

Konceptoplæg – udvidelse af Kalundborg Renseanlæg

1. Anbefalet løsning - konceptoplæg

Rådgiverfirmaet Envidan har udarbejdet et konceptoplæg for udvidelsen af Kalundborg Renseanlæg. I det følgende gennemgås detaljerne i det foreslåede konceptoplæg.

Konceptoplægget for den anbefalede løsning bibeholder langt størstedelen af de nuværende installationer og tilføjer følgende nye installationer og driftsændringer:

- Nyt udligningsbassin til byspildevand (5.000-6.000 m³)
- Udvidelse af bundbeluftning i luftningstanke, så al luft leveres ved bundbeluftning
- Processtyring: ændring fra single-ditch (nuværende) til bidenitro driftsform (oprindelig)
- Ny Post-DN-tank: bestående af DeOx-zone, Post-DN-zone og ReOx-zone. Bundbeluftning i ReOx-zonen samt tilsætning af eksternt kulstof mellem DeOx-zonen og Post-DN-zonen.
- Sandfilter til efterpolering af udløb fra biologi, og forrensning inden aktiv kulfilter.
- Aktiv kulfilter til fjernelse af primært miljøfremmende stoffer og sekundært inerte fraktioner af COD og N
- To nye mellempumpestationer: Én foran Post-DN-anlægget og én foran sand- og aktiv kulfilter
- Udvidelse af slambehandling

Samtidig nedlægges det eksisterende ozon- og MBBR-anlæg som poleringstrin.

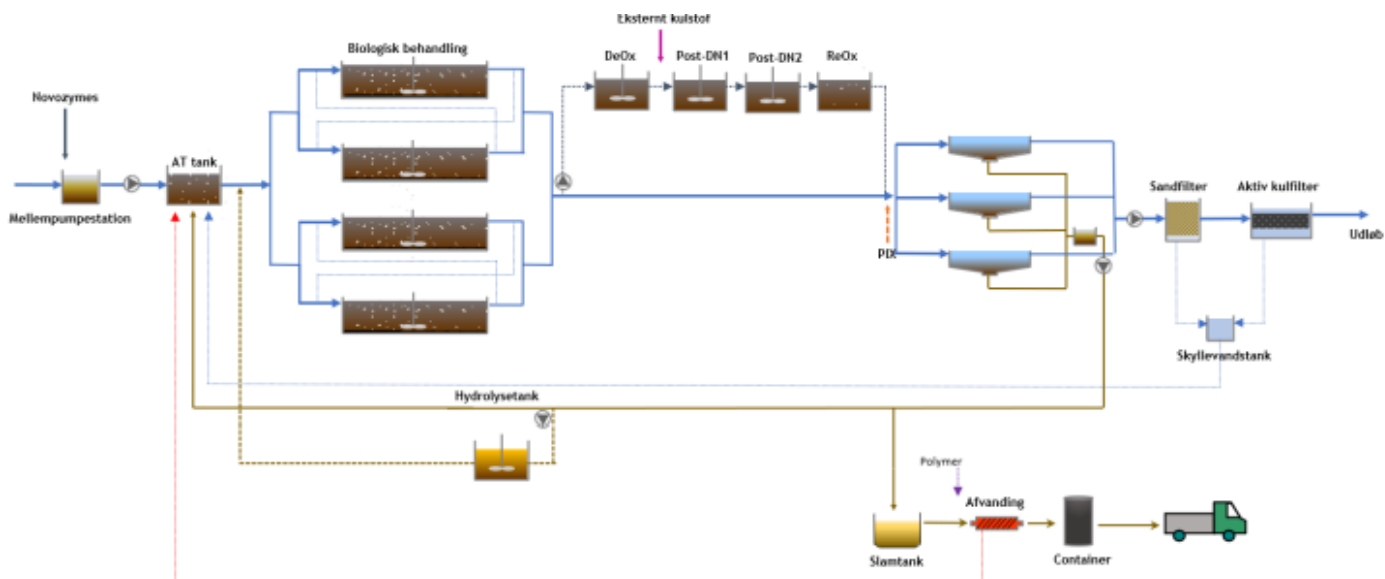
På Figur 1 ses en oversigt over konceptoplægget for udvidelsen af KCR. Oversigtsplanen findes endvidere i bilag 1 for bedre oversigt. Oversigtsplanen viser ikke udvidelse af slambehandling eller reservation af areal til anlæg for genbrugsvand, som placeres efter varmepumpen. Disse skal evalueres nærmere i forhold til placering og kapacitet.



Figur 1. Oversigt over konceptoplæg for udvidelse af KCR (se også bilag 1)

Overordnet konceptoplæg

Det anbefalede konceptoplæg omfatter udvidelse (Figur 2) af det sekundære behandlingstrin med Post-DN, en optimering af styring og fuld bundbeluftning i luftningstankene og en hydraulisk udvidelse med en ny efterklaringstank. Derudover anbefales det, at et nyt poleringstrin med sandfilter og kvartær rensesrin med GAC-filter bygges.



Figur 2. Flowskema over foreslået konceptoplæg.

2. Proces- og anlægsbeskrivelse

I det følgende beskrives konceptoplæggets udbygning af eksisterende anlæg og forbedringstiltag funktionelt, såvel som procesmæssigt. Ydermere angives dimensionerne for de enkelte anlæg, som skal etableres, samt den dertilhørende kapacitet og det belastningsmæssige spænd, som anlægget designses for.

2.1 Udbygning – udligningsbassin

Der er foreslået et udligningsbassin, der kan opmagasinere hydrauliske peak-belastninger fra byen, ved f.eks. regnvejr. I det anbefalede konceptoplæg etableres et sparebassin på 5.000 m³. Bassinet bygges med betonnægge placeret på en in-situ støbt betonbundplade. Vandet graviterer eller pumpes ind i tanken, afhængig af fyldningsgrad. Det modsatte vil være gældende ved tømning.

Tabel 1. Dimensioner for nyt udligningsbassin

Parameter	Enhed		Beskrivelse
Udligningsbassin	Antal	1 stk.	
	m ³	5.000	
	m (dybde)	5	

Udligningsbassinet tænkes etableret på nordsiden af Dokhavnsvej, hvor MBBR-anlægget i dag ligger.

2.2 Udbygning – sekundær behandling

Der er behov for tilsætning af eksternt kulstof i den fremtidige udvidelse af KCR for at have tilstrækkelig kvælstoffjernelse. Den mest hensigtsmæssige løsning, ift. effektiv udnyttelse af doseringen, er at dosere dette til et Post-DN-anlæg efter den biologiske behandling i de eksisterende procestanke før udløbet til efterklaringstankene.

For yderligere at reducere behovet af eksternt kulstof, anbefales det at optimere driften af det eksisterende biologiske renselanlæg. Dette omfatter installation af ny bundbeluftning i luftningstankene, så al luft leveres som bundbeluftning og at den nuværende driftsform, single-ditch, ændres til bidenitro (oprindelig driftsform).

Modifikationer af eksisterende biologisk rensesettrin

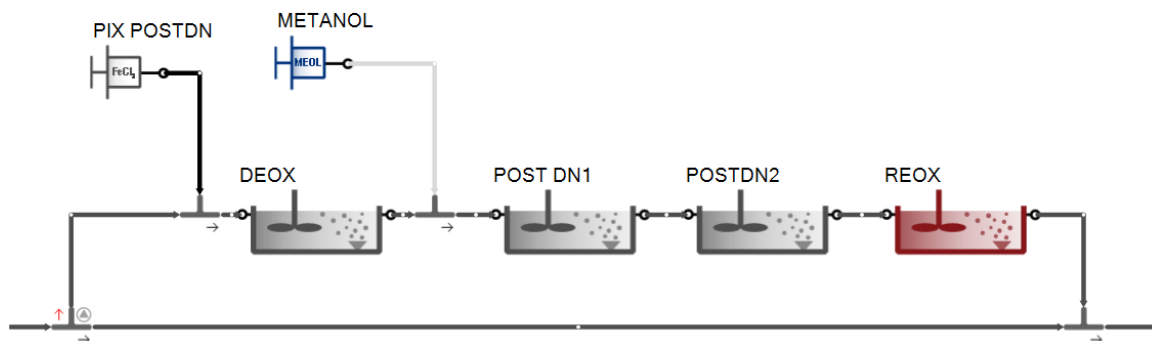
- AT-tanke beholdes som luftede tanke, bundbeluftningssystem anbefales udskiftet.
- Hydrolysetanken beholdes, men reduceres til en fjerdedel af det eksisterende volumen fra 2.200 m³ til 550 m³ og udløbsrøret føres direkte til luftningstankene i stedet for til AT-tankene
- Luftningstanke udstyres med nyt bundbeluftningssystem, og det anbefales af driftsformen ændres til bidenitro.

For beluftning i AT-tanke er der til simuleringerne valgt en blæserkapacitet til bundbeluftning på 200 Nm³/h og for luftningstankene en blæserkapacitet til bundbeluftning på 15.000 Nm³/h for at opnå optimale udløbsresultater. Dette er kapaciteter til håndtering af spildevandssammensætningen i udkastet til tilslutningstilladelsen. Der skal tages højde for, at udstyret skal kunne driftes ved en lavere belastning frem til den fulde belastning opnås.

Blæserbestykningen bør bestå af både store og mindre blæsere og en dertil indrettet styring, som giver de optimale betingelser for energioptimal drift. Blæsesystemet kan, ligesom i dag, med fordel bygges som et fælles system.

Post-DN-anlæg

Udvidelsen med Post-DN foreslås som angivet på nedenstående figur.



Figur 3. Oplæg til udvidelse med nyt Post-DN-trin på KCR.

Det udvidede biologiske rensesettrin foreslås at blive bygget op som en stor tank med betonvægge, som deles op i tre zoner, DeOx, Post-DN og ReOx, med interne skillevægge.

Aktivslam pumpes fra udløb af eksisterende luftningstank til den nye tank og udløb føres tilbage til nyt fordelerbygværk opstrøms efterklaringstankene. Det er muligt at bypasse det nye rensesettrin ved at tillade, at aktivslam graviterer fra luftningstankene direkte til det nye fordelerbygværk. Der kan på denne måde optimeres på energiforbruget på anlægget ved kun at bruge Post-DN-anlægget i de perioder, hvor der er behov for det for at opnå den krævede udløbskoncentration.

I DeOx-zonen reduceres iltkoncentrationen i indløbet fra luftningstankene på ca. 1,5 mg/l til ca. 0,2 mg/l før indløb til Post-DN-zonen. I indløbet til Post-DN-zonen doseres eksternt kulstof. Både DeOx- og Post-DN-zonerne forsynes med omrørere for at holde slammet suspenderet. Kulstof til de-nitrifikationsprocessen

leveres fra en lagertank til metanol, eller anden kulstofkilde, og et doseringssystem bestående af pumper med flowmåler installeres. For at udnytte kulstoffdoseringen bedst mulig kan post-DN-trinnet deles op i to separate volumener. ReOx-tanken anvendes til at fjerne overskydende kulstof fra doseringen. Rensningen foretages via bundbeluftning.

Blæserkapaciteten til bundbeluftning i ReOx-tanken er beregnet til 1.200 Nm³/h og styres af iltmålere.

Tabel 2. Data for Post-DN-anlæg

Parameter	Enhed		Beskrivelse
Fødepumper	m ³ /h	2.700	Skal kunne pumpe indløb og returslam
DeOx	m ³ m (dybde)	500 4	Omrøring (min. 1,3 kW)
Post-DN	m ³ m (dybde) kg COD/d	2.000 4 ~1.400	Omrøring (min. 3,5 kW) For mere effektiv udnyttelse af kulstoffdosering kan denne deles op i to volumener post-DN1 = 1.600 m ³ og post-DN2 = 400 m ³
ReOx	m ³ m (dybde) Nm ³ /h	1.500 5,5 1.200	Omrøring (min. 3,8 kW)

2.3 Udbygning – tertiær behandling

Et nyt tertiært behandlingstrin med sandfilter introduceres på KCR for at sikre en effektiv efterpolering efter biologisk behandling. Filtrene vil sikre lav slam- og fosforkoncentrationer i udløbet, og vil sikre en reduktion af slambelastningen til de aktive kulfiltre. Afhængig af driften af sandfilteret, kan biofilm vokse i filtret og forbedre blandt andet kvælstof- og lægemiddelsrensningen.

Sandfilter

Et sandfilteranlæg anbefales bygget til polering af udløbsvandet fra efterklaringstankene før behandling i aktiv kulfiltret. Mulighed for dosering af fædningskemikalier installeres i kanal opstrøms sandfiltrene. Sandfiltrene kan skylles med vand og luft, hvor vandet tages fra fælles skyllevandstank med aktivkul-filtrene og blæsere installeres til at blæse luft ind i filtrene. Skyllevandet føres efter tilbageskyld til udligningsbassinet og pumpes derfra med kontinuerlig pumpning til det biologiske rensetrin.

Der lægges op til, at sandfiltrene bygges som to-medie filter med f.eks. sand og antracit-lag.

Sandfiltrene er designet til at håndtere et maksimalt flow op til 2.400 m³/h (indløbsflow på KCR + recirkuleret skyllevand). Det definerede indløbsflow til KCR er i konceptoplægget baseret på at holde udbygning med sandfilteranlægget (og aktiv kulfilteranlægget) på et fornuftigt økonomisk niveau.

I konceptoplægget reserveres et areal til udvidelse af sandfilteranlægget for fremtidssikring af KCR.

Tabel 3. Data for sandfilter

Parameter	Enhed		Beskrivelse
Løftepumper	m ³ /h	2.400	Indløb og skyllevand
Samlet filterareal	m ²	300	
Antal celler	-	9	Tørvejr: 5 filtre i drift Regnvejr: 7 filtre i drift 2 redundante filtre
Skyllevandsflow	m ³ /h	1.500	<1 gang/d. ~10 min/filter.
Skyllevandstank	m ³	300	Fælles med GAC-filtrer
Luft	Nm ³ /h	1.900	<1 gang/d. ~5 min/filter.

2.4 Udbygning – kvartær behandling

Et nyt kvartært behandlingstrin med aktiv kulfilter introduceres på KCR for primært at sikre tilstrækkelig reduktion af udvalgte miljøfremmede stoffer gennem renseanlægget. Sekundært vil kulfiltrene ligeledes i nogen grad kunne reducere de inerte fraktioner af COD og TN.

Aktiv kulfilter

Efter sandfiltrene føres vandet videre til aktiv kulfilter opbygget som GAC-filtre (granulated activa-ted carbon). Trinnet bygges op med et antal filtre vandet fordeles over. Afhængig af endelig løsning kan filtrene enten kontinuerlig fødes med nyt kul samtidig med at gammelt brugt kul ekstraheres, eller der kan tømmes et filter ad gangen, som tages ud af drift. Det forudsættes i dette design, at filteret tømmes helt, og at brugt kul køres til regenerering. Tankvogne forudsættes at aflevere re-genereret kul på samme tidspunkt, hvilket kræver, at et eller flere filtre altid er ude af drift imens det venter på udskiftning/påfyldning.

GAC-filtrene holdes rene ved periodisk tilbageskylning med luft og vand. Grundet opstrøms sandfilter, forventes det ikke, at GAC-filtrene skal tilbageskylles hyppigt. Der regnes med én rengøringscyklus pr. uge. Det forudsættes, at skyllevand tilbageføres til udligningsbassinet.

Kulfilteranlægget er designet til at håndtere et maksimalt flow op til 2.100 m³/h. Det definerede indløbsflow til KCR er i konceptoplægget baseret på at holde udbygning med aktiv kulfilteranlæg (og sandfilteranlægget) på et fornuftigt økonomisk niveau, som beskrevet i afsnit om sandfilter.

I konceptoplægget reserveres et areal til udvidelse af kulfilteranlægget for fremtidssikring i forhold til skærpede renskrav på KCR. Der skal være mulighed for, at kulfilteranlægget kan udvides i seriel forbindelse, så der kan renses endnu længere ned, hvis kravet melder sig.

Tabel 4. Data for aktiv kulfilter

Parameter	Enhed		Beskrivelse
Samlet filterareal	m ²	480	
Antal filter	-	8	1 redundant filter
EBCT, Q _{max}	min	25	EBCT - empty bed contact time (opholdstid)
Volumenbehov	m ³	960	

2.5 Udbygning – slambehandling

Det er blevet identificeret, at der er behov for en udvidelse af slambehandlingen i relation til merbelastningen fra Novozymes.

Slamproduktionen vil med mertilledningen øges til 3,7 ton TS/d, hvilket betyder, at der ikke vil kunne leveres fuld redundans med de nuværende skrupresser.

Det anbefales at der både opføres nye slampumper, afvander, slamtransportørsystem og en ekstra container (fra 2 til 3) – det er dog muligt at enkelte af de eksisterende komponenter kan genbruges med en ny placering. Ydermere, skal der ses på den optimale placering og reservation af areal for slambehandlingen og tilkørslen hertil, da den nuværende bygning er fyldt godt op. Det anbefales, at det eksisterende slambehandlingsudstyr demonteres, og der opføres et nyt bygværk med tilstrækkelig plads til at huse udvidelsen. Ligeledes er det vigtigt, at adgangsforholdene forbedres, da disse ikke er tilstrækkelige i dag. Dette vil kræve, at der opføres en ny bygning hertil.

2.6 Udbygning – resterende anlæg

I det følgende beskrives udvidelser med andre anlægsdele i konceptoplægget. Der er tale om supplerende bygværker. Afsnittet indeholder ydermere en gennemgang af nedlæggelser, som gennemføres i forbindelse med udvidelsen, samt reservation af plads til anlæg for genbrugsvand.

Mellempumpestationer, fordelerbygværk og ledningsudskiftning

Designet medfører indskydelse af to nye mellempumpestationer for at sikre vandets vej gennem anlægget. En pumpestation placeres foran Post-DN-anlægget, og den anden pumpestation placeres foran sand- og kulfilteranlægget. Der udføres nye ledninger til og fra Post-DN-anlægget samt til den nye efterklaringstank. Dette medfører ligeledes, at der etableres et nyt fordelerbygværk foran alle efterklaringstankene, samt et nyt og hydraulisk forbedret udløbsbygværk efter efterklaringstankene. Fra udløbsbygværket, gennem sand- og kulfilteranlæg og helt frem til udløbspumpestationen, skal alle ledninger udføres som nye.

Nedlæggelser

I det foreslåede konceptoplæg etableres et polerings- og kvartærrensetrin bestående af sand- og aktiv kulfilter. Det medfører at der ikke længere vil være behov for behandling i det eksisterende ozon- og MBBR-anlæg, da aktiv kulfilteret er designet til at kunne fjerne miljøfremmede stoffer i nødvendigt omfang.

Som præsenteret i aflevering A, er der lavet undersøgelser af ozoneringen, som viser begrænset effekt på fjernelse af inert stof og yderligere er der udfordringer med ozonering i form af bromatdannelse, som det ikke er lykkedes at vise efterfølgende biologisk fjernelse af i fuldskala.

Da der i dag er relativt store driftsomkostninger til ozon- og MBBR-anlægget, har ozonanlægget i perioder været taget ud af drift.

Ombygning af disse bygværker med formål at kunne genanvendes i indeværende konceptoplæg vil være meget omkostningstungt og placeringen af MBBR-anlægget er ikke optimal i forhold til vandets vej igennem de resterende bygværker, da det vil kræve betydelig pumpning.

I konceptdesignet er udligningsbassinet placeret i den nordlige ende af renseanlægget, hvor MBBR-anlægget ligger i dag.

På baggrund af de ovenstående forhold foreslås det derfor, at disse bygværker nedlægges i forbindelse med udvidelsesprojektet.

2.7 Reservation af plads til genbrugsvand

Inden udbud skal der ses på reservation af plads til planlagt anlæg til genbrugsvand. Dette anlæg placeres efter varmepumpeanlæg i nærheden af udløbspumpestationen.

3. Driftsforhold

Her præsenteres driftsforhold, som der henledes særlig opmærksomhed på, da de medfører betydelige ændringer i relation til den nuværende drift.

3.1 Eksternt kulstof

Opbevaring og håndtering af eksternt kulstof i form af metanol eller etanol vil højst sandsynlig komme til at falde ind under ATEX regler, hvilket betyder, at der skal oprettes klassificerede ATEX-zoner. Det nye anlæg må derfor bygges med nødvendige respektafstande fra øvrige bygværker og vil sandsynligvis bygges tilsvarende eksisterende tankanlæg, der i dag står ved siden af biofiltret.

Det er muligt at vælge andre typer kulkilder, der ikke kræver, at tank-anlægget er omfattet af ATEX-regler, f.eks. sukkerbaserede kulkilder. Det anbefales imidlertid, at anlægget ATEX-klassificeres, uanset brugen af kulkilde. Dette tiltag gøres for ikke at begrænse sig i forhold til potentiel fremtidig udskiftning af kulkilde. Det skal bemærkes, at valg af kulkilde vil påvirke denitrifikationen, og at der ved valg af en specifik kulkilde må tages højde for eventuel effekt på denitrifikationshastigheden.

3.2 Aktivt kul

Konceptoplægget er baseret på aktiv kul-behandling i GAC-filter. Det er muligt at revurdere dette valg, og vælge behandling med PAC (pulveriseret aktiv kul) med efterfølgende separering. Uanset valg, skal type og leverandør af aktivt kul vælges nøjagtigt. Den tekniske løsning, f.eks. stålkolonner eller betontanke med op- eller nedadgående vandstrømning, vælges i næstkommende designfaser, og selve kulturen vælges i samråd med leverandør. Kultyperne afprøves i laboratorie- eller pilottest, for at kunne tegne et bedre billede af forventede reduktioner og levetider. Afhængig af løsning er det i første fase af fuldskala-driften også muligt at afprøve forskellige kultyper i filtertankene.

Valg af kul bør baseres på faktisk reduktion og levetid, men andre aspekter som pris, transportmuligheder og leverancesikkerhed, samt hvis og hvor kullet kan regenereres, inkluderes i beslutningsprocessen.

3.3. Beluftning

Beluftning omlægges til kun at være bundbeluftning. Vedligehold og service af rotor og undgå derved. Det betyder dog også, at der skal være ekstra fokus på vedligehold af diffusorer. Herunder afsyringssystemet, da der er meget udfældning grundet høje kalkkoncentrationer i spildevandet på KCR.

3.4. Kalk

Grundet det høje indhold af kalk i spildevandet, oplever KCR hyppigere behov for afsyring af diffusorer og

rengøring af filter i relation til pilottest, ifm. projekt relateret til genbrug af udløbsvand. Som skrevet ovenfor må dette tænkes ind i designet af det fremtidige bundbeluftningssystem, så anlægget er forberedt for hyppig afsyring og eventuelt andre tiltag, f.eks. luftbombning.

Kalkudfældninger kan desuden give driftsmæssige udfordringer i filter-trinnet. Det er valgt at se på en løsning med sandfilter, der forventes at være mindre følsom, ift. kalkudfældninger, sammenlignet med f.eks. skivefilter eller vævmediefilter (Mecana). Der er imidlertid stadig risiko for udfældninger og dertil resulterende tilstopninger og kanaldannelser i filteret. Tilbageskylning med luft og vand forventes at modvirke disse problemer. Mekaniske filtre, f.eks. skivefiltre, vil være mere følsomme overfor udfældninger, men vil kunne rengøres kemisk med syre.

Bilag 1 - Konceptoplæg, Udvidelse KCR

