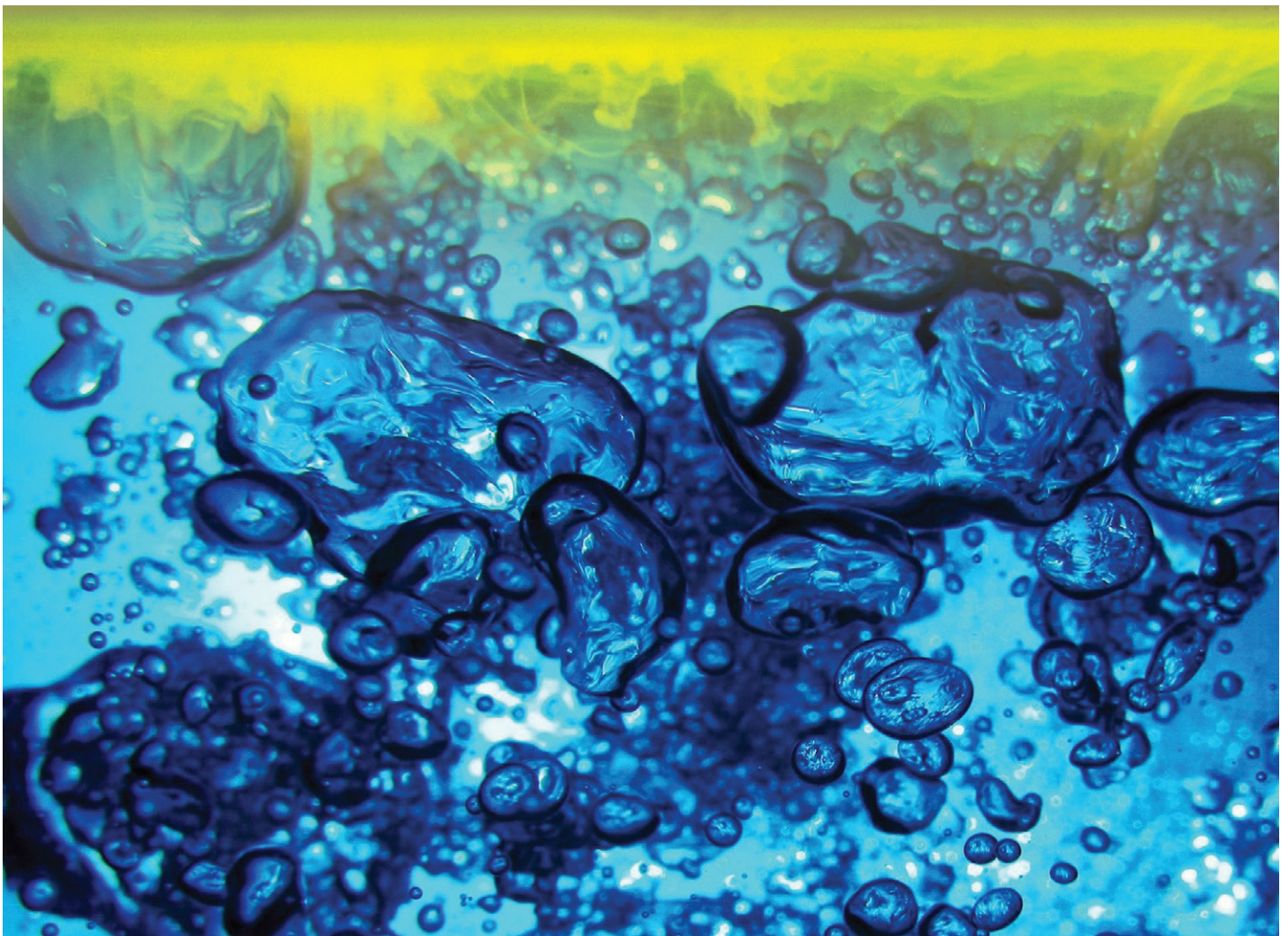




Tilstanden til rensebassenger i Norge

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 212



NORWAT - Nordic Road Water

Tittel

Tilstanden til rensedbassenger i Norge

Undertittel**Forfatter**

Kim A. H Paus, Svein Ole Åstebøl, Simona Robbe, Vegard Ulland og Erland Lausund.

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Miljø

Prosjektnummer

603019

Rapportnummer

Nr. 212

Prosjektleder

Claire Bant

Godkjent av

Kjersti Kronvall Wike

Emneord

Vegavrenning, forurensning, rensing, sedimentasjonsbasseng.

Sammendrag

Henviser til side 2 i rapporten

Title

The condition of retention ponds in Norway.

Subtitle**Author**

Kim A. H Paus, Svein Ole Åstebøl, Simona Robbe, Vegard Ulland and Erland

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Environmental Assessment

Project number

603019

Report number

No. 212

Project manager

Claire Bant

Approved by

Kjersti Kronvall Wike

Key words

Road runoff, pollution, treatment, retention ponds.

Summary

In the summer of 2013 conducted COWI AS an assessment of the current condition of a random sample of the ca.161 retention ponds in Norway (26 ponds were selected). The objective was to determine whether current retention ponds in Norway function as intended. Investigations were made as to whether current retention ponds 1) have been planned and designed according to current recommendations, 2) the ponds were built according to the construction plans, and 3) whether or not they are maintained appropriately. The results indicated a need for further follow-up work on retention ponds in order for them to function optimally. The most appropriate measures "to fix" existing retention ponds are sealing leaks in the pond bottom, cleaning, repairing erosion damages and improving procedures for maintenance. It is also important for future retention ponds that there is more control during the construction of ponds and better documentation that ponds are built as intended.

FORORD

NORWAT er et fireårig etatsprogram (2012-2015) som gjennom ny kunnskap skal bidra til at Statens vegvesen planlegger, bygger og drifter vegnettet uten å påføre vannmiljøet uakseptabel skade. Med dette programmet ønsker vi å redusere risikoen for biologisk skade forårsaket av avrenningsvann, redusere utslipp av miljøgifter til resipient og lage renseløsninger som er tilpasset landskap og resipient. Dette skal vi oppnå ved å utvikle anvendbare metoder for når, hvor og hvilke rensiltak skal iverksettes. I tillegg skal vi etablere forslag til retningslinjer og rutiner for drift og vedlikehold av renseløsningene. Ytterligere informasjon om NORWAT inkludert publiserte rapporter finnes på våre nettsider www.vegvesen.no/norwat.

Langs norske veger er det bygget 161 renseløsninger. Renseløsninger er brukt som en metode for å rense overvann fra vei. Denne rapporten omhandler en tilstandsvurdering av renseløsninger ved veger i Norge. Prosjektet ble gjennomført av COWI med Svein Ole Åstebøl som prosjektleder. Feltregistreringer ble gjennomført sommeren 2013 ved 26 renseløsninger for å kartlegge om renseløsningene fungerer etter hensikten. Undersøkelsen skal avklare om:

- sedimentasjonsbassengene er planlagt og prosjektert i henhold til Statens vegvesens håndbøker 018 og 261
- sedimentasjonsbassengene er bygget i henhold til byggeplan
- sedimentasjonsbassengene driftes hensiktsmessig

NOVEMBER 2013
STATENS VEGVESEN VEDIREKTORATET

TILSTANDEN TIL RENSEBASSENGER I NORGE



COWI

NOVEMBER 2013
STATENS VEGVESEN VEDIREKTORATET

ADRESSE COWI AS
Grensev. 88
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

TILSTANDEN TIL RENSEBASSENGER I NORGE

OPDRAGSNR.	A037859
UTGIVELSESDATO	29. november 2013
OPDRAGSGIVERS KONTAKTPERSON	Claire Bant
PROSJEKTANSVARLIG I COWI	Svein Ole Åstebøl (svo@cowi.no / 97740501)
UTARBEIDET	Kim A. Haukeland Paus, Svein Ole Åstebøl, Simona Robbe, Vegard Ulland, Erlend Lausund
KONTROLLERT	Svein Ole Åstebøl
GODKJENT	Stein Broch Olsen

INNHOOLD

1	Sammendrag og konklusjoner	2
2	Bakgrunn og mål	3
3	Metode	5
3.1	Geografisk fordeling	5
3.2	Registreringsskjema	5
3.3	Feltregistreringer	5
3.4	Bassengtyper	6
3.5	Databearbeiding	6
3.6	Database	7
3.7	Pålitelighet og gyldighet	7
4	Resultater	8
4.1	Rensebasseng	8
4.2	Sedimentasjonsbasseng	13
4.3	Våtmark	15
4.4	Infiltrasjonsbasseng	16
5	Tiltak for bedre bassenger	17
5.1	Kostnader	18
5.2	Anbefaling til videre arbeid	18
6	Referanser	20
	Vedlegg	21
	VEDLEGG 1: Mal for registreringsskjema	
	VEDLEGG 2: Database (digitalt vedlegg)	
	VEDLEGG 3: Sammenstilling av data fra 26 rensebasseng	

1 Sammendrag og konklusjoner

Rensebasseng er ett tiltak for å redusere risikoen for skader på miljøet fra forurenset vann fra vegarealer. Bassengene renses vannet primært gjennom sedimentasjon. For å optimalisere rensesfunksjonen i rensesbassengene bør utforming og drift følge de anbefalinger gitt i Statens vegvesens håndbøker 018 og 261. For å kartlegge hvorvidt nåværende rensesbassenger i Norge fungerer etter hensikten, ble 26 tilfeldig utvalgte rensesbasseng langs norske veger tilstandsvurdert. Hovedvekten av bassengene er lokalisert ved de store europaveiene på Østlandsområdet. Tilstandsvurderingen ble gjennomført gjennom systematiske feltregistreringer. Det ble undersøkt om rensesbassengene var planlagt og prosjektert i henhold til gjeldende anbefalinger og om bassengene var bygget i henhold til byggeplan og om de driftes hensiktsmessig.

Resultatene fra feltregistreringene viser at de fleste av rensesbassengene (17 av 26) har en estimert "middels" rensesevne, og videre at 5 av de 26 rensesbassengene hadde "god" rensesevne. De aller fleste rensesbassengene med redusert rensesevne, hadde en for lav permanent vanndybde ift anbefalingene eller var tørrlagte. Årsakene til lav vanndybde i sedimentasjonsbassengene rangert etter antallet bassenger er som følger:

1. Utett bunn
2. Mangelfull drift som resulterer i stor akkumulering av sedimenter
3. Avvik mellom prosjektert basseng og gjeldende anbefalinger

Med bakgrunn i resultatene fra de 26 rensesbassengene er det konkludert at rensesbassengene i stor grad er planlagt og prosjektert i henhold til Statens vegvesens håndbøker 018 og 261, men at det ofte er avvik mellom vanndybder i byggeplaner og bygget basseng. Feltregistreringene avdekket også at det er et relativt høyt avvik på driftsoppfølgingen av rensesbassengene. Dette forårsaker et akkumulert behov for opprensning av vegetasjon, slamfjerning og reparasjon av erosjonsskader for flere basseng. I tillegg foreligger det bare driftsinstrukser for et fåtall av rensesbassengene.

Ulike tiltak kan gjennomføres for å bedre rensesevnen i bassengene. De mest hensiktsmessige tiltakene inkluderer tetting av bassengbunn, opprensning, utbedring av erosjonsskader og bedre rutiner for drift. Anleggskostnaden for tetting og økning av permanent vanndybde i rensesbasseng er estimert til i størrelsesorden 1200 til 1500 NOK/m². Dette gir en kostnad på mellom 108 000 og 135 000 NOK for å utrede lekkasje, skifte bunnnetttingsmateriale og øke dybde på ett gjennomsnittlig forbasseng. Kostnaden vil ligge på mellom 372 000 og 465 000 NOK å gjennomføre tilsvarende tiltak for ett gjennomsnittlig hovedbasseng.

2 Bakgrunn og mål

Rensebasseng er ett tiltak for å redusere risikoen for skader på miljøet fra forurenset vann fra vegarealer. Begrepet rensebasseng inkluderer her sedimentasjonsbasseng (vått basseng), infiltrasjonsbasseng, våtmark samt andre bassengvarianter hvor ett gitt volum er tilgjengelig for fordrøyning og rensing av vegvann. Retningslinjer og anbefalinger vedrørende utforming og dimensjonering av rensebasseng er gitt i Statens vegvesens håndbøker 018 *Vegbygging* (2011) og 261 *Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging* (2006).

I håndbok 261 fremkommer det at forventet renseseffekt i bassengene varierer med type basseng og rensesprinsipp. Sedimentasjonsbasseng vil ved nedbør motta ett vannvolum fra veg og samtidig slippe ut ett tilsvarende vannvolum som stammer fra en tidligere avrenningsepisode. Vannet som slippes ut til resipient har ved oppholdet i bassenget gjennomgått sedimentasjon for fjerning av partikulært bundet forurensning. Basert på erfaringer fra Norge, USA og Vest- og Mellom-Europa vil en kunne oppnå rensesgrader på 70 til 80 % for suspendert stoff, 55 til 65 % for totalt fosfor og 45 til 75 % for tungmetaller i sedimentasjonsbassenger. Infiltrasjonsbasseng er åpne basseng der overvann vil kunne magasineres og deretter infiltrere ned i permeable masser. Infiltrasjonsbasseng renses vegvannet gjennom flere prosesser (sedimentasjon, filtrering og sorpsjon) og i godt fungerende basseng vil en kunne oppnå rensesgrader noe bedre enn de for sedimentasjonsbassenger (80 til 95 % for suspendert stoff, 50 til 70 % for totalt fosfor og 80 til 90 % for tungmetaller). Våtmarker har tett vegetasjon og generell lavere vanndybde enn sedimentasjonsbassengene. Rensesfunksjonene i våtmarker avhenger av fysiske, kjemiske og biologiske prosesser. I våtmarker vil disse prosessene typisk variere mye i tid og rom og det må derfor forventes stor variasjon i rensesgrad. På bakgrunn av rensesprinsipper og erfaringsverdier fra håndbok 261 vil en generelt kunne betrakte sedimentasjonsbasseng og infiltrasjonsbasseng som mer robuste tiltak for rensing av vegvann enn våtmark.

Oppnåelse av ovennevnte rensesgrader i rensebasseng forutsetter riktig dimensjonering og utforming. Tabell 1 sammenstiller anbefalinger til utforming og dimensjonering av våte basseng generelt samt spesifikke anbefalinger for sedimentasjonsbasseng og våtmark fra håndbøkene 018 og 261. I tillegg til disse anbefalingene er det også anbefalt å ha gode tiltak for å hindre erosjon (eksempelvis energidreper ved innløpet) samt godt utformede flomveger som sikrer håndtering av vann ved ekstreme avrenningsforhold.

Pr 2013 er det bygget ca. 161 rensebasseng langs norske veier. Det er knyttet usikkerhet til i hvilken grad bassengene fungerer som ønsket. I Statens vegvesen sitt FOU-program NORWAT (Nordic Road Water) ble det derfor vedtatt å gjennomføre en tilstandsvurdering av ett gitt antall bassenger. Gjennom ett randomisert utvalg valgte Statens vegvesen 26 av de totalt 161 rensebassengene for tilstandsvurdering. COWI ble engasjert for å gjennomføre tilstandsvurderingen. Målet med prosjektet er å kartlegge om nåværende sedimentasjonsbassenger i Norge fungerer etter hensikten. For å nå målet ble følgende forhold forsøkt besvart:

- 1) Er rensebassengene planlagt og prosjektert i henhold til Statens vegvesens håndbøker 018 og 261?
- 2) Er rensebassengene bygget i henhold til byggeplan?
- 3) Blir rensebassengene driftet hensiktsmessig?

Tabell 1 Anbefalinger for utforming av sedimentasjonsbasseng og våtmark fra Statens vegvesen Håndbok 018 og 261.

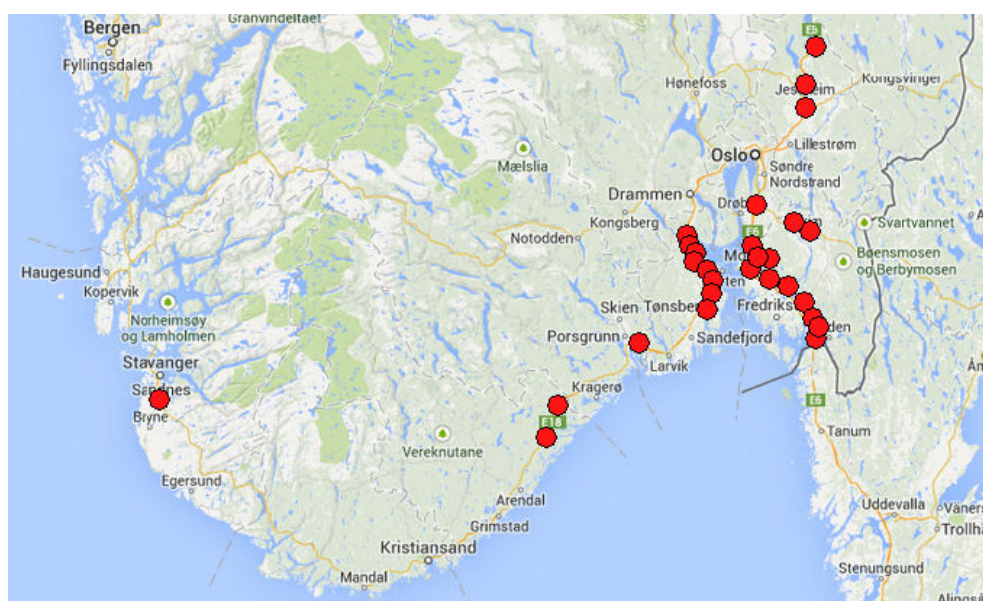
Anbefaling		Forklaring
Generelt		
1	God oppsamling av vegvann	En forutsetning for rensing er at vegvann ledes inn i rensedbassenget. Terrengvann må i tillegg avskjæres da dette er rent og vil gi en unødvendig hydraulisk belastning i bassenget.
2	Dykket innløp og utløp	Ved dykket innløp og utløp vil bassenget bedre kunne håndtere islegging om vinteren. Dykket utløp vil i tillegg medføre at bassenget fungerer som oljeavskiller ved akutte utslipp.
3	Forbasseng før hovedbasseng	Et forbasseng vil gi tilbakeholdelse av grovkornede partikler og reduserer driftsbehovet i hovedbassenget.
4	Permanent vannspeil	Grunnleggende design-parameter der sedimentasjon utgjør rensesprosess.
5	Aerobe forhold (O ₂ -konsentrasjon > 4 mg/L)	Rensing av fosfor og tungmetaller krever aerobe forhold i det øverste sedimentlaget for å unngå utløsning av forurensninger fra bunnsedimentet. I tillegg ønskes aerobe forhold av estetiske årsaker.
6	God tilgjengelighet	Enkel adkomst for maskinelt utstyr for drift og vedlikehold, en forutsetning for god drift.
7	Tilfredsstillende driftsoppfølging	Slamfjerning og opprensning utgjør den mest betydelige driften
Sedimentasjonsbasseng		
8	Tilstrekkelig permanent vannvolum ift. nedbørsfelt	Tørrværsvolumet er en grunnleggende designparameter for sedimenteringsbasseng og som er empirisk korrelert med renseseffekt.
9	Permanent vanndybde mellom 1,0 og 1,5 m	En for lav vanndybde vil medføre uønsket erosjon og resuspensjon av bunnsedimenter. En for høy vanndybde vil kunne medføre for lav oksygenkonsentrasjon i bunnære vannet.
10	Tett bassengbunn	Dette er nødvendig for å oppnå permanent vannspeil.
11	Hovedbassengets lengde: bredde-forhold $\geq 3:1$	Sedimentasjon fungerer best ved rolig langsgående strømming.
12	Moderat mengde rotfestet vegetasjon	Vegetasjon vil bidra til å utkonkurrere flytealger og dermed redusere risiko for eutrofiering. Vegetasjon vil i tillegg øke sedimenteringseffekten gjennom å fremme rolige strømningsforhold, redusere løst forurensning gjennom opptak og gi oksygentilskudd til bunnvannet. For mye vegetasjon som følge av gjengroing vil kunne danne reduserende forhold (oksygenmangel) i bunnvannet utenfor vekstsesongen.
Våtmark		
13	Permanent vannspeil (hovedsakelig mellom 15 til 30 cm)	Områder med vanndybder 15 – 30 cm kan utgjøre 60 – 80 % av arealet. I tillegg kommer områder med øyer og dypere partier.
14	Areal typisk > 5 % av redusert areal i nedbørsfelt	Lav vanndybde i våtmark medfører ett større arealbehov for å oppnå tilfredsstillende magasineringsvolum
15	Tilstrekkelig mengde vegetasjon samtidig som den ikke gror igjen	Vegetasjon vil bidra til å utkonkurrere flytealger og dermed redusere risiko for eutrofiering. Vegetasjon vil i tillegg øke sedimenteringseffekten gjennom å fremme rolige strømningsforhold, redusere løst forurensning gjennom opptak og gi oksygentilskudd til bunn-nære vannmasser. For mye vegetasjon vil kunne gi oksygenmangel i bunnvannet utenfor vekstsesong.

3 Metode

COWI utførte detaljerte feltbefaringer ved de 26 utvalgte rensebassengene i perioden juni - september 2013. Registrerte data er sammenstilt for å avdekke trender i tilstanden og utarbeide forslag til tiltak. Beskrivelse av bassengenes geografiske fordeling, registreringsskjema, feltregistreringer, bassengtyper, databehandling og pålitelighet er gitt nedenfor.

3.1 Geografisk fordeling

Som vist i figur 1 fordeler de 26 rensebassengene seg på 6 fylker hvor hovedvekten er lokalisert i Østfold, Vestfold og Akershus. Over 80 % av bassengene er tilknyttet 4-felts-parseller på de store Europa-vegene E18 og E16.



Figur 1 Geografisk plassering av tilstandsvurderte rensebasseng.

3.2 Registreringsskjema

For å kartlegge forhold som er av betydning for bassengenes rensefunksjon ble det utarbeidet ett registreringsskjema i Excel (Vedlegg 1). Registreringsskjemaet er tematisk inndelt i 21 tema som har påvirkning på renseevnen. Utfyllingen av skjema er todelt i form av at enkelte tema (bassengdata, størrelse i plan, driftsinstruks og utført drift etc.) hovedsakelig baserer seg på grunnlagsmateriale fra oppdragsgiver mens de øvrige temaene baserer seg på feltregistreringer.

3.3 Feltregistreringer

Feltregistreringer ble gjennomført etter en fastlagt rutine i tråd med strukturen i registreringsskjemaet. Type bassengløsning og renseprinsipp ble karakterisert. Bassengets dimensjon og utforming ble kartlagt gjennom oppmåling av areal og geometri. Målinger av vanddybder ble utført sentralt i bassengene med dybdestav. Detaljer på utløp, innløp og kummer ble registrert. I tillegg ble forhåndsbestemte elementer i og ved basseng fotodokumentert samt evt. funksjonsproblemer og avvik. For å oppnå sammenliknbare resultater på vannmengdeforhold, og for registrering av evt. tilløp av

fremmedvann og/eller oppkomme av grunnvann i bassengene, ble feltregistreringer utført kun i tørrvær. Ett unntak er *Lura-Stangeland* i Sandes som ble undersøkt under regnvær. Omfanget av slamavleiring i bassenget ble avdekket ved å sammenlikne dybdemåling med opprinnelig dybde fra tegninger. Lekkasje ble påvist gjennom bestemte observasjoner; Vannføring i innløpet til bassenget sammenlignet med utløpet, lavere vannstand i bassenget enn utløpsterskel og/eller målt vanndybde sammenlignet med tegninger (korrigert for slamavleiringer)). Vannkvalitetstilstand ble målt in-situ sentralt i bassengene ved to dybder (10 cm over bunn og 10 cm under overflate). Målinger ble gjennomført med multiprobinstrument for bestemmelse av elektrisk konduktivitet, turbiditet, oksygen, temperatur, pH og redoks. Formålet med vannkvalitetsmålingene var å gi innblikk i den generelle vannkvaliteten i bassenget og ikke evaluering av rensegrad.

Ettersom feltregistreringene ble utført i tørrvær var det ikke mulig å observere hvor vidt vann fra vegen ble ført til basseng. For å anslå dette ble det benyttet observasjoner av sedimentavsetning i bassenget samt målte verdier av elektrisk ledningsevne i bassenget. Verdier av elektrisk ledningsevne ble sammenliknet med antatt bakgrunnsnivå.

Tilgang til drift ble klassifisert som god, middels eller dårlig. Basseng med dype og bratte sidekanter uten driftsvei og der slamfjerning må utføres fra veg er klassifisert med dårlig tilgjengelighet. Basseng med delvis bratte sidekanter og/eller der det er tilgang til kun deler av bassenget er klassifisert med middels tilgjengelighet. Basseng som har god tilgang til hele basseng er klassifisert med god tilgjengelighet.

3.4 Bassengtyper

På bakgrunn av plantegninger og registreringer ble det identifisert tre typer ulike rensebasseng. Disse inkluderer sedimentasjonsbasseng, våtmark, og infiltrasjonsbasseng. I tilfeller der type basseng ikke fremgår klart av plantegning ble type basseng klassifisert ut i fra den planlagte dybden på vannspeilet. Alle basseng med planlagt vanndybde høyere enn 0,5 m er klassifisert som sedimentasjonsbasseng og alle basseng med planlagt vanndybde lavere enn 0,5 m er klassifisert som våtmark. Majoriteten av bassengene (for-/hovedbasseng) bestod av kombinasjoner mellom sedimentasjonsbasseng og våtmark mens ett basseng hadde infiltrasjonsbasseng som hovedbasseng (*Rv 23 Frogtunnelen*).

3.5 Databearbeiding

Feltregistreringer ble benyttet til å etterprøve hvorvidt de gjeldende anbefalinger (tabell 1) var fulgt og tilfredsstilt for det enkelte basseng. Anbefaling nummer 8 (*Tilstrekkelig permanent vannvolum ift. nedbørsfelt*) og nummer 14 (*areal > 5 % av redusert areal i nedbørsfelt*) var det ikke mulig å evaluere da størrelsen på tilrenningsarealet ikke forelå som grunnlagsmateriale. I tilfeller der anbefaling ikke var fulgt ble årsaken til avviket evaluert. Videre ble grunnlagsmaterialet og resultatene fra feltregistreringer benyttet til å undersøke hvorvidt bassenget var bygget i henhold til byggeplan. Dette var imidlertid bare mulig å gjennomføre for ett fåtall av bassengene der plantegninger var tilgjengelig. Der plantegninger foreligger, er det lagt spesielt fokus på bassengets størrelse og geometri da dette er avgjørende for rensesfunksjon (tabell 1). I tillegg ble resultatene fra feltregistreringer benyttet til å avgjøre i hvilken grad rensebassengene hadde gjennomgått tilfredsstillende drift. Der funksjonsavvik var gjentakende ble det utarbeidet forslag til utbedringstiltak. I tillegg ble det utarbeidet ett oversiktsdokument med data om rensesfunksjon, evt. problemer og tilhørende forslag til tiltak for alle basseng. Dette dokumentet kan med fordel benyttes i en videre oppfølging av tilstandsvurderte basseng.

For å gi en samlet vurdering av tilstanden i bassengene ble resultatene fra feltregistreringene benyttet til å estimere en renseevne for hvert basseng. Følgende 6 kriterier ble lagt til grunn:

- > Er det sannsynlig at rensedbassenget mottar vann fra veg?
- > Er rensedbassenget delt opp i for- og hovedbasseng?
- > Har rensedbassenget vannspeil ved befaringstidspunktet?
- > Er vanndybden tilstrekkelig ift anbefaling?
- > Er bassengbunnen tett?
- > Har bassenget god tilgjengelighet for drift og ettersyn?

Rensedbasseng der minimum 5 av kriteriene er tilfredsstillende er klassifisert med "god renseevne". Rensedbasseng der minimum 3 av kriteriene er tilfredsstillende er klassifisert med "middels renseevne". Til slutt, rensedbasseng der bare 2 eller færre kriterier er tilfredsstillende, er klassifisert med "dårlig renseevne". Selv om drift i seg selv er en viktig faktor for renseevne, inngår ikke drift som kriterie i denne klassifiseringen. Dette fordi drift er en tidsavhengig faktor som lett kan påvirkes sammenliknet med andre tiltak. På den måten blir klassifiseringen ett mål på rensedbassengets potensielle renseevne gitt at drift er tilfredsstillende.

3.6 Database

Vedlegg 2 inneholder en digital database over alle feltregistreringer, fotodokumentasjon samt sammenstillinger av resultater. Utfylt registreringsskjema for hvert basseng finnes i filen *Feltregistreringer.xlsx*. Filen *database.xlsx* sammenstiller parametere for alle undersøkte basseng og er også tilrettelagt for fremtidige nye feltregistreringer. I filen finnes det oppskrift på hvordan fremtidige feltregistreringer for andre basseng kan legges inn og utgjøre en del av den totale sammenstillingen av resultater.

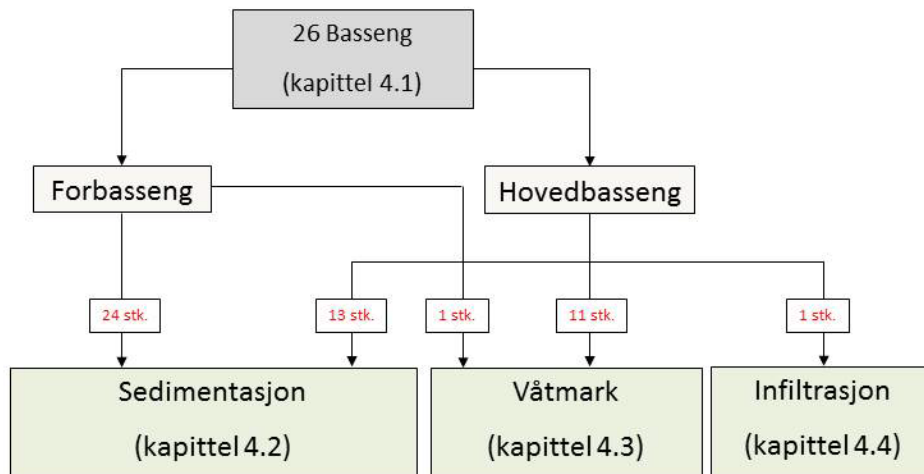
3.7 Pålitelighet og gyldighet

Registreringsskjemaet ble utviklet ved testing på 6 basseng før endelig versjon ble fastsatt. Alle feltregistreringer ble utført av 2 personer. For å sikre kontinuitet og entydighet i utfyllingen av registreringsskjemaet bestod feltregistreringsgruppen av totalt 3 personer derav 1 person (Svein Ole Åstebøl) var med på samtlige befaringer. En objektiv og uavhengig tilstandsvurdering av bassengene ble sterkt vektlagt.

De 26 bassengene ble tilfeldig utvalgt og utgjør en betydelig del av det totale antall rensedbasseng i Norge (1/6-del). Det antas derfor at resultatene for bassengene gitt i denne rapporten, i stor grad er representative for de resterende bassenger som ikke er med i denne undersøkelsen.

4 Resultater

De 26 rensebassengene ble gjennom feltregistreringene delt inn i bassengtyper med ulike rensefunksjoner (figur 2). Med rensebassenget menes hele det fysiske anlegget inkl. alle delbasseng. Der rensebasseng består av både for- og hovedbasseng er forbasseng primært utformet som sedimentasjonsbasseng mens hovedbasseng er relativt jevnt fordelt mellom sedimentasjonsbasseng og våtmark.



Figur 2. Fordeling av bassengtyper etter renseprinsipp. I henviste kapitler gis nærmere omtale av bassengtypen. .

Resultater og vurderinger for de 26 rensebassengene samlet sett er gitt i kapittel 4.1. Som vist i figur 2 består de 26 rensebassengene av tilsammen 37 sedimentasjonsbasseng, 12 våtmarker og ett infiltrasjonsbasseng. Ettersom prinsippene for rensing og utforming er generelt ulike for disse bassengtypene, er resultater og vurderinger gitt i hvert sitt kapittel i henhold til figur 2.

4.1 Rensebasseng

Tabell 2 sammenstiller de 7 generelle anbefalingene for sedimentasjonsbasseng og våtmark fra tabell 1 samt hvorvidt disse er fulgt og tilfredsstillt i bassengene. I noen tilfeller var det ikke mulig å registrere om det aktuelle rensebassenget tilfredsstilte den enkelte anbefaling. Det totale antall rensebasseng i tabell 2 varierer derfor noe mellom anbefalingene. De ulike anbefalingene er diskutert i etterfølgende tekst.

Tabell 2 Oversikt over hvorvidt tilstandsvurderte sedimentasjonsbasseng og våtmarker tilfredsstillende generelle anbefalinger gitt i Statens vegvesen håndbok 261.

Anbefaling		Antall basseng der anbefaling ikke er fulgt / Totalt antall basseng	Andel basseng der anbefaling ikke er fulgt	
1	God oppsamling av vegvann	Basert på sedimentavsetning	6 / 25	24 %
		Basert på elektrisk ledningsevne i basseng (> 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	6 / 21	29 %
2	Dykket innløp og utløp	Innløp	10 / 25	40 %
		Utløp	11 / 24	46 %
		Innløp og utløp	15 / 26	58 %
3	Forbasseng før hovedbasseng		2 / 25	8 %
4	Permanent vannspeil		10 / 47	21 %
5	Aerobe forhold (O_2 -konsentrasjon > 4 mg/L)		2 / 11	18 %
6	God tilgjengelighet		13 / 26	50 %
7	Tilfredsstillende driftsoppfølging		9 / 26	35 %

4.1.1 Oppsamling av vegvann

Basert på observasjoner av sedimentavsetning i forbasseng er det antatt at de aller fleste basseng sannsynligvis mottar vegvann. En annen indikator på tilrenning av vegvann er å se på målte verdier for ledningsevne i bassengene. I ett basseng (*E18 Hvitingsrud*) var vannet helt klart noe som antyder at bassenget ikke mottar vann fra veg. Den elektriske ledningsevnen i dette bassenget ble målt til 412 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ved å anta at 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ representerer ett bakgrunnsnivå for ledningsevne for basseng som ikke mottar vegvann, ble det estimert at 29 % av basseng ikke mottok vegvann (tabell 2). Det må tillegges at denne tilnærmingen er streng ettersom vegvann vil kunne ha store variasjoner i ledningsevne, sannsynligvis også verdier under 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mens terrengvann normalt vil ha ledningsevner under dette. Det presiseres at indikatorene benyttet for å anslå tilrenning ikke forteller noe om mengden vegvann som bassengene mottar. Mengden vegvann er imidlertid viktig med hensyn til renseprosessene. Videre undersøkelser bør derfor fokusere på måling av vannstand i bassengene over tid, eksempelvis ved utplassering av trykksensorer i bassengene. Ved å kjenne til koter og dimensjon på innløp og utløp vil en kunne benytte vannstandsdata til å anslå vannmengder inn og ut av bassengene. Slike målinger bør suppleres med observasjoner av faktiske avrenningsforhold under nedbør.

4.1.2 Innløp og utløp

46 % av bassengene har ikke dykket utløp fra hovedbassenget, noe som betyr at om lag halvparten av bassengene derfor ikke er i stand til å håndtere oljebasert akuttutslipp. Videre er både innløp til forbassenget samt utløp fra hovedbassenget dykket ved bare 42 % av bassengene, noe som indikerer at islegging og redusert vinterdrift kan utgjøre ett problem ved flere basseng. Ved å se på sedimentasjonsbassenger og våtmarker isolert fremkommer det at om lag halvparten av sedimentasjonsbassengene hadde dykket innløp og utløp, mens dette gjaldt kun ett fåtall av våtmarkene. Det må presiseres at lav vannstand i våtmarker gjør at dykkede innløp og utløp ikke så lett lar seg gjennomføre i praksis. Observasjoner av bassengene i vinter- og vårsesongen bør ligge til grunn for ytterligere vurderinger av den faktiske vinterdriften av bassengene.

4.1.3 Permanent vannspeil

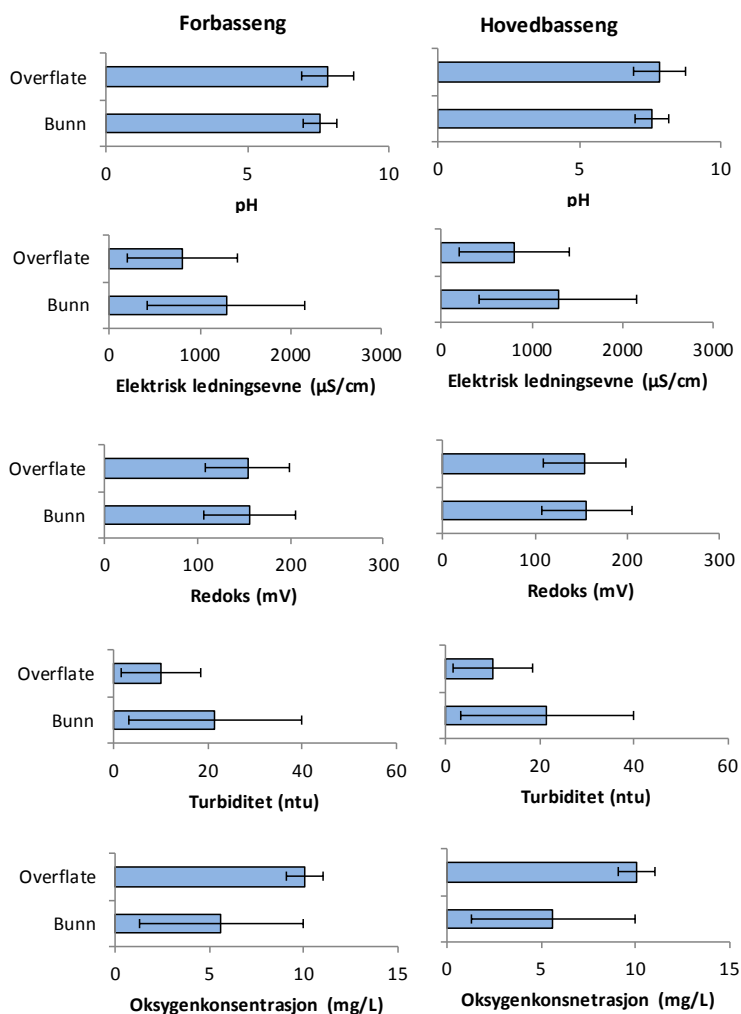
Et permanent vannspeil er forutsetning for rensesfunksjonen i sedimentasjonsbasseng. Selv om det ikke foreligger som en spesifisert anbefaling i håndbok 261, fremkommer det at også våtmarker bør ha ett permanent vannspeil. Som vist i tabell 2 er om lag 1/5 av bassengene tørre ved befaringsstidspunktet (det vil si ikke har ett permanent vannspeil). Årsakene til dette omtales videre i kapittel 4.2.1.

4.1.4 Forbasseng før hovedbasseng

Etablering av et forbasseng (primært sedimentasjonsbasseng) før hovedbasseng (sedimentasjonsbasseng, våtmark eller infiltrasjonsbasseng) vil lette vedlikehold og forbedre rensesfunksjonen til hovedbassenget. Som vist i tabell 2 og figur 2 er alle rensbassengene, med ett unntak, utformet med ett sedimentasjonsbasseng som forbasseng.

4.1.5 Aerobe forhold og generell vannkvalitet

Stikkprøvene på vannkvalitet i bassengene tyder på at oksygenkonsentrasjonen er typisk over anbefalingen (4 mg/L) og at anaerobe forhold i bunnsedimentene ikke forekommer i stor grad (tabell 2). Som vist i figur 3 ligger oksygenkonsentrasjon nær metningsgraden 10 cm under overflaten mens den synker til om lag 5 mg/L 10 cm over bunnen. Videre ligger både pH (typisk mellom 6.8 og 8.5) og redoks-forhold relativt stabilt uavhengig av dybde og basseng. Turbiditetsmålingene viser sedimenteringseffekten ved at gjennomsnittlige verdier øker med dybden.



Figur 3

Gjennomsnittlig verdier (\pm standardavvik) av pH, elektrisk konduktivitet, redoks, turbiditet og oksygenkonsentrasjon i overflate og bunn av forbasseng og hovedbasseng.

Høye verdier av ledningsevne kan relatere seg til vegsalt og figur 3 antyder en viss sjikting i både for- og hovedbasseng. Høye konsentrasjoner av vegsalt i bassengene har ikke bare negative effekter for vegetasjonen og biomangfoldet, men kan også redusere renseevnen i bassengene. Spesielt tungmetaller kan være utsatt for økt løselighet og mobilisering som følge av høye saltkonsentrasjoner.

En måling som ikke er tatt med i analysen viste ekstreme verdier av ledningsevne. Dette gjelder E18 Hanekleiva/Kjeksrud nord der en verdi på 19 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 10 cm over bunnen i forbassenget ble målt. Årsaken til den høye ledningsevnen i dette bassenget er ikke kjent, men ettersom bassenget mottar tunnelvaskevann fra Hanekleivtunnelen anses ikke verdien som sammenliknbar med de øvrige målingene.

Ett fåtall av bassengene (2 av 26 rensbasseng) hadde synlige problemer med vannkvaliteten. I disse tilfellene relaterte dette seg til misfarging av vannet (grønt) og betydelig algevekst sannsynligvis som følge av næringsstofftilførsel til bassenget. Vegvann inneholder typisk lite næringsstoffer så det er sannsynligvis andre tilførsler som avrenning fra tilgrensende landbruk etc. til bassengene som forårsaker dette. Det ble imidlertid ikke gjort videre undersøkelser for å kartlegge kilder til næringsstoff.

4.1.6 Tilgjengelighet og driftsoppfølging

Halvparten av bassengene har god tilgang til ettersyn og drift (slamfjerning). De resterende bassengene hadde middels (38 %) og dårlig (12 %) tilgjengelighet. Figur 4 eksemplifiserer innløpssonene i to basseng der det er meget godt tilrettelagt for maskinell slamfjerning (venstre) og der bassenget ligger dypt i terrenget med bratte sidekanter og lite tilgjengelig (høyre).

I tillegg til god tilgjengelighet er veletablerte driftsrutiner en forutsetning for god drift. Det er registrert manglende driftsoppfølging ved 35 % av rensebassengene (9/26). Manglende driftsoppfølging relaterer seg til behov for slamfjerning og/eller behov for fjerning av vegetasjon grunnet gjengroing. For bassengenes rensefunksjon utgjør akkumulering av sedimenter og gjengroing ett problem da det legger beslag på bassengvolumet og på den måten reduserer bassengets dimensjonerende permanente vannvolum. Videre foreligger det driftsinstruksjoner for de færreste bassengene. For noen basseng (*E18 Hanekleiva/Kjeksrud nord*, *E18 Kjeksrud sør*, *E18 Hvittingsrud*, *E18 Nygård* og *E18 Våleveien*) foreligger det imidlertid meget gode funksjons- og driftsbeskrivelser. Ved utarbeidelse av fremtidig driftsinstruksjoner bør disse med fordel kunne legges til grunn.



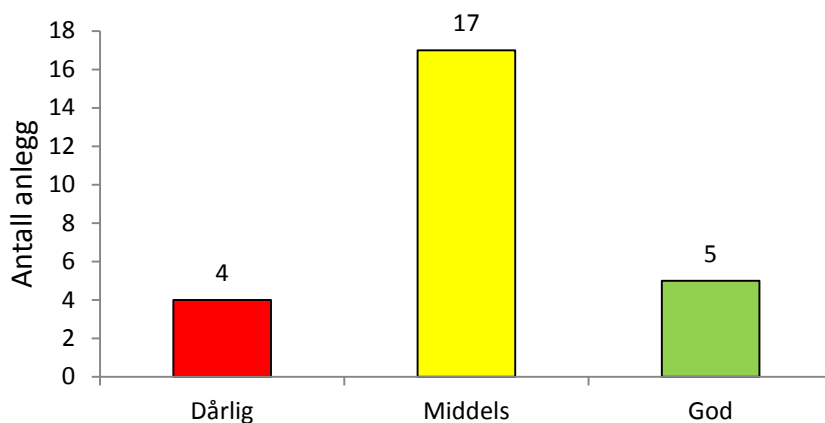
Figur 4 Eksempler på variasjon i tilgjengelighet for drift og ettersyn. Driftsvei rundt hele bassenget ved E18 Langangen Dam F resulterer i god tilgjengelighet (venstre). Dype og bratte sidekanter medfører dårlig tilgjengelighet til bassenget ved Riksveg 308 Emmerød (høyre).

4.1.7 Antatt renseevne

Som oppsummert i tabell 2 avdekket feltregistreringene ved de 26 bassengene store variasjoner i avvik ift gjeldende anbefalinger. I vedlegg 3 sammenstilles de viktigste avvikene og videre forslag til tiltak for hvert enkelt basseng.

For å kunne gi en pekepinn på tilstanden generelt i bassengene, er resultatene fra feltregistreringene benyttet til å anta en renseevne for hvert basseng. Figur 5 viser at antall basseng med antatt god renseevne utgjør ett fåtall (5 rensebasseng) mens om lag halvparten av bassengene er klassifisert med "Middels god" renseevne. Videre har om lag 30 % av bassengene "dårlig" eller "ingen" renseevne i dag. Det er viktig å påpeke at dette er en skjønsmessig vurdering av renseevne. For å få ytterligere

innblikk i den faktiske renseevnen bør bassengenes innløps- og utløpskonsentrasjoner av forurensninger måles.



Figur 5 Fordeling av antatt renseevne ved 26 rensebasseng. Renseevne er basert på tilfredsstillelse av 6 kriterier: tilrenning, forbasseng før hovedbasseng, vannspeil, vanndybde, lekkasje. I hvilken grad rensebasseng er driftet hensiktsmessig inngår ikke i vurderingen av renseevne.

4.2 Sedimentasjonsbasseng

Samtlige av de 26 rensebassengene baserer seg på sedimentasjon for rensing av vannet enten i forbasseng, i hovedbasseng eller i begge bassengene. Anbefalinger som legges til grunn for sedimentasjonsbasseng (tabell 1) berører derfor rensesfunksjonen for de fleste registrerte rensebasseng.

Noen anbefalinger i tabell 1 er vanskelig å etterteste da de i stor grad baserer seg på subjektive vurderinger og relative begreper. Kun 1 av 26 rensebasseng hadde betydelig erosjonsskader i rensebassengene. Dette gjelder bassenget *E16 Langbakk bro* der gabionen mellom for- og hovedbasseng samt utløpsterskel var skadet av erosjon noe som bidro til kortslutning i bassenget og manglende kontroll av vannstanden. Anbefaling nummer 14 (moderat mengde rotfestet vegetasjon) lar seg vanskelig etterprøve da det ikke går klart frem hva som ligger i begrepet moderat i håndbok 261. For om lag en tredjedel av sedimentasjonsbassengene er vegetasjon imidlertid fraværende. Dette kan derfor betraktes som ett avvik i forhold til anbefalingene gitt i håndbok 261. For de øvrige sedimentasjonsbassengene var vegetasjonsdekningen mellom 5 og 40 %, noe som etter vår vurdering er passende mengde vegetasjon.

Resultater for de øvrige anbefalingene er sammenstilt i tabell 3, og de mest betydningsfulle avvikene er diskutert ytterligere.

Tabell 3 Oversikt over hvorvidt tilstandsvurderte sedimentasjonsbasseng tilfredsstillende spesifikke anbefalinger gitt i Statens vegvesen håndbok 261.

Anbefaling			Antall basseng der anbefaling ikke er fulgt / antall basseng	Andel basseng der anbefaling ikke er fulgt
9	Permanent vanndybde mellom 1,0 og 1,5 m	> 1,0 m	26 / 35	74 %
		< 1,5 m	0 / 35	0 %
10	Tett bassengbunn		12 / 37	32 %
11	Hovedbassengets lengde:bredde-forhold (L:B) > 3:1		4 / 13	31 %

4.2.1 For lav vanndybde

74 % av sedimentasjonsbassengene har en for lav vanndybde sammenliknet med anbefalingen (> 1,0 m). I tillegg var 8 basseng uten permanent vannspeil (dvs. tørre). Denne observasjonen kan skyldes en av to forhold:

- > Avvik mellom anbefaling og prosjektert vanndybde
- > Avvik mellom anbefaling og bygget løsning

For basseng der plantegningene foreligger fremkommer det at den permanente vanndybden er prosjektert mellom 0,5 og 1,9 m i forbassengene (gjennomsnittlig 1,3 m) og mellom 0,5 og 2,0 m i hovedbassengene (gjennomsnittlig 1,1 m). Samlet sett var den prosjekterte vanndybden mindre enn anbefalingen (1,0 m) i bare 3 av 29 sedimentasjonsbasseng. Ettersom dette antallet (10 %) er langt lavere enn det som ble registrert i felt (74 %), skyldes for lav vanndybde i liten grad avvik mellom anbefalt og prosjektert vanndybde. Imidlertid hadde 31 av 35 basseng en lavere vanndybde enn det som var prosjektert. Dette betyr at lav vanndybde for de fleste bassengene skyldes avvik mellom prosjektert vanndybde og bygget løsning.

Avvik mellom prosjektert vanndybde og bygget løsning kan videre skyldes følgende forhold:

- > At bassenget ble bygget for grunt og/eller at utløpsnivået fra bassenget er plassert for lavt.
- > At manglende driftsoppfølging resulterer i betydelig akkumulering av bunnsedimenter som gjør beslag på vanndybden
- > At bassengbunnen ikke er tett

Med bakgrunn i feltregistreringene fremgår det at manglende driftsoppfølging (kfr. kapittel 4.3.4) og utett bassengbunn utgjør de viktigste årsakene til avvikene mellom vanndybder i prosjektert og i ferdig bygget basseng. Om lag en tredjedel av sedimentasjonsbassengene hadde lekkasje (tabell 3). I tabell 4 er forekomsten av lekkasje differensiert for ulike bunntettingsmaterialer. Det er relativt stor variasjon i forekomsten av lekkasje. I noen tilfeller skyldes dette ett begrenset datavolum for de enkelte

løsningene for bunntetting. Med unntak av for- og hovedbassenget ved *E18 Langangen Dam F*, der membran ble benyttet alene, forekommer lekkasje ved samtlige kombinasjoner av bunntettingsmaterialer. Lavest forekomst av lekkasje sees der leire benyttes som bunntetting enten alene (24 %) eller i kombinasjon med betong (30 %). Dette henger trolig sammen med de lokale grunnforhold der leirholdig grunn med lav infiltrasjonsevne vil redusere effekten av lekkasje i bunnen. Grunnforhold bør sådan være en viktig parameter som vektlegges ved utformingen av bassengbunn.

Tabell 4 Andel sedimentasjonsbasseng med lekkasje fordelt på bunntettingsmateriale.

Bunntettingsmateriale	Antall basseng med lekkasje / antall basseng prosjektert med tett bunn	Andel basseng med lekkasje
Bunntetting med bare leire	4 / 17	24 %
Bunntetting med bare betong (annen tilleggsetting ukjent)	2 / 4	50 %
Bunntetting med bare membran	0 / 2	0 %
Bunntetting med betong/leire	3 / 10	30 %
Bunntetting med betong/membran	2 / 3	67 %
Totalt	12 / 37	32 %

4.2.2 Geometrisk utforming

Et tilstrekkelig stort lengde-bredde-forhold for sedimentasjonsbassengene er nødvendig for å tilrettelegge for rolig vannstrømning i hele tverrsnittet og på den måten optimalisere sedimentasjonsprosessen. For hovedbassengene er L:B over anbefalingen (3:1) i 69 % av bassengene. I HB 018 og 261 fremkommer det ikke spesifikke anbefalinger for L:B-forhold for forbasseng og ett lavt L:B-forhold bør derfor ikke ansees som ett avvik hvis hovedbassenget er godt tilrettelagt for sedimentasjon. Vurderinger av L:B-forhold for forbassengene er derfor ikke gjort. Det høyeste L:B-forholdet ble registrert på *E6 Hovinmoen* der en lengde og bredde på henholdsvis 70 og 9 meter resulterte i ett L:B-forhold på 7,8.

Videre hadde hovedbassengene ett gjennomsnittlig overflateareal mer enn 4 ganger større enn forbassengene. Der det foreligger plantegninger for bassengene, avviker målt og planlagt L:B-forhold til en viss grad. Det er imidlertid jevnt fordelt hvor vidt bassenget er utformet med ett større eller lavere L:B-forhold enn det som er planlagt.

4.3 Våtmark

Som nevnt tidligere finnes det for våtmark få spesifikke anbefalinger i håndbok 018 og 261 ift utforming. Hovedparten av det permanente vannspeilet skal imidlertid være 15 til 30 cm. Basert på feltregistreringene ble det avdekket at en tredjedel av våtmarkene hadde en vanndybde over 30 cm. Ettersom vanndybden i våtmarkene vil variere mye i tid og rom er dette ikke automatisk ett avvik ift

anbefalingene. Det ble også avdekket at om lag en tredjedel av våtmarkene hadde vanndybde under 15 cm. Alle disse våtmarkene manglet permanent vannspeil og var typisk gjengrodd av vegetasjon. Under drift av våtmark i håndbok 261, fremgår det at det skal sikres at våtmarken ikke gror igjen og at den ønskede vegetasjon opprettholdes.

4.4 Infiltrasjonsbasseng

Ett rensedbasseng hadde infiltrasjonsbasseng som hovedbasseng (*Rv 23 Frogntunellen*). Håndbok 261 presiserer følgende anbefalinger for infiltrasjonsbasseng. Det er viktig at jordmassene har tilstrekkelig hydraulisk ledningsevne (mellom 5 og 60 mm/time) og gode fysiske og kjemiske egenskaper for tilbakeholdelse av løst og partikulær forurensning. Oppnåelse av dette oppnås ved gode grunnforhold. På *Rv 23 Frogntunellen* er infiltrasjonen for lav og bassenget fremstår i dag som ett sedimentasjonsbasseng med permanent vannspeil. Det er ett problem siden vanndybden er for liten til at bassenget kan fungere som et optimalt sedimentasjonsbasseng. Dessuten er det usikkert om dimensjoneringen er tilstrekkelig som sedimentasjonsbasseng. Ettersom det forekom kun ett infiltrasjonsbasseng blant de utvalgte rensedbassengene er det ikke mulig å sammenstille tilstandsparametre for denne type renseløsning.

5 Tiltak for bedre bassenger

Ulike tiltak som kan forbedre renssevnen i bassengene. Tiltak for hvert enkelt basseng er oppsummert i vedlegg 3. Videre er det i tabell 5 satt opp mer generelle forslag til tiltak basert på de avvikstendensene som er avdekket i kapittel 4.

Tabell 5 Oversikt over viktigste tiltak for rensbasseng basert på tilstandsvurderingen.

Beskrivelse	Tiltak
Lekkasje	
Den permanente vanndybden i sedimentasjonsbassengene er ofte for lav. Dette skyldes i enkelte tilfeller feil i plan, men som oftest utett bassengbunn. Lekkasje forekommer i alle typer basseng og tilsynelatende uavhengig av bunntettingsmateriale (leire, membran, betong).	<p>I Membran: Lekkasjepunkt kan finnes ved å fylle bassenget het fullt og se hvor vannspeilet «stopper» opp. Rett over vannoverflaten må lekkasjepunktet ligge. Dersom bassenget er tørt må det være hull i bunnen. Hull i membranen lappes ved at sertifisert firma sveiser på en «lapp» av samme plasttype. Det kan være aktuelt å legge fiberduk eller et sandlag over membranen for å unngå flere hull. Is i bassenget kan ha skarpe kanter og forårsake hull i membranen.</p> <p>Leire: Samme prosedyre kan følges som for membran. Dersom det kun er ett eller få punkter hvor det er lekkasje kan dette utbedres med marin leire, eller bentonitt. Dersom det er et generelt problem med at leira ikke er tett, bør man vurdere å legge bentonitt eller membran som ny tetting i hele bassenget. Ved å legge membran vil man ta lite av volumet og trenger således ikke å grave ut eksisterende leirtetting. Med bruk av bentonitt bør nok noe av leirlaget graves ut for å få ønsket vanndybde etter rehabilitering.</p> <p>I Betong: Samme prosedyre som de to andre for å finne lekkasjepunkt. Her kan det være aktuelt å skjære eller frese ut en viss tykkelse av betongen, for så å legge i waterstop eller tilsvarende produkt for så å fylle i med betong.</p>
Vegetasjon	
Mange av bassengene er gjengrodde og fungerer som våtmarker mer enn sedimentasjonsbasseng. Våtmarker har typisk mer varierende rensfunksjon enn sedimentasjonsbassenger.	<p>Heving: Utgraving av vegetasjon/ vegetasjonsdekke som sedimenter. Hvis bassenget er tettet med leire og må dette ikke graves ut. Bassengkantene heves for å få ønsket vannspeil (kantene må tettes opp til ønsket nivå – bentonitt eller marin leire). Inn- og utløp heves der det er tilstrekkelig fall i tilførselsledning.</p> <p>Senking: Dersom det er uhensiktsmessig å heve bassenget pga estetikk eller andre grunner, kan bassenget senkes. Det graves da dypere til bassengbunn gir ønsket dybde i bassenget. Dersom det er god leire som tetningsmiddel kan denne gjenbrukes dersom praktisk mulig/ hensiktsmessig. Det må enten suppleres med bentonitt eller marin leire, eller legges nytt tettlag i hele bassenget. Med et helt nytt tettlag kan også plastmembran vurderes. Inn- og utløp kan ligge på samme nivå som tidligere.</p>
Dimensjoner	
Bassengets lengde-breddeforhold er ofte for lite. Dette gjør at mange basseng ikke er optimalisert for sedimentasjon.	Dersom det er arealer nok, kan det da være aktuelt med etablering av et større forsedimenteringsbasseng.
Erosjon	
Erosjonsskader og sedimentopphoping tyder på for dårlig drift av bassengene.	Bør settes opp en plan for drifting av de enkelte bassenger med beskrivelse av hva som skal gjøres, hvor ofte, hvem er ansvarlige, etc.

Beskrivelse	Tiltak
Bassengene er i enkelte tilfeller vanskelig tilgjengelige.	

5.1 Kostnader

Ved å benytte COWI sine erfaringer vedr. rehabilitering av bassenger på Oslo lufthavn Gardermoen og Grønmo gjenbruksstasjon har det blitt beregnet enn kvadratmeterpris på utskifting av bunnmateriale og tetting av rensbassengene. Basert på erfaringene vil entreprisestkostnader per kvadratmeter kunne forventes å være i størrelsesorden 1200 til 1500 NOK/m². Denne kostnaden inkluderer undersøkelse og evt. ombygning og tetting av innløps- og utløpskonstruksjoner, opprensning og fjerning av vegetasjon og sedimenter, utgraving av eksisterende bunntetting, ytterligere utgraving for å øke vandedybde ved behov, anlegging av ny bunntetting (bentonitt, PP-, PE- eller EPDM-membran). Kostandene vil variere mye for det enkelte basseng og er avhengig av kompleksiteten i geometri, identifiseringen av lekkasjepunkt og tilgjengelighet til bassenget. Kvadratmeterprisen må derfor kun betraktes som en pekepinn på den faktiske kostnaden.

De gjennomsnittlige overflatearealene for de tilstandsvurderte forbasseng og hovedbasseng er henholdsvis 90 og 310 m². Ved å bruke kvadratmeterprisen kan det estimeres at det vil koste mellom 108 000 til 135 000 NOK å utrede lekkasje, skifte bunntettingsmateriale og øke dybde på ett gjennomsnittlig forbasseng. Tilsvarende vil det koste mellom 372 000 og 465 000 NOK å gjennomføre tilsvarende tiltak for ett gjennomsnittlig hovedbasseng. Det er imidlertid forventet at kvadratmeterprisen vil øke med minkende overflateareal da flere av kostandene, eksempelvis tetting eller ombygging av innløps- og utløpskonstruksjoner, vil være uavhengig av overflateareal.

5.2 Anbefaling til videre arbeid

Resultatene i denne rapporten indikerer at avvik mellom prosjektert rensbasseng og bygget løsning er en viktig årsak til at rensbassengene ikke tilfredsstillende anbefalinger angitt i håndbok 261. Dette avviket omfatter i stor grad for lavt vannspeil som følge av lekkasje. Økt fokus på kontroll av utførelse under bygging bør derfor vektlegges for å unngå tilsvarende avvik i fremtidige rensbasseng. Det fremkommer også av resultatene at lekkasje forekommer ved de fleste kombinasjoner av bunntettingsmaterialer. En årsak til dette kan være at utførelsen er en avgjørende faktor for å lykkes. Ett beskjedent datagrunnlag gjør det vanskelig å anbefale en type bunntetting fremfor en annen. Anbefaling av type bunntetting fremgår heller ikke av håndbok 261. En anbefaling til videre arbeid er derfor å undersøke nærmere ulike type bunntettinger for å komme frem bunntettinger som gir bedre fungerende rensbassenger.

Feltregistreringene avdekket at det er et relativt høyt avvik på driftsoppfølging av rensbassengene. I tillegg foreligger det bare driftsinstrukser for ett fåtall av rensbassengene. Tilstrekkelig drift i form av opprensning av vegetasjon, slamfjerning og reparasjon av erosjonsskader er viktig for å opprettholde rensfunksjonen i rensbassenget. Det bør derfor legges større fokus på etablering av driftsinstrukser og driftsrutiner for rensbassengene generelt.

I vedlegg 3 er det sammenstilt en liste over alle rensbassengene og hvilke tiltak som vi mener er viktige for å øke rensfunksjonen. For flere rensbassenger er tiltakene relatert til driftsoppfølging i

form av slamfjerning, opprensning og reparasjon av erosjonsskader. Slike tiltak bør prioriteres da dette vil kunne gi god effekt uten betydelige kostnader. Videre vil det være naturlig å prioritere fysiske tiltak i rensebasseng som i dag er tørre. Disse bassengene kan ha minimalt med tilrenning fra veg og/eller har betydelige lekkasjer, noe som reduserer rensefunksjon betraktelig.

Denne rapporten omfatter en generell tilstandsvurdering av rensebasseng. For å undersøke bassengenes renseevne nærmere, er det nødvendig å måle vannmengder inn og ut av rensebassengene, samt størrelsen på tilknyttet nedbørsfelt ift det permanente vannvolumet i bassenget. Det er vesentlig å bestemme mengden vegvann som tilføres rensebassengene og om det er dimensjonert riktig i forhold til tilknyttet nedbørsfelt. En tilnærming til en slik vurdering kan være å plassere trykksensorer og nedbørmålere i utvalgte rensebassenger. Ved å kjenne høyde og dimensjoner på utløpet kan de loggede data fra sensorene (vannstand) benyttes til å estimere hvor mye vann som forlater rensebassenget etter ett bestemt nedbørstilfelle. På det tidspunktet vannstanden har sunket tilbake til nivået før nedbørstilfelle inntraff, vil det totale utløpsvolumet tilsvare innløpsvolumet gitt at bassengbunn er tett (jfr. prinsipp for sedimentasjonsbasseng). Ved lekkasje i bassenget vil lekkasjeraten kunne bestemmes ved å se på endringen i vannstand under tørrvårsperioder. Vann tapt grunnet lekkasje må sån legges til utløpsvolumet der bassenget har lekkasje. Det estimerte innløpsvolumet kan videre sammenliknes med nedbørmengden. Ved å dele innløpsvolumet på nedbørmengden vil en kunne estimere det reduserte arealet som bidrar til avrenning til bassenget. Det reduserte arealet kan videre sammenliknes med det reduserte arealet som er benyttet for dimensjoneringen. Denne informasjonen vil gi ytterligere innsikt om hvor stor andel av vegvannet som tilføres rensebassengene og hvorvidt bassengene er dimensjonert riktig ift avrenningsarealet.

6 Referanser

Statens vegvesen (2011): Vegbygging, Normaler, Håndbok 018

Statens vegvesen (2006): Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging, Veileder, Håndbok 261

Vedlegg

VEDLEGG 1: Mal for registreringskjema

VEDLEGG 2: Database (digitalt vedlegg)

VEDLEGG 3: Sammenstilling av data fra 26 basseng

Revisjon av sedimentasjonsbassenger – feltregistreringer

1. Bassengdata	Bassengnavn/ veinavn:		Dato registrering:		Byggeår:		Fylke:		Kommune:		Koordinater:						
2. Tilrenning til bassenget	Veitype (2-/4-felt):		Veilengde (dagsone) (m):		Tunnellengde (m):		Veibredde – asfalt (m):										
3. Basseng-utforming (velg fra nedtrekkmeny)	Inngjerdet/ åpent (I/Å):		Adskilt forbasseng:		Adskilt hovedbasseng:		Felles basseng:		Betongbunn:	Bunntetting leire:	Bunntetting membran:						
	Kommentar:																
4. Bassengtype/ rensesfunksjon (Sett X)	Sedimentasjon:		Infiltrasjon:		Våtmark:		Rensegrøft:		Annet (beskriv):								
	F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:						
5. Basseng-størrelse (målt i felt), Dimensjonering = vått volum pr ha vei (asfaltflate) v/normalvannstand	Lengde (m):		Bredde (m):		Dybde (m):		Volum (m³)										
	F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:					0					
	H.bass:		H.bass:		H.bass:		H.bass:					0					
	Dimensjonering for basseng m³/ha:						Dimensjonering hovedbasseng m³/ha:										
6. Basseng-størrelse (plan)	Lengde (m):			Bredde (m):			Dybde (m):										
	F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:		F.bass:						
	H.bass:		H.bass:		H.bass:		H.bass:		H.bass:		H.bass:						
7. Inn-/ utløpsløsning (type, kontroll kummer/ledninger)	Dykket/åpen:			Beskrivelse:													
	F.bass:	Innløp:	Utløp:														
8. Tilrenning til bassenget	Overvannstillrenning (ja/nei/usikkert):			Beskrivelse (grøfter, oppsamlingssystem, terrengvann):													
	Tørrvæsavrenning (ja/nei/usikkert):			Beskrivelse:													
	Innløp:																
9. Sediment-avsetning i rørsystem/ basseng	Ja/nei /usikkert:			Beskrivelse (synlig avleiring):													
	Ja/nei /usikkert:			Beskrivelse:													
10. Driftsinstruks foreligger	Ja/nei /usikkert:			Beskrivelse:													
11. Utført drift v/bassenget, slamfjerning mm	Slamfjerning siste gang (år):			Frekvens slamfjerning (år):			Annet vedlikehold (beskriv):										
12. Driftstilstand	Beskrivelse (slam, vegetasjon, tilstopping, avvik fra instruks):																
13. Vannvegetasjon - utvikling	Dekningsgrad (%) :			Beskriv tilstand:													
14. Avvik i bassengets funksjon (Sett X)	Drift:	Innløp/ tilrenning:	Forbasseng:	Hoved-basseng:	Utløp:	Lekkasje:	Terreng/ landskap:	Annet (beskriv)									
	Kommentar:																
15. Avvik mellom planlagt og bygget løsning og gjeldende anbefalinger	Beskriv type avvik og betydning for rensesfunksjon:																
16. Vannkvalitet in situ i 2 nivåer: F=forbasseng H=hovedbasseng	pH		Konduktivitet: (µS/cm)		Salinitet		Redoks (mv)		Oksygen (%) (mg/l) (%) (mg/l)		Temp: (°C)		Turbiditet (NTU)		TDS (mg/l)		
	Basseng	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B
Overflate (dybde 10 cm)																	
Bunn (10 over bunn)																	
Kommentar:																	
17. Avvik vannkvalitet (dårlig tilstand/ funksjon)	Beskriv avvik og behov for ekstra målinger/prøvetaking:																
18. Landskaps-tilpasning	Beskriv/karakterisering:																
19. Forbedringstiltak	Beskriv tiltak for forbedring av drifts- og rensesfunksjon:																
20. Foto-dokumentasjon Link	Fotomappe																
21 Tilgang for slamfjerning (Sett X)	God		Middels		Dårlig												
Kommentar:																	

Bassengnavn/veinavn	Lokalitet	Renseprinsipp	Avvik	Antatt rens- evne	Tiltak
Rv 23 Frogntunnelen	Frogn, Akershus	Sedimentasjon (FB) og infiltrasjon (HB)	Dårlig infiltrasjon i HB gjør at det fungerer som ett for lite sedimentasjonsbasseng	Middels	Omgjøre HB til sedimentasjonsbasseng. Etablere ny terskel 0,5 m høyere. Overløpet kan stenges hvis dette skaper tilbakestuing.
E6 Hovinmoen - Dal Grefsrud (Basseng 1b)	Ullensaker, Akershus	Sedimentasjon	For lav vannstand (0,8 m) trolig grunnet lekkasje (utløpskum over vannspeil)	Dårlig	Utbedre årsak til lav vannstand / evt. tette lekkasje
E6 Bogsrud Minnesund Minnsund bru	Eidsvoll, Akershus	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Bassenget er ikke i drift (mottar ikke vegvann). Ikke permanent vannspeil i forbasseng. Basseng mottar terrengvann. Mye slam i forbassenget og i innløpskummen. Mangelfull drift.	Middels	Avskjære terrengvann. Flomsikring ved innløpsrist. Opprensning i bassenget og kummer. Våtmark bør vurderes bygges om til sedimentasjonsbasseng.
E16 Langbakk Bro	Ullensaker, Akershus	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Ikke permanent vannspeil i anlegg. Utløpsterskler skadet av erosjon. Mye sedimenter i forbasseng.	Middels	Reperasjon/erosjonssikring av terskler. Slamfjerning. Utvidelse av størrelse. Økning av dybde i for- og hovedbasseng.
E6 Kambo bomstasjon	Moss, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	For lav vanndybde (0,3 m) i hovedbasseng trolig grunnet lekkasje	Middels	Øke vannstanden i våtmarksfilteret. Redusere vegetasjon i våtmark
E6 Ringstad Gartneri	Råde, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Ingen energidreper i forbasseng. Våtmarka er overvokst av vannvegetasjon og mye alger på vannflaten. Forbassenget har trolig lekkasjer.	Dårlig	Redusere vegetasjon i våtmark. Fordype hovedbasseng til 1 m. Utrede evt. lekkasjer. Bedre tilgang til drift i hovedbasseng.
E6 Basseng nr 4 Idrettsveien/Karlshus	Råde, Østfold	Sedimentasjon (2 FB) og våtmark (HB)	Ingen energidreper i forbasseng. For lav vanndybde (0,4 m) i forbasseng som mottar vegvann, trolig grunnet lekkasje. Mye sedimenter i begge basseng.	Middels	Slamfjerning i forbasseng og hovedbasseng. Utbedre lekkasje.

E6 Solli Basseng	Sarpsborg, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Mye sedimenter i forbasseng. Ikke permanent vannspeil i hovedbasseng trolig grunnet lekkasjer. Behov for driftsoppfølging.	Middels	Slamfjerning i forbasseng, utbedring av område rundt innløpskum (erosjon), sporing av lekkasjepunkt i for- og hovedbasseng. Utløpskum fra forbasseng må åpnes. Øke vanndybde i hovedbasseng.
E6 Bjørnstadgrenda	Sarpsborg, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Tilrenning til men ikke utløp fra forbasseng tyder på lekkasje. Mye sedimenter (0,2 m) i forbasseng. Behov for driftsoppfølging.	Middels	Undersøke funksjon utløpskum i forbasseng. Utrede lekkasje i forbasseng. Opprensning av vegetasjon i hovedbasseng. Øke vanndybde i hovedbasseng.
E6 Høysandveien	Sarpsborg, Østfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Trolig lekkasje i forbasseng (vannstand under utløpsnivå). Trolig lekkasje i betongterskel. Grønnfarget vann tyder på næringstilførsel. Ikke hydraulisk styring av utløp fra hovedbasseng.	Middels	Utrede lekkasje i forbasseng. Finne årsak til vannkvalitet (grønnfarge). Bedre utforming av utløp fra hovedbasseng (nivå/kapasitet).
E6 Hjelmungen	Halden, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Mye sediment i for- og hovedbasseng. Stor fare for erosjon i det grunne hovedbassenget ved flom. Sannsynligvis høyt næringsinnhold i hovedbasseng.	Middels	Slamfjerning. Økning av dybden i hovedbassenget vil bedre renssevne og redusere vegetasjonstetthet.
E6 Svinesundhagen	Halden, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	For lav vannstand i for- og hovedbasseng. Ugunstig sidebekk tilfører vann og sediment ved innløpet. Mye sedimenter i innløpssonen. Mye begroing i bassenget. Sannsynligvis høyt næringsinnhold i hovedbasseng.	Middels	Slamfjerning i innløpssonen. Opprensning ved utløpsledning. Avskjære bekk.
E6 Vikshaugen	Halden, Østfold	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	For lav vanndybde i for- og hovedbasseng sammenliknet med plan grunnet mye slam.	Middels	Slamfjerning i begge basseng. Øke dybde på basseng.

E18 Sekkelsten Øst	Askim, Østfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Dårlig terrengbearbeiding og revegetering langs ene bassensiden.	God	Terrengbearbeiding og revegetering langs ene bassensiden (samme side som driftsvei). Vurder etablering av dykket innløp.
E18 Hanekleiva/Kjeksrud nord	Sande, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Hovedbasseng uten vann trolig pga lekkasje. Mottar trolig ikke vegvann (bare vaskevann fra tunnel)	Middels	Tette lekkasje hovedbasseng. Utbedre grøfter (spesielt innløpet til kummer).
E18 Kjeksrud sør	Holmestrand, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Usikker overvannstilrenning. Forbasseng har for lav vannstand (0,3 m) og hovedbasseng er uten vann. Trolig lekkasjer i begge basseng.	Middels	Utbedre lekkasjer. Fjerne krattvegetasjon i hovedbasseng.
E18 Hvittingsrud	Holmestrand, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Usikker overvannstilrenning (klart vann i forbasseng). Forbasseng har for lav vannstand og hovedbasseng er uten vann. Trolig lekkasjer i begge basseng.	Middels	Fjerne vegetasjon og tette hovedbasseng. Utbedre grøfter og innløp kummer langs veien.
E18 Nygård	Holmestrand, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Høyere tørrværsavrenning enn ønsket.	God	Frakoble drensvannstilløpet.
E18 Våleveien	Holmestrand, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Hovedbasseng er uten vann trolig grunnet lekkasje.	Middels	Tette lekkasje hovedbasseng.
Rv19 Borre	Horten, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Usikker overvannstilrenning. Betydelig algevekst tyder på tilrenning fra dyrket mark	God	Avklare årsak til algevekst (tilrenning fra andre arealer enn vei).
RV308 Emmerød	Tønsberg, Vestfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Ingen avvik	Middels	Ingen
E18 Langangen Dam F	Porsgrunn, Telemark	Sedimentasjon (FB og HB)	Ingen avvik	God	Revegetering rundt bassenget og tilføring av bunnsstrat og tilplanting av vannplanter i hovedbassenget.
E18 Pannesund Bru	Risør, Aust-Agder	Sedimentasjon (FB) og våtmark (HB)	Begge basseng er uten vann grunnet lekkasjer.	Dårlig	Utbedre lekkasjer. Øke vanndybde i hovedbasseng.
Rv416 Aspelund	Risør, Aust-Agder	Sedimentasjon (FB)	Trolig lekkasje (vannvået ligger under utløpsterskelen). Mye slam i forbasseng. Dårlig driftstilgang.	Dårlig	Utbrede lekkasjer. Slamfjerning.
E18 Raketstad	Askim, Østfold	Sedimentasjon (FB og HB)	Ingen avvik	God	Ingen

Lura-Stangeland	Sandnes, Rogaland	Våtmark (FB) og sedimentasjon (HB)	Mye sediment ved innløpet. For lav vannstand i forbasseng. Fare for kortslutningsstrøm mellom utløp forbasseng og utløp hovedbasseng. Dårlig landskapstilpasning mot gangvei med sprengstein i skråning.	Middels	Slamfjerning i forbassenget. Gjør forbassenget dypere. Unngå kortslutningsstrøm i hovedbassenget ved å etablere ledevægger.
-----------------	----------------------	---------------------------------------	--	---------	---



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen