be10-126963029981>
- [29] Mapei, [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/1\\_6946-reconzeroevo-no\\_03a5c4aa768b48feb59545691d1d1d0e.pdf?sfvrsn=1352ddcb\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/1_6946-reconzeroevo-no_03a5c4aa768b48feb59545691d1d1d0e.pdf?sfvrsn=1352ddcb_0) (Sist lest: 14.05.2022)
- [30] miljødirektoratet, 24/9/21, miljødirektoratet, <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DJFzjq2WN0J:https://hoering.m>

[iljodirektoratet.no/LastNedVedlegg/17015+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no](https://iljodirektoratet.no/LastNedVedlegg/17015+&cd=1&hl=no&ct=clnk&gl=no) (Sist lest: 14.05.2022)

- [31] Sindre Svendrup Strand, “Mapei og Mona betong skal gjøre betongslam til verdifull ressurs”, bygg industrien, <https://www.bygg.no/mapei-og-mona-betong-skal-gjore-betongslam-til-lonnsom-ressurs/1459160/> (Sist lest: 14.05.2022)
- [32] Stefan Jacobsen, “Resirkulering og gjenbruk av betong”, Norsk Betongforening, <https://betong.net/wp-content/uploads/7-web-Resirkulering-og-gjenbruk-av-betong.pdf> (Sist lest: 14.05.2022)
- [33] Norsk betongforening, “Betong og miljø”, artikkelsamling, [https://betong.net/wp-content/uploads/NB-rapport-nr-6\\_Betong-og-milj%C3%B8.pdf](https://betong.net/wp-content/uploads/NB-rapport-nr-6_Betong-og-milj%C3%B8.pdf) (Sist lest: 14.05.2022)