

Forord

Denne veilederen omhandler resirkuleringsanlegg ved betongfabrikker og er utarbeidet for å støtte produsenter i arbeidet med å oppfylle krav i gjeldende lover og forskrifter. Forurensningsforskriften kapittel 33 om forurensning fra produksjon av betong, betongvarer og betongelementer [se veileder til forskriften på: [Betongproduksjon - miljodirektoratet.no](https://miljodirektoratet.no/tema/forurensning/forurensningsforskriften)] setter krav til støy fra betongfabrikkene og vann som slippes ut til resipient. Det er spesielt kravene til pH og suspendert stoff i utslippsvann fra bedriftens område som krever tiltak på betongfabrikkene.

Innholdet i denne veilederen dekker temaer som vannbehandling, gjenbruk av materialer, drift og vedlikehold av resirkuleringsanlegg samt kontroll med støy. Ettersom flere fabrikker allerede må behandle overflatevann på eget område som utslippsvann, er også dette behandlet i veilederen.

Veilederen er utarbeidet av Betong Norge i samarbeid med fagpersoner og representanter fra bransjen. Arbeidet har lagt vekt på å sikre at innholdet er i tråd med gjeldende kunnskap, standarder og regelverk på tidspunktet for ferdigstillelse.

Betong Norge forutsetter at veilederen brukes av personer med nødvendig faglig kompetanse og forståelse for de forutsetningene som ligger til grunn.

Selv om veilederen har vært på høring i fagmiljøet, kan det likevel forekomme feil eller mangler. Dersom du oppdager feil, mangler eller har forslag til forbedringer, ber vi om at dette meldes til post@betongnorge.no. Betong Norge vil oppdatere veilederen ved behov, i takt med ny teknologi og endringer i regelverket.

Veilederen alene garanterer ikke et fullt ut funksjonelt anlegg.

Forord.....	1
1 Innledning.....	4
2 Begreper og forutsetninger i veilederen.....	4
3 Ledelse og styring.....	6
3.1 Ledelsens ansvar omfatter blant annet:	6
3.2 Styringssystem og rutiner	6
4 Veileder for resirkuleringanlegg.....	6
4.1 Dimensjonering av anlegget: Vannforbruk	6
4.2 Oppbygning av anlegget: Bassenger	7
4.1 Tømmebasseng	7
4.2 Sedimenteringsbasseng	8
Dimensjonering av sedimenteringsbasseng	9
4.3 Rentvannsbasseng.....	10
4.4 Tiltak mot frost	10
4.5 Sikkerhetstiltak.....	11
5 Drift av anlegget.....	11
5.1 Drift av sedimenteringsbasseng:.....	11
5.2 Bruksrutiner for sjåfører:	12
6 Prøvetaking av slam og vann i resirkuleringanlegg	13
6.1 Slam og prøvetaking – inert avfall og ordinært avfall.....	13
Hva er inert avfall (faglig forklaring)?	13
6.2 Prøvetakingsprosedyrer	14
6.3 Prøvetaking og analyse av slam	16
7 Diffuse utslipp – hva det er og hvordan det kontrolleres	19
7.1 Støv.....	19
7.2 Lukt.....	19
7.3 Avrenning fra flater	19
7.4 Støy.....	20
8 Alternative løsninger og Fou-prosjekter	21
8.1 Tørrvask med sand	21
Illustrasjon av tørrvaskprosessen.....	22
Gjenbruk av sand etter tørrvask	23
Mengdeeksempel fra Betong Øst (2024).....	23

8.2 Tørrvask med kjemikalier	23
8.3 Gjenbruk av filterkaker.....	25
9 Oppsummering.....	26

1 Innledning

Denne veilederen beskriver utforming og dimensjonering av resirkuleringsanlegg ved betongfabrikker, og gir praktiske eksempler på løsninger som oppfyller kravene i gjeldende lover og forskrifter.

Forskriften krever at plastfiber fjernes fra prosessvannet før utslipp. Fiber skal håndteres som egen avfallsfraksjon og leveres til godkjent mottak.

Ulike teknologier som vasketrommel og filterpresse kan bidra til bedre utskilling og gjenbruk av materialer. Slike løsninger beskrives i senere kapitler.

Kravene til pH og innhold av suspendert stoff i utslippsvann gjør vannbehandling til et sentralt tema. Ettersom flere fabrikker allerede behandler overflatevann som utslippsvann, er dette også inkludert i veilederen.

2 Begreper og forutsetninger i veilederen

Veilederen tar utgangspunkt i en fabrikk med en årsproduksjon på opptil 30 000 m³ fabrikkbetong og beskriver dimensjoneringskriterier for et sedimenteringsanlegg bestående av tre bassenger:

- Tømmebasseng der de groveste partiklene skilles ut
- Sedimenteringsbasseng som fjerner de finere partiklene
- Rentvannsbasseng som er tilnærmet fritt for finstoff

Enkelte fabrikker kan trenge et fjerde basseng for å håndtere variasjoner i produksjon og vannkvalitet.

Begrepet *sedimentering* brukes om prosessen der partikler synker til bunns på grunn av egen vekt. Prosessen fjerner ikke oppløste stoffer i vannet.

Bassengene dimensjoneres ut fra den totale vannmengden som tilføres anlegget. Dette er en enkel og driftssikker løsning som hovedsakelig krever jevnlig tilsyn og tømning. Effektiviteten påvirkes av vannets sammensetning, tømningsfrekvens og utforming. Erfaringer viser at mange fabrikker har for små basseng til å møte nye krav. For å nå målsettingen om null utslipp anbefales det å øke bassengvolumene slik at vannkvaliteten blir tilfredsstillende.

Gode driftsrutiner for sedimenteringsbassengene er avgjørende. Dette omfatter faste tømmerutiner og tilstrekkelig oppholdstid for sedimentering - at vannet i bassengene får stå lenge nok så partikler får tid til å synke. Bassengenes form og plassering må tilpasses lokale forhold.

I denne veilederen brukes følgende begreper om vann:

- **Rent vann:** vann fra offentlig eller privat vannledning.
- **Prosessvann:** vann fra resirkuleringsanlegget som brukes på nytt i betongproduksjon eller til vask av utstyr.

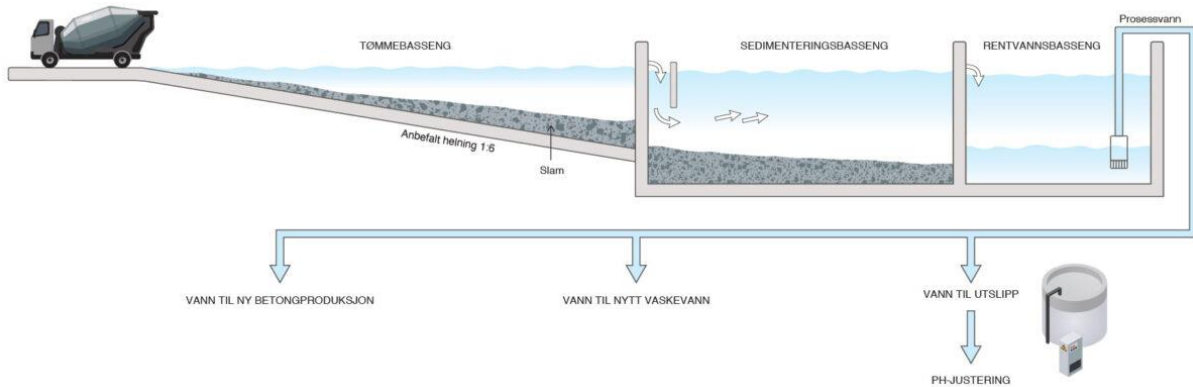
- **Utslippsvann:** vann som ledes til kommunalt nett eller direkte til resipient.

Kravene til pH og innhold av suspendert stoff i utslippsvann vil kreve endringer ved fabrikkene.
Veilederen omtaler:

- Økt gjenbruk av prosessvann
- Redusert vannforbruk ved vask
- Krav om analyse og pH-justering av utslippsvann
- Strengere krav til innhold av suspendert stoff i utslippsvann

Flokkuleringsmidler kan brukes for å få små partikler i vannet til å klumpe seg sammen slik at de lettere kan skilles ut som slam. Dette gir klarere vann og bedre renseeffekt i anlegget.

Flokkuleringsmidler kan være forholdsvis kostbart. Det kan være en bedre investering å velge et fjerde basseng eller tank.



3 Ledelse og styring

God håndtering av prosessvann og slam handler ikke bare om tekniske løsninger – det er også et lederansvar. Ledelsen må sikre at rutiner, prøvetaking, oppfølging av bassenger og internkontroll faktisk gjennomføres i det daglige, og at det settes av tid og ressurser til dette.

Betongfabrikker som håndterer prosessvann og slam etter kapittel 33 er avhengige av at ledelsen følger opp både drift, internkontroll og kompetanse. Anlegget vil bare fungere som planlagt dersom ansvaret er tydelig fordelt, rutiner gjennomføres og avvik håndteres systematisk.

3.1 Ledelsens ansvar omfatter blant annet:

- sikre at virksomheten har tydelige rutiner for drift av bassenger, prøvetaking, slamdisponering og støy
- sørge for at ansatte er kjent med kravene i forskriften og har nødvendig opplæring
- påse at prøvetaking og kontroll gjennomføres med riktig frekvens
- følge opp prøveanalyser og vurdere resultatene i internkontrollen
- sørge for at avvik registreres og brukes aktivt til forbedring
- sikre at det settes av tilstrekkelige ressurser til driftskontroll, vedlikehold og tømming
- sørge for at ansvar fordeles tydelig mellom ledelse, sjåfør, operatører og driftsansvarlig

Ledelse og styring er avgjørende for at miljøkravene etter §33 blir fulgt over tid, og for å sikre at fabrikkens prosessvann- og slamløsning fungerer som planlagt.

3.2 Styringssystem og rutiner

Et godt styringssystem innebærer at:

- ansvar og roller er tydelig fordelt
- rutiner er kjent og forstått av alle
- avvik fanges opp og følges opp
- driftspersonell får nødvendig opplæring
- resultater fra prøvetaking brukes aktivt

Tydelig ledelse gir trygg drift og sikrer etterlevelse av kravene i §33.

4 Veileder for resirkuleringsanlegg

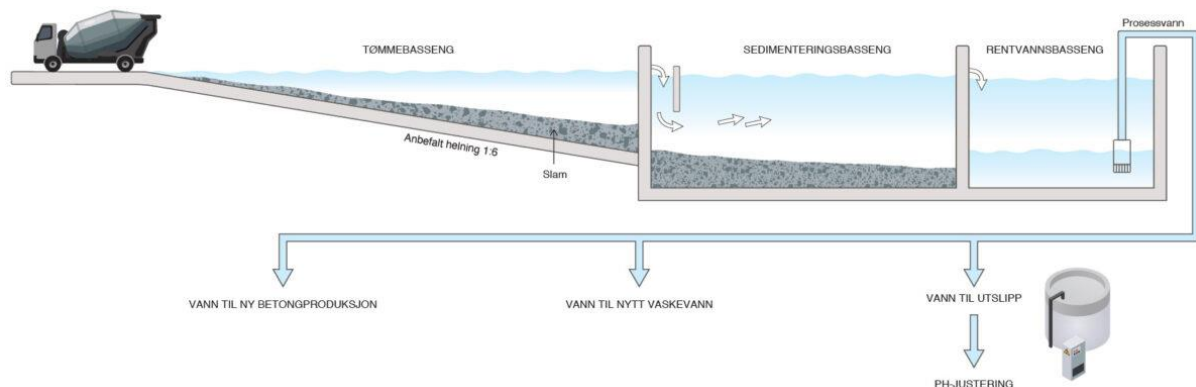
4.1 Dimensjonering av anlegget: Vannforbruk

På de fleste betongfabrikker er både årsproduksjon og antall betongbiler forholdsvis stabile størrelser, og brukes som grunnlag for dimensjonering av anlegget.

Som et veiledende utgangspunkt legges det til grunn et vaskevannforbruk på 1500 liter per dag til rengjøring av blandeverket og 1 000 liter per bil per dag. Forbruket kan styres drastisk ned gjennom klare rutiner for sjåførene.

Oppgradering til tørrvasksystem kan gi betydelig reduksjon i vannforbruket. Slike løsninger beskrives i senere kapitler.

4.2 Oppbygning av anlegget: Bassenger



Resirkuleringsanlegget bør plasseres nær blandeverket og nedstrøms for dette, slik at søl kan spyles og vaskevann renner direkte til tømmebassenget. Det må etableres fall mot innløpet slik at vann og slam ledes effektivt dit. Det vil være en del sprut fra vask av blanderen så hele fabrikkområdet må kontrolleres slik at vann renner mot bassengene. Overflatevann bør behandles i lukket system inkl. fordrøyningstank og oljeutskiller før videreføring til sedimenteringsanlegg eller resipient.

Rent overvann fra andre områder skal avskjæres for å unngå unødvendig tilførsel.

Bassengene kan med fordel utformes i plastøpt betong. Form og plassering må tilpasses lokale forhold som terreng og tilgjengelig plass.

4.1 Tømmebasseng

Tømmebassenget mottar vaskevann fra bilvask, utstyr og blandeverk. Det inneholder grove partikler og må utformes for enkel tømning og vedlikehold. Oljeutskiller skal installeres dersom oljeholdig vann kan tilføres anlegget.

Bassenget bygges vanligvis med en skrå plate i betong. Dersom hjullaster skal benyttes til tømningen, bør helningen ikke overstige 1:6.

Hver bilvask tilfører ca. 200–400 liter grovslam. Slammagasinet bør ha kapasitet til minst én ukes vask. For et anlegg med sju biler tilsvarer dette 14–18 m³ grovslam per uke. Totalvolumet bør være minst det dobbelte. Det forutsettes at returbetong ikke plasseres i tømmebassenget, men gjenbrukes eller plasseres annet sted.

Eksempel:

Et basseng for sju biler kan ha lengde 12 m, bredde 4 m og dybde 2 m under bakkenivå. Ønskes lengre tømingsintervaller, økes volumet.

Bassenget bør kunne pumpes tomt for vann før uttak av sedimenter. Det bør tømmes regelmessig, normalt ukentlig. For høyt slamnivå kan føre til at grove partikler følger med til sedimenteringsbassenget og reduserer renseeffekten. Regelmessig oppfølging er nødvendig.

Utløpet bør utformes slik at sedimenteringsbassenget får jevn vannføring og unngår støtbelastning. Dette kan løses med pumpe, eller med slisser i veggen mellom tømmebassenget og sedimenteringsbassenget. Slissene bør være omtrent 10 cm brede. Dybden tilpasses høyden på vannvolumet som skal holdes tilbake i tømmebassenget, og antallet slisser dimensjoneres slik at vannet rekke å renne ut før neste tømming.

Utløpsanordningen bør i tillegg ha en overløpskant over slissene. Denne skal sikre at vannet likevel renner videre til sedimenteringsbassenget dersom tømmingene blir større eller skjer oftere enn forutsatt under innkjøring. Overløpskanten må plasseres lavere enn nivået der vannet kan renne ut til terrenget.

Ved innkjøring av anlegget tettes overfløydige slisser med plater eller lignende, slik at vannvolumet fra tømmingen først holdes tilbake i tømmebassenget og deretter renner sakte inn i sedimenteringsbassenget. For finjustering kan deler av en slisse blendes av med plate.

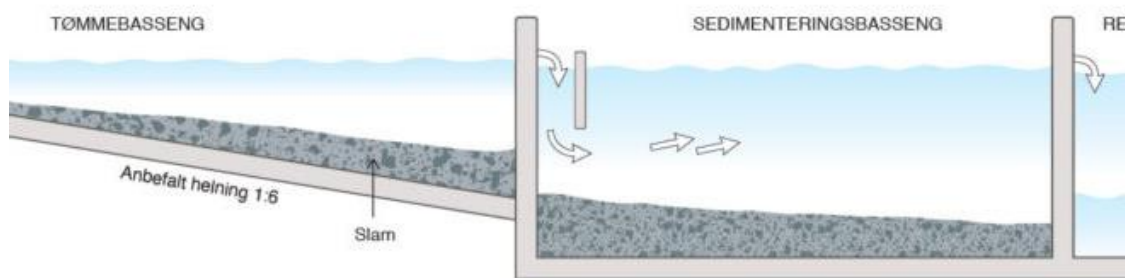
4.2 Sedimenteringsbasseng

Sedimenteringsbassenget sørger for at partikler synker til bunnen slik at vannet klarer. Effektiviteten avhenger av overflate, volum og rolig vannføring. Turbulens må unngås.

Bassenget må ha tilstrekkelig volum og følges opp jevnlig. Jo større volum og overflate, desto klarere vann. Kravene varierer etter om vannet skal gjenbrukes eller ledes til resipient.

Vannspeilet i sedimenteringsbassenget bør ligge 5–10 cm under underkant av overløpet fra tømmebassenget. Det skal monteres dykkert på innløp og utløp for å hindre flytende avfall. Disse må kontrolleres regelmessig.

For å sikre jevn fordeling av vannet som strømmer inn i bassenget, bør det monteres en innløpskonstruksjon ved innløpet. Konstruksjonen skal sørge for at vannet fordeles jevnt over hele bassengets tverrsnitt, og hindre at vannet går i kortslutning langs overflaten direkte til utløpet.



Vannet bør føres inn i bassenget på en dybde fra omtrent 0,7 meter under overflaten til 0,7 meter over bunnen. Det er viktig at innløpet ikke skaper strømmer som virvler opp sedimentert slam. Dersom dette skjer, kan den vertikale platen heves, eller det kan monteres en ekstra, horisontal plate som leder vannet utover i bassenget før strømmen når ned mot bunnen.

Innløpskonstruksjonen kan med fordel lages av tre (for eksempel forskalingsplater), slik at den enkelt kan tilpasses og justeres etter praktiske erfaringer.

Sedimenteringsbassenget bør være rektangulært, med forhold mellom lengde og bredde på 2:1 til 5:1. Utløpet bør ligge langs hele kortsiden, og vann trekkes av i overflaten. Overløpskanten skal ligge minst 5 cm under innløpsslissen fra tømmebassenget. Skum og overflatebelegg bør hindres med skjerm.

Minimum dybde er 2 m. Ved god drift er tømming én–to ganger årlig normalt tilstrekkelig.

Renseeffekten avhenger av bassengets overflate, volum og rolig vannføring. Slamnivået skal overvåkes og tømmes ved behov. Tømming kan utføres med sugebil, pumpe eller gravemaskin.

Dimensjonering av sedimenteringsbasseng

Tidligere ble sedimenteringsbassengets størrelse beregnet etter $2 \times Q_{\text{time}}$.

Nye anbefalinger tilsier at dette økes til $4 \times Q_{\text{time}}$ for å oppnå bedre renseeffekt og tilfredsstillende kravene til maksimalt innhold av suspendert stoff i utslippsvann.

Kriterier for dimensjonering:

$$O > 4 \times Q_{\text{time}}$$

Der:

$$O = \text{bassengets overflate (m}^2\text{)}$$

$$Q_{\text{time}} = \text{største dimensjonerende tilrenning (m}^3\text{/time)}$$

Dersom nøyaktige data ikke foreligger, kan Q_{time} estimeres slik:

$$Q_{\text{time}} = \text{antall biler} \times 1,5$$

Eksempel:

En fabrikk med 10 betongbiler i daglig drift får:

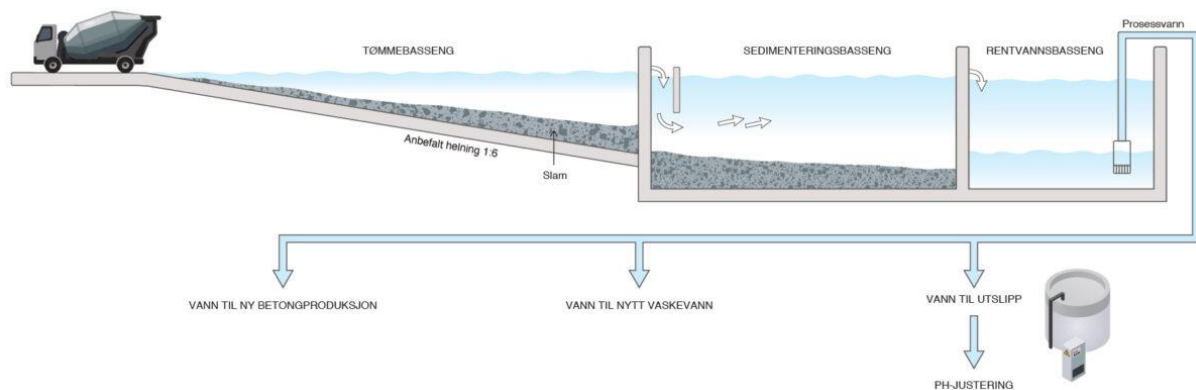
$$Q_{\text{time}} = 10 \times 1,5 = 15 \text{ m}^3/\text{time}$$

$$O = 4 \times Q_{\text{time}} = 4 \times 15 = 60 \text{ m}^2$$

Sedimenteringsbassenget bør dermed ha en overflate på minimum 60 m² for å sikre tilstrekkelig kapasitet.

4.3 Rentvannsbasseng

Vannet fra sedimenteringsbassenget ledes videre til rentvannsbassenget for lagring før gjenbruk eller utslipp. Det er krav til utslippsvann



Volumet avhenger av behovet for prosessvann. For anlegg der prosessvannet kun gjenbrukes til vask av biler og blandeverk, anbefales et volum tilsvarende maksimalt døgnforbruk. For et anlegg med sju biler tilsvarer dette ca. 8–9 m³.

Et anlegg som produserer 30 000 m³ ferdigbetong årlig, bruker om lag 13 m³ vann per dag i betongproduksjonen.

4.4 Tiltak mot frost

I områder med frost bør anlegget sikres med isolerte overbygg eller varme. Bassengene bør ligge så dypt som mulig for å utnytte jordvarme.

Sedimenterings- og rentvannsbasseng kan normalt beskyttes med isolert plate, med luke for tømning.

Tømmebasseng og vaskeplass krever mer omfattende tiltak: overbygg, varmekabler eller vannbåren varme.

Ved korte frostperioder kan avising med steamer benyttes, men uten å skape bevegelse i sedimenteringsbassenget. Bobleanlegg skal ikke brukes.

Slanger tømmes etter bruk, og tørroppstilte pumper plasseres i oppvarmet rom.

4.5 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 kanter høyere enn 50 cm over tilstøtende plan skal det monteres rekkverk, minst 1 m høyt, med knelist på 50 cm.

Dersom sedimenterings- og rentvannsbasseng ikke dekkes med (frostbskyttende) plate, skal det settes opp rekkverk rundt. Tømmebassenget bør også sikres ved dypere partier.

5 Drift av anlegget

Regelmessig drift og oppfølging er avgjørende for at anlegget skal fungere som forutsatt. Dersom bassengene ikke tømmes for sedimenter med jevne mellomrom, vil renseeffekten reduseres og investeringene miste sin verdi.

God drift innebærer at anlegget tilpasses den faktiske belastningen, særlig i innkjøringsfasen. Tømmebassenget må tømmes ofte og før det er fullt – dette er den viktigste rutinen for å sikre stabil drift. Det er også enklere å tømme bassenget dersom grovslammet ikke får legge seg helt inntil endeveggen.

I tillegg bør pumper vedlikeholdes, vaskeplasser holdes rene og tiltak mot frost gjennomføres ved behov.

Erfaring viser at anlegget fungerer best når én person har hovedansvar for driften og følger opp rutiner og vedlikehold systematisk.

5.1 Drift av sedimenteringsbasseng:

- Vaskevann fra blanderen og betongtromlene ledes først til kammer 1 – tømmebassenget. Det er viktig at betongrester aldri tømmes direkte i anlegget, da dette raskt vil redusere kapasiteten.
- Slamnivået i tømmebassenget må ikke overstige 40–60 cm under overløpet, avhengig av bassengets høyde. Før tømning bør anlegget stå urørt i minst 8–12 timer, slik at sedimenteringen får tid til å skje. Mandag morgen er ofte et gunstig tidspunkt for tømning.
- Ved tømning pumpes vannet fra tømmebassenget over i en tank eller til kammer 2 for å redusere vannmengden og gjøre håndteringen av slammet enklere. Slammet fjernes deretter med hjullaster og legges på fabrikkens anviste plass for avrenning og tørking. Denne plassen skal ha støpt plate med fall mot sedimenteringsbassenget, sandvoll eller tilbakeføring til kammer 1.
- Når slammet er fjernet, kan vannet fra tanken tilbakeføres og anlegget tas i bruk igjen. Tørt slam kan gjenbrukes eller leveres til godkjent mottak.

- Kammer 2 – sedimenteringsbassenget – bør om mulig utformes slik at det kan tømmes med hjullaster. Dersom dette ikke er praktisk, må slammet fjernes med sugebil. Tømming bør skje etter behov, men alltid før slamnivået overstiger halvparten av bassengdybden.
- Kammer 3 – rentvannsbassenget – krever normalt sjelden tømming dersom anlegget driftes riktig. Når tømming er nødvendig, gjøres dette med sugebil etter at vannet er fjernet. Slamnivået i dette kammeret skal alltid være minst 50 cm under inntaket til pumpen dersom vannet brukes til ny betongproduksjon.
- Prøvetaking og analyse skal utføres ved overrenningspunktet fra kammer 3, basert på resipient- og risikoanalyse. Videre overvåking av tungmetaller, olje, suspendert stoff og pH må etableres dersom prøver viser behov for dette.

5.2 Bruksrutiner for sjåførere:

- Returbetong og rester skal ikke tynnes ut og tømmes i tømmebassenget. Trommelen skal være tom før vask, og lokale rutiner for vannbruk skal følges.
- Alle sjåførere er ansvarlige for å rydde etter seg. Mindre betongrester som blir liggende igjen på vaskeplaten, skal spyles ned under vannlinjen i kammer 1 for å hindre at det dannes harde betongbelegg på overflaten.

6 Prøvetaking av slam og vann i resirkuleringsanlegg

For å sikre at kravene i forskriften oppfylles, skal virksomheten ha rutiner for måling, prøvetaking og overvåking av prosessvann og utslippsvann.

6.1 Slam og prøvetaking – inert avfall og ordinært avfall

Vannet som brukes etter tørrvask (500–800 liter) går i tømmebassenget og blir til slam. Dette slammet skal leveres til et lovlig godkjent mottak, og hva slags mottak som kan ta imot slammet, avhenger av om slammet klassifiseres som inert avfall eller ordinært avfall, jf. avfallsforskriften kapittel 9 og 10.

Hva er inert avfall (faglig forklaring)?

Inert avfall er avfall som:

- ikke reagerer kjemisk
- ikke brytes ned
- ikke frigir skadelige stoffer (tungmetaller mm.)
- ikke påvirker jord, vann eller miljø
- er stabilt over tid

Betongslam kan regnes som inert dersom innholdet av tungmetaller og andre stoffer ligger under grenseverdiene. For å dokumentere dette må fabrikken ta en utlekkingstest. I denne testen blandes slammet med vann, og laboratoriet analyserer hvor mye som lekker ut. ALS og Eurofins utfører slike tester.

Hvis slammet er inert:

- det kan leveres billigere
- kravene til deponiet er lavere
- mottaket må ha godkjenning for inert avfall

Hvis slammet har høyere nivåer av tungmetaller eller andre stoffer, klassifiseres det som ordinært avfall, som er dyrere å deponere, og krever mottak med tillatelse for ordinært avfall.

Inert slam er slam som oppfører seg pent. Det gjør ingen skade, lekker ikke farlige ting ut i vannet og reagerer ikke med noe rundt seg. Det er som en liten sandhaug som bare ligger der stille. Ordinært slam inneholder litt mer “uønsket stoff”, og må derfor til et dyrere mottak som kan håndtere det.

6.2 Prøvetakingsprosedyrer

Resultatene skal dokumenteres og vurderes jevnlig som del av virksomhetens internkontroll. I det følgende har vi satt opp noen punkter til hjelp for utarbeidelse av kontroll- og prøvingsprosedyrer.

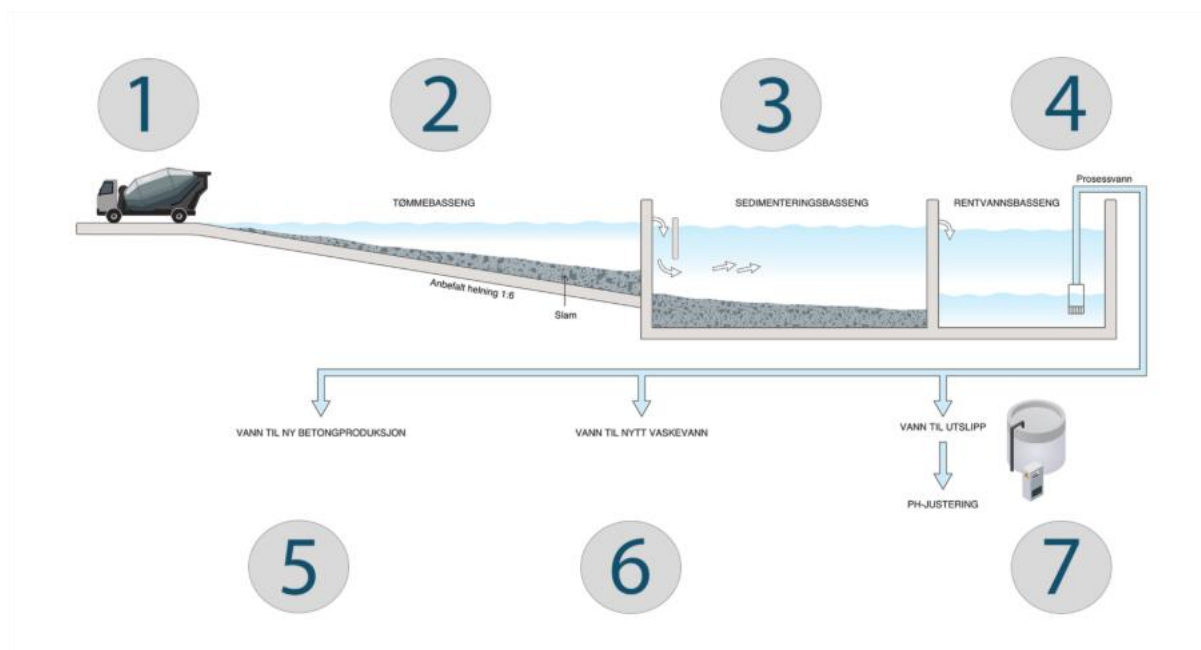
Alle målinger og prøver skal dokumenteres og oppbevares i henhold til **internkontrollforskriften**. Virksomheten bør ha følgende rutiner:

- **Måle- og analysekrav:** registrering av vannforbruk, prøvetaking av pH, suspendert stoff og tungmetaller.
- **Frekvens:** minimum kvartalsvis prøvetaking; hyppigere ved avvik.
- **Kontinuerlig overvåking:** fastmontert pH-måler med datalogging og alarm ved avvik.
- **Kalibrering:** sensorer og instrumenter rengjøres og kalibreres etter leverandørens anbefalinger.
- **Ansvar:** definer hvem som prøvetar, registrerer, følger opp og rapporterer.
- **Korrigerende tiltak:** dokumenter tiltak ved overskridelser av grenseverdier.

Et komplett kontrollprogram bør inngå i bedriftens kvalitetssystem (KS).

Dette bidrar til bedre styring av prosessvann, enklere dokumentasjon ved tilsyn, og reduserte utslipp.

Kapitlet beskriver både fysiske kontrollpunkter i resirkuleringsanlegget (punkt 1–7 som vist på tegning 7.1) og de tilhørende kravene til prøvetaking, analyse og dokumentasjon.



1 Vask av biler og utstyr

Vask skal gjennomføres med minst mulig vannforbruk for å redusere belastningen på resirkuleringsanlegget, jf. **forurensningsforskriften § 33-5**.

Der det er mulig bør det benyttes tørrvask eller prosesser som reduserer vann- og slammengde, som Mapei Rekon Zero Dry Wash.

Det skal etableres barrierer slik at regnvann ikke ledes inn i anlegget, og oljeutskiller der oljeholdig vann kan forekomme.

Prøvetaking av vaskevann bør gjøres kvartalsvis for å overvåke innhold av tungmetaller og suspendert stoff.

2 Tømmebasseng

Slamnivået i tømmebassenget må overvåkes regelmessig. For høyt nivå fører til at grovere partikler strømmer over til sedimenteringsbassenget og reduserer renseeffekten.

Tømming skal dokumenteres i internkontrollsystemet.

Se dimensjoneringsgrunnlag i **kapittel 3.1 Tømmebasseng**.

3 Sedimenteringsbasseng

Sedimenteringsbassenget sørger for at partikler synker til bunnen.

Effektiviteten avhenger av bassengvolum, overflate og rolig vannføring.

Unngå turbulens – den kan virvle opp partikler og svekke klarningen.

slamnivået skal overvåkes og tømmes ved behov.

For å oppfylle dagens utslippskrav er anbefalt bassengvolum **doblet** sammenlignet med tidligere veiledning.

Se **kapittel 3.3 Dimensjonering**.

4 Rentvannsbasseng

Rentvannsbassenget skal gi tilstrekkelig kapasitet til lagring av vann for gjenbruk eller mellomlagring før utslipp.

For fabrikker som gjenbruker prosessvann i produksjon, anbefales et volum på minst **dobbelt av dagsforbruket**.

Et anlegg som produserer 30 000 m³ betong / år bruker ca. 13 m³ vann per dag.

Vann fra rentvannsbassenget bør kontrolleres minst kvartalsvis for pH og suspendert stoff før bruk i ny produksjon.

5 Prosessvann til ny betongproduksjon

Prosessvann som brukes i ny betong skal oppfylle kravene i **NS-EN 1008 Blandevann til betong**.

Det skal kontrolleres for densitet, kloridinnhold og finstoff.

For å sikre jevn vannkvalitet anbefales en **homogeniseringstank** mellom rentvannsbasseng og blandeverk.

Analysen utføres hos akkreditert laboratorium (f.eks. ALS eller Eurofins) minst én gang per år eller oftere ved endrede driftsforhold.

6 Prosessvann til vaskevann

Det stilles ingen spesifikke standardkrav til vaskevann, men dersom det gjenbrukes i større grad bør innholdet av tungmetaller og pH overvåkes.

Sluttbehandling er normalt gjenbruk i produksjon eller utslipp til resipient dersom kravene i §§ 33-5 og 33-6 overholdes.

7 Utslippsvann til resipient

Utslippsvann skal analyseres for pH, tungmetaller og suspendert stoff.

Grenseverdier finnes i **forurensningsforskriften § 33-5** og skal overholdes uten fortynning.

- Maksimal pH: 9,5 (for normal resipient)
- Maksimal pH: 8,0 (for sårbar resipient)

Statsforvalteren er tilsynsmyndighet, men kommunen kan ha egne tilleggskrav.

Analyser av tungmetaller skal utføres på **filtrerte prøver**.

Prøvetaking skjer fra **siste basseng før utslipp**, og bør gjennomføres **kvartalsvis** med døgnblandet prøve.

Det anbefales å etablere en **prøvetakingskum** etter siste basseng for å få representative prøver og enklere pH-justering før utslipp.

Mer om dette finnes i **Naturbase kart** (for oversikt over lokale resipienter).

Nytt avsnitt etter tilbakemelding fra SGY:

6.3 Prøvetaking og analyse av slam

Slammet fra resirkuleringsanlegget er en konsentrert restfraksjon av finstoff, sementrester, tilsetningsstoffer og annet materiale som følger med betongvannet. Selv om Forurensningsforskriften kapittel 33 først og fremst stiller krav til utslippsvann, vil slammet være et avfallsprodukt som omfattes av Avfallsforskriften kapittel 9 når det skal leveres ut av fabrikk.

For å kunne klassifisere og deklare slammet riktig, og sikre forsvarlig håndtering og disponering, er det nødvendig med enkel, men systematisk prøvetaking og analyse.

Formål med slamprøvene

Prøvetaking og analyse av slam skal gi virksomheten:

- kunnskap om innhold av tungmetaller og andre uønskede stoffer
- grunnlag for å vurdere om slammet er farlig eller ikke-farlig avfall etter Avfallsforskriften kapittel 9 (Lovdata)
- dokumentasjon som etterspørres av avfallsmottak, deponi eller andre mottakere
- sporbarhet og etterprøvbarehet i internkontrollen

Når bør slamprøver tas?

Det er ikke satt faste frekvenser i forskriften, men følgende anbefales som praktisk bransjenivå:

- ved større tømminger av sedimenteringsbasseng eller rentvannsbasseng der slam fjernes
- ved utskifting og borttransport av filterkaker fra filterpresse
- minst én gang per år dersom slam leveres jevnlig til eksternt mottak
- ved større endringer i produksjon, råvarer, tilsetningsstoffer eller renseprosess
- når mottaker av slammet stiller krav om analysegrunnlag

Virksomheten bør beskrive egen frekvens og rutine for slamprøvetaking i internkontrollsystemet.

Hvordan ta representative slamprøver?

Målet er å ta en prøve som representerer den slamfraksjonen som faktisk leveres til mottaker. Metoden kan være enkel, men må være systematisk.

Anbefalt framgangsmåte:

1. Velg prøvested

Prøven tas av slammet slik det foreligger ved håndtering og levering, for eksempel:

- a. slam fra bunn av sedimenteringsbasseng når dette tømmes
- b. filterkaker fra filterpresse
- c. slam som er skrappt sammen og lastes på container

Unngå å ta prøver kun fra overflaten. Prøven bør tas 10–30 cm ned i massen der det er mulig.

2. Ta delprøver

- a. ta 4–6 delprøver fra ulike steder i samme slamvolum
- b. bruk ren plastøse, spade eller annet egnet utstyr uten rust og avskalling
- c. legg delprøvene i en ren bøtte eller balje

3. Lag en samleprøve

- a. bland delprøvene godt sammen i bøtten
- b. ta ut en homogen samleprøve på cirka 0,5–1 kg
- c. fyll denne over i prøvenemballasje fra laboratoriet (typisk plastboks eller flaske)

4. Oppbevaring og forsendelse

- a. merk beholderen tydelig med virksomhetens navn, dato, prøvetakingssted og kontaktperson
- b. oppbevar prøven kjølig frem til forsendelse
- c. send prøven til laboratorium sammen med innsendingsskjema der det fremgår at det gjelder slam fra betongproduksjon

Norske laboratorier som tilbyr analysepakker for avfall og slam er for eksempel Eurofins og ALS Norge. Disse har egne veiledninger og bestillingsskjemaer på sine nettsider.

Hva bør analyseres?

Hvilke parametere som er relevante, avhenger både av slammet og hva mottaker krever. For slam fra betongproduksjon vil typiske analyser være:

- tungmetaller (for eksempel bly, kadmium, krom, kobber, sink, nikkel, kvikksølv)

- pH
- tørrstoff (TS) og eventuelt glødetap
- eventuelle tillegg som olje/hydrokarboner eller organiske miljøgifter dersom det er grunn til mistanke eller mottaker krever det

Laboratoriet kan veilede om hvilke analysepakker som er egnet for klassifisering etter Avfallsforskriften kapittel 9. Resultatene gir grunnlag for å vurdere om slammet skal deklarerer som farlig eller ikke-farlig avfall.

Dokumentasjon, deklarerer og internkontroll

Slam som sendes ut av anlegget som avfall, skal deklarerer i tråd med Avfallsforskriften kapittel 9. Industribedriften har ansvar for å:

- beskrive opprinnelse og type avfall
- oppgi relevant avfallsstoffnummer/EAL-kode i samråd med mottaker
- legge ved aktuelle analyseresultater
- oppgi om avfallet er vurdert som farlig eller ikke-farlig

Det anbefales å lagre følgende informasjon som del av internkontrollen:

- dato og sted for prøvetaking
- navn på prøvetaker
- kort beskrivelse av metode (for eksempel antal delprøver og hvor de er tatt)
- laboratoriets rapport og eventuelle vurderinger fra mottaker
- beslutning om håndtering og sluttbehandling av slammet

Dette gir sporbarhet over tid og gjør det enklere å svare opp spørsmål fra tilsynsmyndigheter og avfallsmottak.

Kort oppsummert

- Slam fra resirkuleringsanlegget er et avfallsprodukt som kan omfattes av Avfallsforskriften kapittel 9 når det leveres ut av anlegget.
- Representativ prøvetaking og enkle analyser gir virksomheten nødvendig kunnskap om slammet.
- Resultatene brukes til klassifisering, deklarerer og valg av riktig mottaker og behandlingsløsning.
- Rutine for slamprøvetaking og lagring av analyserapporter bør inngå i virksomhetens internkontroll

7 Diffuse utslipp – hva det er og hvordan det kontrolleres

Diffuse utslipp er utslipp som ikke kommer fra et definert punkt (rør, kanal, kum eller utslippspunkt), men som oppstår spredt fra flere aktiviteter og uteområder. I betongproduksjon er typiske kilder:

7.1 Støv

- tømming og transport av tilslag
- innblåsning og tapping av sement
- trafikk på uteområder
- tørre flater og lagringsplasser
- resirkuleringsanlegg ved tørr drift

Måling:

Støvnedfall registreres med standardiserte nedfallsbeholdere. Prøvene står normalt ute i 2–4 uker og analyseres for total støymengde (g/m² per dag).

Frekvens: 1–2 ganger pr. år + ved klager.

Utførere: Veiteknisk Institutt, lokale miljølaboratorier, enkelte konsulenter.

7.2 Lukt

- biologisk nedbrytning i slam
- lagring av prosessvann
- spredning fra åpne bassenger

Kontroll:

- Rutiner for tømming
- Loggføring i driftsjournal
- Klageoversikt

7.3 Avrenning fra flater

- kjørespor, lagringsplasser og åpne masser
- kan føre til finstoff og alkalisk materiale i overflatevann

Kontroll:

- jevnlig visuell inspeksjon
- dreneringssystem og avskjærende grøfter
- ekstra prøvetaking ved hendelser (for eksempel søl, fosset vann eller styrtregn)

Betong Norge kan vurdere å inngå en rammeavtale med en aktør som Veiteknisk Institutt for måling av støvnedfall, støy og luftparametere. En felles avtale kan gi lavere pris, lik metodikk på tvers av fabrikker og enklere dokumentasjon ved tilsyn.

7.4 Støy

- pumper, blandeverk, vibrasjonsutstyr
- hjullaster og trucktrafikk
- siloer, varslingsutstyr og kompressorer

Måling og beregning:

- Direktemålinger på fabrikkområdet og ved nabogrense
- Støysonekart (beregning) ved større endringer i drift

Frekvens: hvert 3.–5. år, og alltid ved større endringer i drift eller klager.

Forskriften angir grenseverdier for støy fra virksomheten. Bedriften skal innen ett år etter forskriftens ikrafttredelse ha målt og kartlagt sine støyforhold. Dersom grenseverdiene overskrides, skal det utarbeides en plan med korrigerende tiltak.

Du finner en oversikt over grenseverdiene i Forurensningsforskriften §33-8 på [Forskrift om begrensning av forurensning \(forurensningsforskriften\) - Lovdata](#). Forklarende tekster til forskriften finner du her: [Krav om støygrenser - miljodirektoratet.no](#)

Støygrensene gjelder all ordinær virksomhet ved fabrikken, inkludert intern transport, lasting og lossing av råvarer og produkter. Midlertidige bygge- og anleggsarbeider, samt ordinær persontransport av ansatte omfattes ikke.

Selv om grenseverdiene overholdes har virksomheten likevel en plikt til å redusere sin støy så langt som mulig, og hvordan virksomheten jobber med støyreduksjon skal dokumenteres i internkontrollsystemet.

8 Alternative løsninger og Fou-prosjekter

Deponering bør være siste utvei, både av hensyn til ressursbruk og kostnader ved økende deponeringsgebyrer.

De groveste massene fra tømmebassenget bør legges til tørk på en støpt avrenningsplate, slik at avrenningsvannet ledes tilbake til tømmebassenget. De tørre massene kan gjenbrukes på flere måter. Ressursmessig er gjenbruk som tilslag i betongproduksjonen det beste alternativet.

Slam fra sedimenterings- og rentvannsbasseng bør også gjenbrukes der det er mulig. Slammet består hovedsakelig av finpartikler med høy pH og kan brukes i betongproduksjon, bærelag eller som fyllmasse.

Dersom gjenbruk ikke er mulig, må det leveres til godkjent mottak.

Prosessvannet fra rentvannsbassenget vil ved god drift være tilnærmet klart og bør sirkuleres tilbake til bruk – enten som vaskevann eller som vann i betongproduksjonen.

Ved gjenbruk av prosessvann i betongproduksjon kan anlegget i praksis drives uten utslippsvann.

8.1 Tørrvask med sand

Tørrvask er en metode som stadig flere produsenter tar i bruk for å redusere vannforbruk, slamproduksjon og kostnader knyttet til håndtering og deponering av betongslam. Metoden krever gode rutiner, men når den utføres riktig, gir den svært gode resultater. Betong Øst har arbeidet mye med å utvikle og forbedre tørrvaskrutinene sine, og erfaringene derfra viser tydelig at de som lykkes, er de som følger rutinen konsekvent. De fleste som ikke lykkes, gjør det fordi rutinen ikke følges.

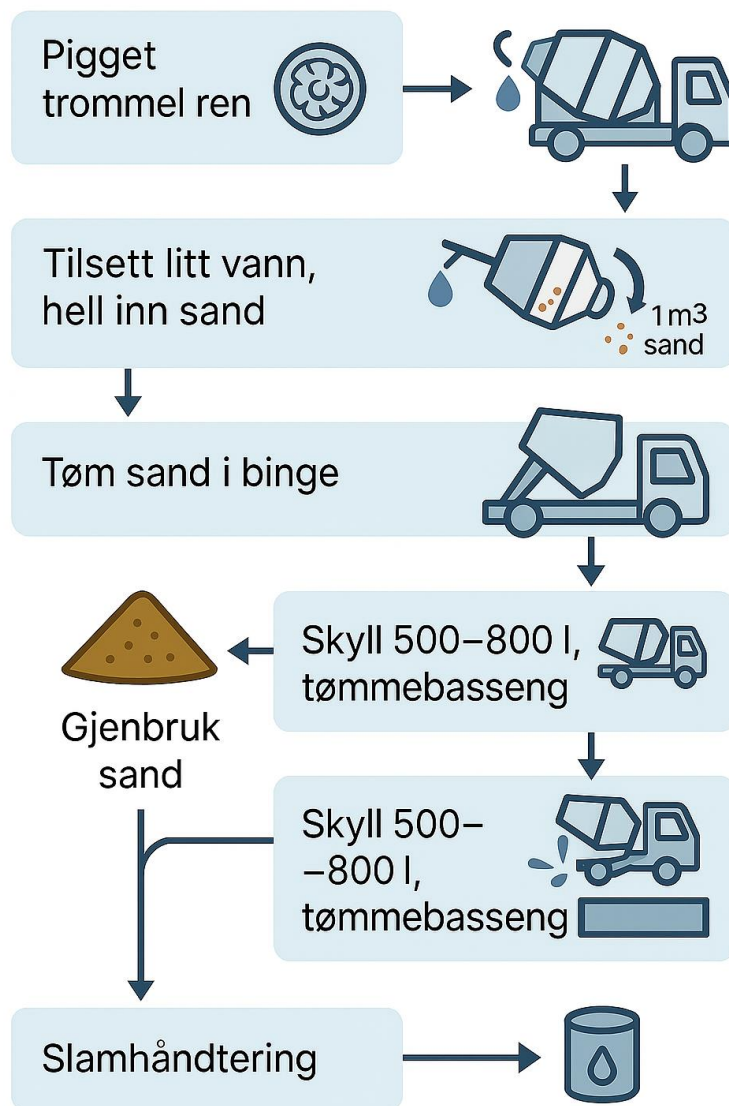
Før man kan starte med tørrvask, må trommelen være helt ren og ferdig pigget. Det kan ikke være fastgrodd betong igjen på skovlene. Sjåførene må derfor kontrollere at trommelen faktisk er pigget ordentlig ren før man går i gang med tørrvasken.

I tørrvasken brukes vanligvis fabrikkens egen 0–8 mm sandfraksjon, som kun brukes én gang. Til én trommelvask brukes omtrent 1 m³ sand. På byggeplass kan man tilsette litt vann før sanden helles inn, noe som forbedrer friksjonen under vasken. Når sanden har gått noen runder i trommelen og løsnet ferske betongrester, tømmes sanden i en egen bunge på fabrikkområdet. Sanden bør lagres under tak, og helst slik at den ikke utsettes for regn. Dersom sanden klumper seg, kan man bruke en knusetrommel eller et galler/sikt for å gjøre den brukbar igjen.

Etter at sanden er tømt ut, vaskes trommelen med 500–800 liter vann, som tømmes i tømmebassenget. Dette vannet inneholder rester av ferske bindemidler og finstoffer, og det blir til slam som håndteres videre gjennom bedriftens ordinære slamrutiner. Grovsedimentene som legger seg i tømmebassenget herfra består i stor grad av sand, og kan teknisk sett gjenbrukes, men dette må inngå i egne lokale rutiner.

Det er avgjørende at hver bedrift utvikler en tydelig, ryddig og enkel rutine for tørrvasken, og at alle sjåførere får en grundig gjennomgang. Rutinen må følges slik den er skrevet. Erfaringene fra Betong Øst viser at selve systemet fungerer svært godt når det brukes riktig. Det eneste reelle investeringsbehovet ved tørrvask er at man har mulighet til å dosere sand etter at blandeoperatøren har gått hjem, slik at sjåførene kan vaske når de kommer sent tilbake fra leveringer eller jobber overtid. Eventuelt kan man sette opp en separat, enkel sanddoseringsløsning kun for tørrvask. I tillegg må sandbingen ha vegger og tak.

Illustrasjon av tørrvaskprosessen



Gjenbruk av sand etter tørrvask

Sand som kommer ut av trommelen etter tørrvask består hovedsakelig av ren 0–8 mm sand blandet med små mengder ferske betongpartikler og tynne belegg av sementslam. Det betyr at materialet har høy gjenbruksverdi. Sanden skal lagres i en egen binge under tak. Dersom den klumper seg, kan den siktet eller knuses tilbake til ønsket fraksjon.

Tørrvasksand etter tromling kan brukes på flere måter:

1. Produksjon av lodd og støpte betongblokker
Dette er det vanligste og tryggeste bruksområdet. Loddbetong tåler variasjoner i kornkurven, og små mengder betongrester påvirker ikke kvaliteten i praksis.
2. Innblanding i ordinær betong:
Sanden kan brukes i vanlig betong dersom den ikke overstiger 5 % av sandfraksjonen. Det anbefales å teste én prøvebatch for å vurdere eventuelt økt vannbehov og påvirkning på konsistens.
3. Interne fyllmasser på fabrikk:
Kan brukes til tilbakefylling, intern veioppbygging, masser bak murer og planering. Dette må avklares med kommunen/Statsforvalteren dersom massene skal ligge permanent, siden dette kan klassifiseres som bruk av avfall.

Mengdeeksempel fra Betong Øst (2024)

Betong Øst har fem biler og produserte 21 000 m³ betong i 2024. Det førte til totalt 1 600 tonn slam, tilsvarende 76 kg slam per m³ betong.

Fordelt slik:

- Bilvask: 5 biler × 2 vask per dag × 230 dager
300 kg slam per vask → 690 tonn slam
- Blandemaskin: 250 vask per år
250 kg slam per vask → 63 tonn slam
- Pumpevask: 40 vask per år
300 kg slam per vask → 12 tonn slam

Totalt: 765 tonn slam = 27 kg per m³ betong

Med en deponipris på 250 - 1500 kr per tonn, utgjør dette 0,1 - 1,15 millioner kroner i årlige kostnader.

Tørrvask kan derfor gi betydelige miljø- og økonomiske gevinster uten større investeringer.

8.2 Tørrvask med kjemikalier

I tillegg til mekaniske og fysiske renseprosesser kan kjemiske hjelpemidler bidra til effektiv rensing og stabil vannkvalitet i resirkuleringsanlegg.

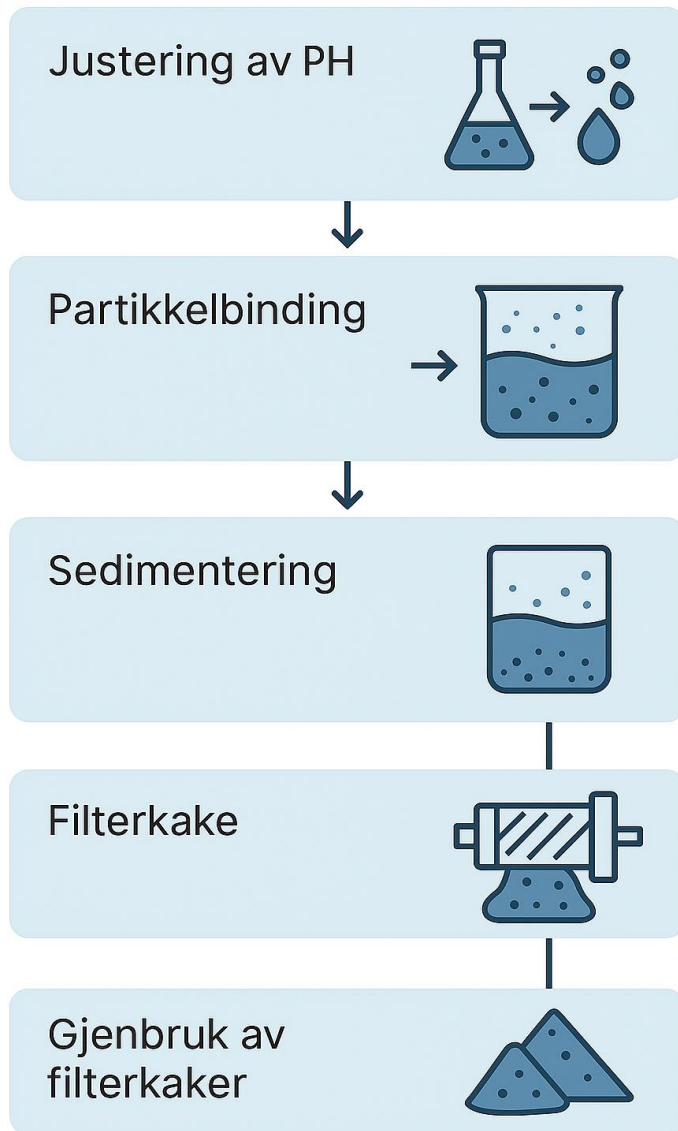
For enkelte betongprodusenter – særlig små og mellomstore bedrifter – kan investering i avanserte filterpresse- eller sedimenteringssystemer være økonomisk krevende.

Det finnes derfor enkle og kostnadseffektive alternativer som kan gi tilfredsstillende renseeffekt uten store investeringer. Disse omtales her som lavterskelløsninger.

Prinsipp og formål

Lavterskelløsninger baserer seg ofte på manuell eller halvautomatisk dosering av kjemikalier for å justere pH og binde partikler slik at de lettere kan sedimentere.

Hensikten er å oppnå et prosessvann med stabil kvalitet, lav turbiditet og nøytral pH, slik at vannet kan gjenbrukes i produksjon eller slippes ut uten å overskride grenseverdiene i forskriften.



Bilde: ChatGPT

Produkttyper og funksjon

Mapei har utviklet produkter som kan benyttes i slike løsninger:

Produktene kan brukes både i manuelle og delvis automatiserte systemer, og krever ingen omfattende tekniske installasjoner. De kan dermed være aktuelle for produsenter som ønsker å forbedre vannkvaliteten uten større investeringer.

8.3 Gjenbruk av filterkaker

Mapei arbeider med et pilotprosjekt for halvautomatisk rensing av prosessvann. Erfaringene fra piloteringen skal danne grunnlag for en sluttrapport med praktiske resultater og anbefalinger for bransjen.

Et delmål i prosjektet er å undersøke gjenbruk av filterkaker fra renseprosessen.

Disse består hovedsakelig av fine partikler og sementrester, og kan potensielt utnyttes som råstoff eller tilsetningsstoff i ny betong.

Løsningen er så langt demonstrert ved Mapeis anlegg i Milano, men er ennå ikke testet i Norge.

Slam fra filterpresse (filterkaker) kan også blandes inn ved tørrvask og benyttes på tilsvarende måte.

Målet er å gjøre slammet til en ressurs fremfor et avfallsprodukt. Arbeidet med dette pågår, og nye løsninger nærmer seg ferdigstillelse.

Tørrvask med bruk av kjemikalier – Rekonp Zero Dry Wash.

https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/line-technical-documentation-documents/cit-baerekraftige-loesninger-utslipp-betongproduksjon-1125-norwegian.pdf?sfvrsn=32f18e8a_3

Et annet utviklingsspor er tørrvask av tromler ved bruk av kjemikalier som absorberer slammet i trommelen. Ved tørrvask legges poser med pulverbasert kjemikalie inn i trommelen.

Produktet reagerer med restbetongen og danner små kuler på størrelse med golfballer, som absorberer vann og slam.

Kulene må herde i omtrent ett døgn før de kan brukes, og fungerer deretter som porøse rensekuler som suger til seg mellom 100 og 200 liter betongslam per trommel.

Én trommel kan rengjøres med omtrent to tonn partikler.

Kulene kan gjenbrukes 8–10 ganger før de er mettet. Etter endt levetid kan de brukes som fyllmasse eller betongtilslag.

Når de benyttes som fyllmasser, vil de være i kontakt med luft og dermed bidra til karbonatisering, altså opptak av CO₂ fra atmosfæren.

Dette er et område Mapei forsker videre på, og hvor det ligger muligheter for FoU-prosjekter med grønn profil og sirkulær ressursutnyttelse.

Foreløpige forsøk viser at karbonatiseringen kan akselereres gjennom kjemisk tilpasning av materialet.

Mapei er åpne for samarbeid med produsenter og fagmiljøer som ønsker å teste kjemiske løsninger i praksis. BetongHUB kan være en egnet arena for å demonstrere slike anlegg i norsk sammenheng, og bidra til å dokumentere effekten av lavterskeltiltak for rensing og gjenbruk av prosessvann.

Mapei planlegger også å publisere utfyllende informasjon på sine nettsider og i egne artikler, som veilederen kan vise til når prosjektet er offentliggjort.

9 Oppsummering

Forskriften stiller krav om at lagring av betongavfall ikke skal føre til skade eller ulempe for miljøet. Betongavfall kan mellomlagres i inntil tre år dersom det skal gjenvinnes. Avfall som ikke kan gjenvinnes, skal leveres til godkjent mottak innen ett år.

Alle virksomheter skal ha en plan for håndtering av betongavfall, tilgjengelig ved kontroll eller forespørsel fra forurensningsmyndigheten.

Betongavfall skal i størst mulig grad gjenvinnes og brukes som tilslag i ny betongproduksjon, eller på annen måte utnyttes i egen produksjon – forutsatt at det ikke medfører forurensning, har et klart bruksformål og er egnet til slik bruk.

Betongavfall som ikke nyttiggjøres internt, kan gjenvinnes dersom det erstatter materialer som ellers ville blitt brukt, og følgende krav er oppfylt:

1. Innholdet av metaller i betongrester og -slam overstiger ikke gjeldende grenseverdier i avfallsforskriften.
2. Betongrester og -slam inneholder ikke kjemikalier eller stoffer som kan gi skade eller ulempe for helse eller miljø.
3. Betongrester og -slam inneholder ikke armeringsjern eller plastfiber.