

Käppalaförbundet

Käppala Tillståndsansökan - Teknisk beskrivning

SLUTLIG

Stockholm 2015-01-14

Käppala Tillståndsansökan - Teknisk beskrivning -

Datum	2014-12-162015-01-14
Uppdragsnummer	
Utgåva/Status	SLUTLIG

Ulf Eriksson
Uppdragsledare

Dan Fujii
Handläggare

Petter Björkman
Granskare

Ramboll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Allmänna förutsättningar	1
1.1	Lokalisering	2
2.	Beskrivning av befintlig verksamhet	3
2.1	Dimensionerande förutsättningar för befintlig anläggning	3
2.2	Gällande utsläppsvillkor.....	4
2.3	Tunnel- och ledningssystem samt pumpstationer	5
2.4	Vattenrening vid Käppalaverket.....	8
2.4.1	Inkommande pumpstation (1).....	8
2.4.2	Silhall (1).....	9
2.4.3	Förluftning	9
2.4.4	Sandfång (3)	9
2.4.5	Försedimentering (4)	10
2.4.6	Biobassänger (5).....	10
2.4.7	Eftersedimentering (6)	13
2.4.8	Sandfilter (7).....	13
2.4.9	Högflödesrening	14
2.4.10	Utloppspumpstation.....	15
2.4.11	Utloppsledning	15
2.4.12	Värmepump utgående vatten	15
2.5	Slambehandling	15
2.5.1	Slamförtjockning	15
2.5.2	Slamrötning	15
2.5.3	Ny slamröttningsprocess (från år 2016)	16
2.5.4	Slamavvattning.....	18
2.6	Gashantering	19
2.6.1	Uppgraderingsanläggning för fordonsgas	20
2.7	Lufthantering och – rening.....	21
3.	Beskrivning av sökt verksamhet	22
3.1	Dimensionerande förutsättningar	22
3.1.1	Befolkningsutveckling	22
3.1.2	Avloppsvattenmängder	23
3.1.3	Avloppsvattentemperatur	26
3.1.4	Föroreningsbelastning	27
3.2	Maximal genomsnittslig veckobelastning	28

3.3	Sökta utsläppsvillkor	28
3.4	Tunnelsystem och pumpstationer	29
3.5	Vattenbehandling	29
3.5.1	Inkommande pumpstation	29
3.5.2	Silhall	29
3.5.3	Sandfång	29
3.5.4	Försedimentering	29
3.5.5	Biobassänger - processmässig lösning för att klara framtida belastningsökningar	30
3.5.6	Eftersedimenteringsbassäng	34
3.5.7	Sandfilter	35
3.5.8	Högflödesrening	35
3.6	Mottagning av icke farligt organiskt avfall	35
3.7	Slambehandling	37
3.7.1	Slamförtjockning	37
3.7.2	Slamhygienisering	37
3.7.3	Slamrötning	37
3.7.4	Slamavvattning	38
3.7.5	Rejektvattenbehandling	38
3.8	Gashantering	38
3.8.1	Uppgraderingsanläggning för fordonsgas	39
3.8.2	Tankstation	39
3.9	Lufthantering och – rening	39
3.10	Ny värmepump utgående vatten	40
4.	Utsläpp, slam, energi och kemikalier	41
4.1	Utsläpp till vatten	41
4.2	Rens och sandmängder	41
4.3	Slamproduktion	42
4.4	Energiförbrukning	43
4.5	Kemikalieförbrukning	43

Käppala Tillståndsansökan - Teknisk beskrivning

1. Allmänna förutsättningar

Käppalaförbundet renar avloppsvatten från mer än en halv miljon människor i elva medlemskommuner norr och öster om Stockholm. Reningen sker i Käppalaverket beläget vid Gåshaga i Lidingö kommun.

Käppalaförbundet bildades 1957 och 12 år senare, 1969, stod Käppalaverket redo att ta emot avloppsvatten. Vid starten fanns nio medlemmar i kommunalförbundet.

Sedan 2007 är följande elva kommuner medlemmar: Danderyd, Lidingö, Nacka, Sigtuna, Sollentuna, Solna, Täby, Upplands-Bro, Upplands-Väsby, Vallentuna och Värmdö, dessutom renas avloppsvatten från en mindre del av Järfälla kommun.

Verksamheten omfattar förutom själva reningsverket en 65 km lång avloppstunnel, 2 pumpstationer längs med tunneln samt 8 km ledning.

Vid reningsverket renas avloppsvattnet genom mekanisk, kemisk och biologisk rening.

Slammet som bildas rötas och den genererade biogasen används för att bland annat producera fordonsgas.

2. Beskrivning av befintlig verksamhet

2.1 Dimensionerande förutsättningar för befintlig anläggning

Den befintliga anläggningen är dimensionerad för förhållanden som ska gälla år 2020. Dimensionerande data redovisas i Tabell 1 och Tabell 2 nedan.

Tabell 1 Dimensionerande belastning år 2020 för befintlig anläggning.

Parameter	Enhet	
Anslutna	fysiska personer	434 000
Sysselsatta	fysiska personer	214 000
Nya områden	pe	100 000 ¹
BOD7	ton/d	43
Totalkväve	ton/d	7,0
Totalfosfor	ton/d	1,4

Tabell 2 Dimensionerande flöde år 2020 för befintlig anläggning.

Parameter	Enhet	
Medelflöde	m ³ /d	210 500
Qdim	m ³ /s	2,5
Qmax reningsverk	m ³ /s	10
Qmax silar	m ³ /s	10
Qmax sandfång	m ³ /s	6
Qmax försed	m ³ /s	6
Qmax biosteg	m ³ /s	5
Qmax filter	m ³ /s	6

¹ 1998 anslöts delar av Nacka kommuns avloppsnät och 2009 delar av Värmdös avloppsnät. 2012 motsvarade detta cirka 90 000 pe.

2.2

Gällande utsläppsvillkor

Nedan redovisas de befintliga utsläppsvillkoren från Käppalaverket (se Tabell 3). Dessa slutliga utsläppsvillkor till vatten lämnades av Miljööverdomstolen 2003-01-17.

Tabell 3 Befintliga utsläppsvillkor.

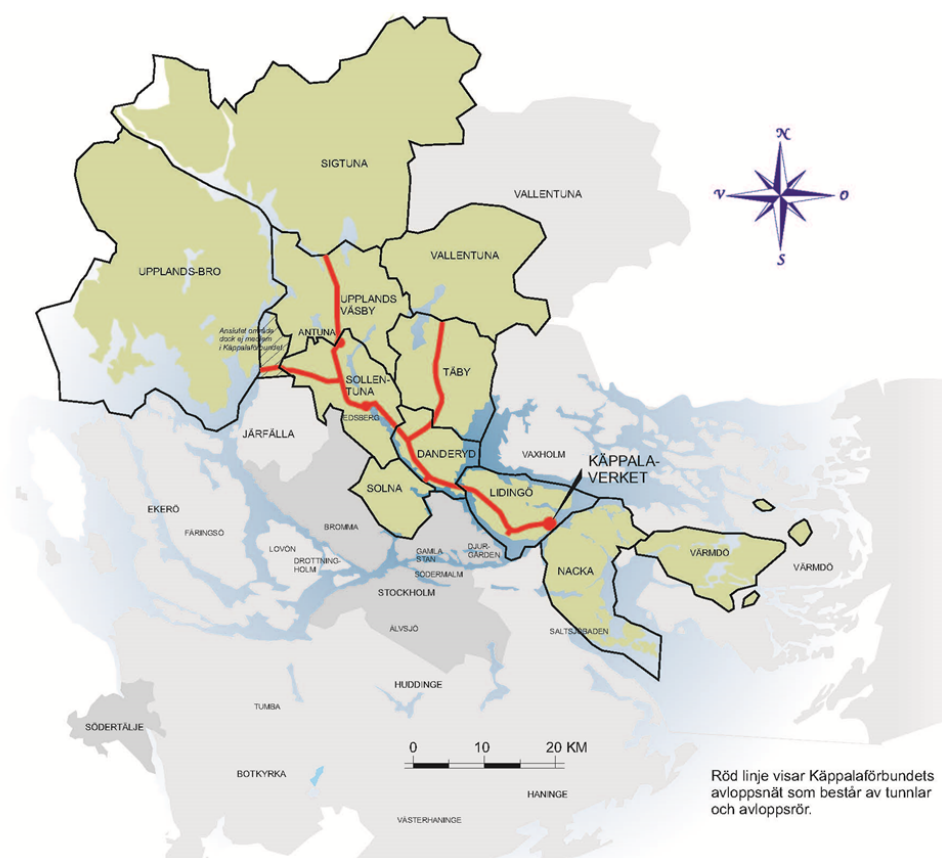
Parameter	Riktvärde*	Gränsvärde
BOD ₇	8 mg/l (månadsmedelvärde)	8 mg/l (kvartalsmedelvärde)
P-tot	0,3 mg/l (kvartalsmedelvärde)	0,3 mg/l (årsmedelvärde)
N-tot	10 mg/l (årsmedelvärde)	
NH ₄ -N	3 mg/l (medelvärde under (juli – oktober)	
Årsutsläppet av BOD₇ får som riktvärde* inte överstiga 700 ton (inklusive bräddning). Årsutsläppet av kväve får som riktvärde* inte överstiga 700 ton (inklusive bräddning). * Med riktvärde avses ett värde som om det överskrids medför en skyldighet för tillståndshavaren att vidta sådana åtgärder att värdet kan innehållas.		

Förbundet har tillstånd enligt miljöskyddslagen att släppa ut avloppsvatten från tätbebyggelse motsvarande en ekvivalent folkmängd av högst 700 000 pe enligt beslut av koncessionsnämnden för miljöskydd från 1993-12-30.

2.3

Tunnel- och ledningssystem samt pumpstationer

Till Käppalaförbundets verksamhet räknas den cirka 65 km långa bergtunnel som leder avloppsvattnet från Danderyd, Lidingö, Vallentuna, Sollentuna, Solna, Upplands Väsby, Sigtuna, Upplands-Bro och Täby till Käppalaverket, se Figur 2, samt 8 km avloppsledning. Från Nacka och Värmdö leds vattnet i plastledningar förlagda på sjöbotten i Halvkakssundet. Dessa ledningar ingår ej i Käppalaförbundets verksamhet utan tillhör dessa kommuner.



Figur 2 Översikt över Käppalaförbundets tunnelsystem.

Tunnlarna har en area på 4 till 10 m². Berget i tunnelsystemet består av en blandning av rödfärgad grovkornig Stockholmsgranit, grå gnejsgranit, röd granit och röd gnejsgranit beroende på sträcka.

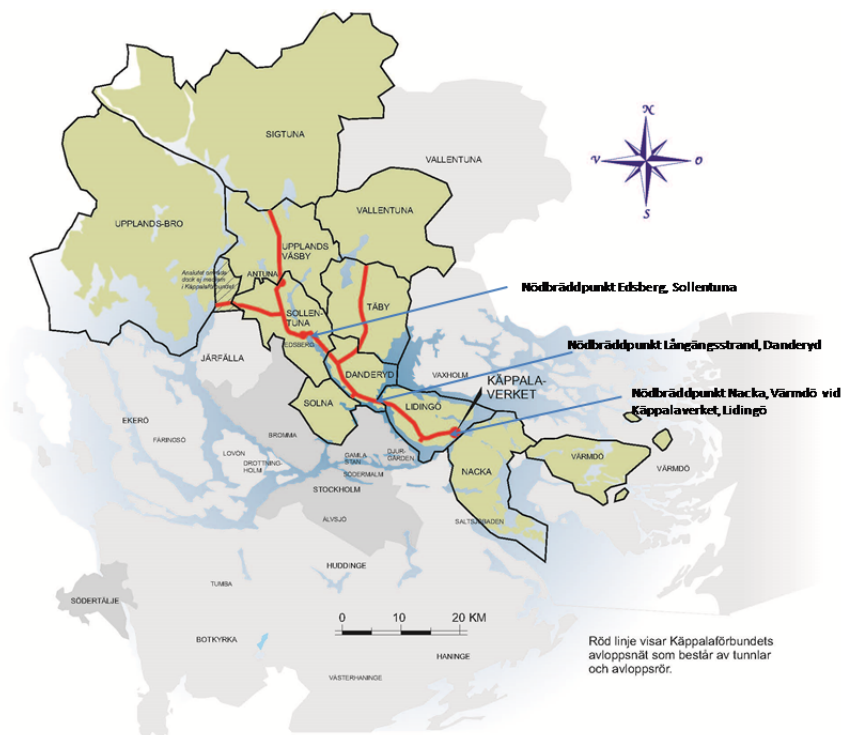
Vid en undersökning genomförd år 2002 så har grundvatteninläckaget beräknats till 1,7 l/s och km tunnelsträckning, vilket ska jämföras med kravet vid byggskedet som var satt till 1,5 l/s och km.

I förbundets avloppssystem ingår också två ledningssträckor. Den ena leder avloppsvatten från gränsen Vallentuna/Täby till anslutningen till Täbygrenen av tunnelsystemet i Karby. Den andra leder avloppsvatten från gränsen mellan Upplands Väsby och Sollentuna vid Bollstanäs till huvudtunneln vid Gillbo. Förutom dessa två längre ledningssträckor ingår även två kortare sträckor om ca 500 meter direkt efter pumpstationerna i Antuna och Edsberg.

Förbundet driver också två pumpstationer, Antuna pumpstation i Upplands Väsby kommun och Edsbergs pumpstation i Sollentuna kommun. Lyfthöjden vid dessa två pumpstationer är cirka 20 m.

Avloppsvattnet rinner i övrigt med självfall genom tunneln fram till inkommande pumpstation vid Käppalaverket. Stocksundet och Lilla Värtan passeras via så kallade dykartunnlar försedda med separata tömnings- och rensanordningar.

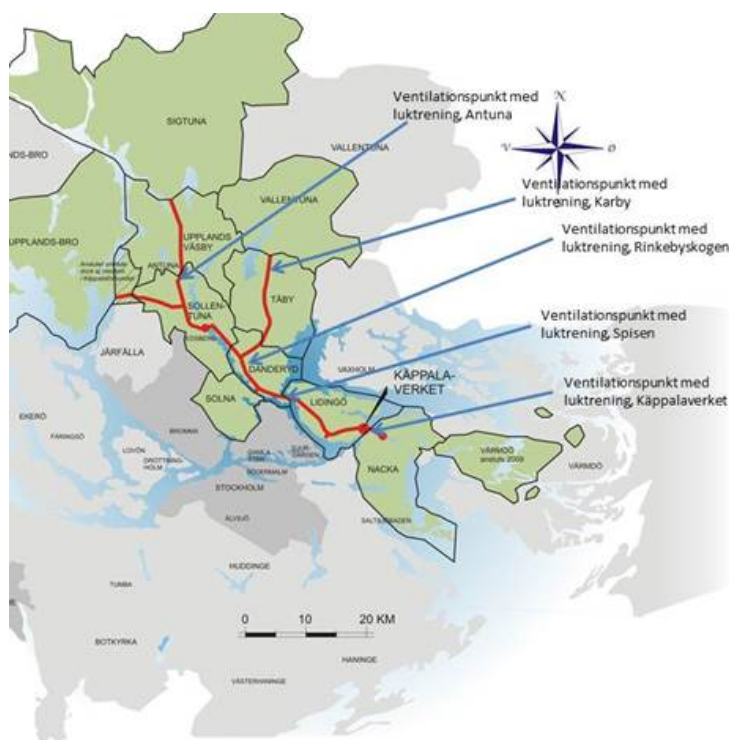
Bräddningsmöjlighet finns ut i Lilla Värtan och Edsviken genom bräddavloppsledningar vid Långängsstrand i Danderyd respektive Edsberg i Sollentuna, se Figur 3. Nödbräddning vid dessa platser sker endast vid haverier eller reparationer i överföringssystemet. Förbundet har aldrig utnyttjat möjligheten att brädda vatten till Edsviken. Det finns flera nödbräddpunkter utefter tunnelsystemet. Nödbräddning sker endast i samband med haveri eller underhållsarbete.



Figur 3 Käppalaförbundets tunnelsystem med nödbräddpunkt.

Utmed tunnelsystemet finns ventilationsanordningar vid Spisen i Lidingö, Rinkebyskogen i Danderyd, Karby i Täby och Antuna i Upplands Väsby, se Figur 4. Förbundet kontrollerar ventilationssystemet genom att mäta undertrycket i alla knutpunkter med kontinuerliga mätare uppkopplade till det centrala styrsystemet vid Käppalaverket. Vid samtliga punkter finns i dag utrustning för luktrenning antingen i form av markbädd eller av biologisk rening i container. Käppalaförbundet har som ambition inför framtiden att använda den bästa möjliga teknik som finns tillgänglig för luktrenning. Därför kan ett teknikskifte komma att ske beträffande luktbehandling.

Kommunernas överföring av avloppsvatten till Käppalaförbundets anläggningar sker via överenskomna anslutningspunkter. För huvuddelen av dessa (>90 %) av flödet sker en kontinuerlig flödesmätning.

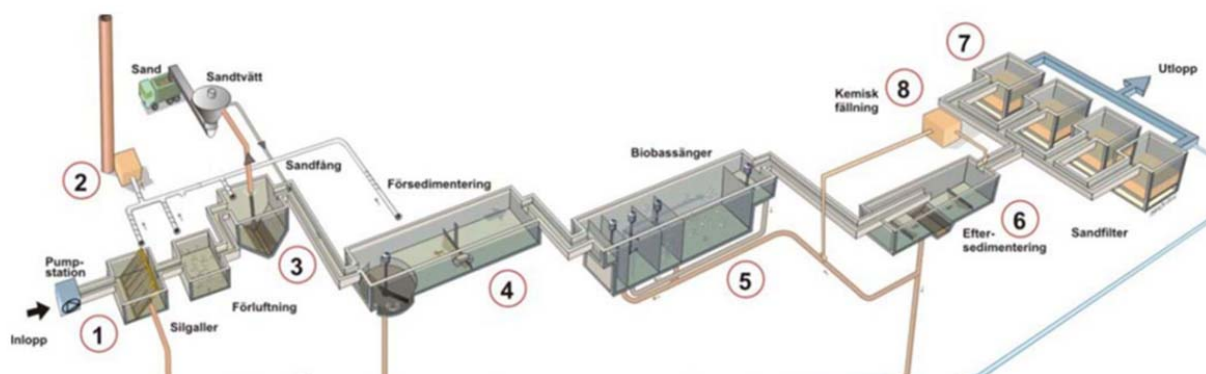


Figur 4 Käppalaförbundets tunnelsystem med ventilationspunkter.

2.4

Vattenrening vid Käppalaverket

Avloppsvattenreningen på Käppalaverket består av inkommande pumpstation, fingaller, förluftning, luftat sandfång, försedimentering, biobassänger, eftersedimentering och slutligen sandfilter innan det renade avloppsvattnet släpps ut till Saltsjön via utloppspumpstationen, se Figur 5.



Figur 5 Principskiss över vattenreningsstegen på Käppalaverket. Siffrorna finns hänvisade i beskrivningen nedan vid förekommande fall.

Kväve och organiskt material renas genom biologiska metoder medan fosfor renas genom en kombination av både kemiska och biologiska metoder.

Från försedimenteringen till eftersedimenteringen består verket av elva parallella reningslinjer, där 6 linjer utgör den östra delen från 1969 och 5 linjer utgör den västra delen från 1997.

Volym och flödesmässigt går 1/3 till den östra delen och resten till den västra delen.

2.4.1

Inkommande pumpstation (1)

Avloppsvattnet som leds via tunnelsystemet når reningsverket cirka 20 meter under marknivå. Härifrån lyfts avloppsvattnet upp till verket med pumpar.

Inkommande pumpstation består av åtta torrt uppställda och frekvensstyrda pumpar. Total kapacitet är 10 m³/s.

Om ett längre haveri skulle stoppa alla inloppspumpar sker nödräddning ute i tunnelsystemet vid Långängsstrand. Då nödräddar vattnet till recipienten Stora Värtan.

2.4.2

Silhall (1)

I silhallen avlägsnas större föremål i steggaller (silgaller). Det finns tio parallella steggaller. Gallren är dimensionerade för ett maximalt flöde av 10 m³/s. Efter gallren sker bräddning vid flöde överstigande 6 m³/s. Detta flöde leds direkt till recipient.

Det material som avlägsnas i gallret (s.k. rens) transporteras via en transportskruv ut till containerar innan borttransport från verket.

2.4.3

Förluftning

Efter silgallren leds avloppsvattnet till ett förluftningssteg där avdrivning av svavelväte och andra gasformiga ämnen sker med hjälp av ett grovblåst luftningssystem.

Förluftningen har en volym av 1 200 m³ och uppehållstiden är cirka 8 minuter vid dimensionerande flöde.

Ventilationsluften från detta reningssteg renas i luftreningssteget (reningssteg nr 2 i Figur 5) som består av UV, Ozon och kolfilter (detta steg beskrivs närmare i senare avsnitt).

2.4.4

Sandfång (3)

Efter gallersteget leds vattnet till fyra luftade sandfång, där grövre partiklar och sand avlägsnas genom sedimentering. Sandfången är helt täckta och försedda med separat ventilation.

Den avskilda sanden tvättas i en sandtvätt och leds sedan till containrar för vidare transport bort från verket.

Sandfången har en total volym på cirka 1 700 m³ och uppehållstid vid dimensionerande flöde på cirka 5 minuter.

Ventilationsluften från detta reningssteg renas i luftreningssteget (reningssteg nr 2 i Figur 5), vilket består av UV, Ozon och kolfilter (detta steg beskrivs närmare i senare avsnitt).

2.4.5

Försedimentering (4)

Från sandfång leds avloppsvattnet till försedimenteringen. I försedimenteringen avskiljs suspenderade partiklar genom gravitation (se Tabell 4).

Försedimenteringsbassängen är försedd med automatiska traversskrapor som leder det sedimenterade slammet till en slamficka för vidare pumpning till slambehandlingen.

Det bildade slammet (primärslam) pumpas direkt till rötkammare för behandling från de fem linjerna i den västra delen. Från de sex linjerna i den östra delen leds slammet till en förtjockare för att därefter ledas till rötning.

Tabell 4 Dimensioner för försedimenteringsbassäng

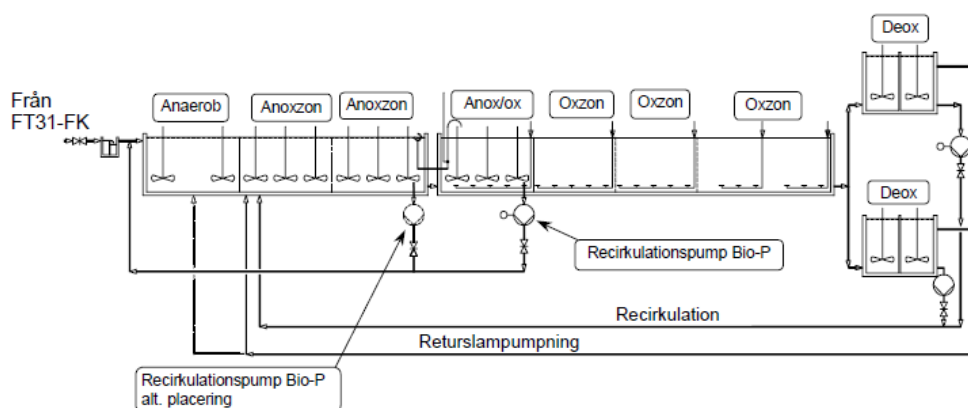
	Volym	Vattendjup	Ytbelastning, Q _{dim}	Ytbelastning, Q _{max}
	m ³	m	m/h	m/h
Linje 1 till 6 (östra)	3 450	2,6	0,9	2,3
Linje 7 till 11 (västra)	4 300	3,6	1,3	3,2

2.4.6

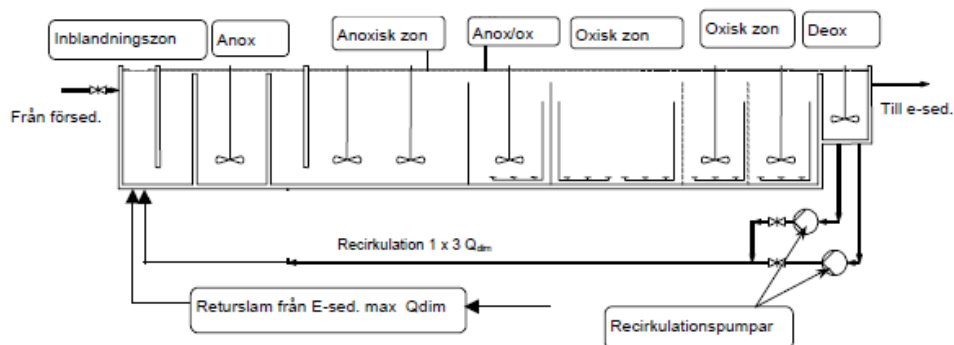
Biobassänger (5)

I biosteget sker biologisk rening av kväve och organiskt material. Fosfor renas biologiskt i den östra delen (linje 1 till 6) och kemiskt i den västra delen (linje 7 till 11) genom simultanfällning. Totalt består biosteget av 11 parallella linjer med aktivslamprocess.

Biosteget är konfigurerat som en s k UCT-processen (University of Cape Town), vilket innebär att bassängen är uppdelad i anaeroba, anoxiska och luftade zoner, se Figur 6 och Figur 7.



Figur 6 Utformning biosteg linje 1 till 6 med biologisk fosforrening (illustration tagen ur Käppalaverkets driftinstruktioner).



Figur 7 Utformning biosteg linje 7 till 11 (illustration tagen ur Käppalaverkets driftinstruktioner).

Försedimenterat avloppsvattnet leds först in till anaerobzonen (d v s helt syrefri miljö) därefter leds vattnet till anoxzonen och till sist leds den till den luftade zonen.

I den luftade zonen kommer ammonium att oxideras genom tillsats av syre (luft). Vid oxidation av ammonium bildas nitrat (nitrifikation), som pumpas tillbaka till anoxzonen för att omvandlas till kvävgas (denitrifikation) samtidigt som organiska föroreningar oxideras. Kvarstående organiska föroreningar oxideras i den luftade zonen.

Då biobassängerna i linje 7 – 11 är cirka 10 meter djupa finns risk för att det syre som är löst pga. det höga trycket som råder vid 10 meters djup, återgår till gasform när vattnet leds in till eftersedimenteringsbassängen, vilken är cirka 6 meter djup. För att undvika detta finns en s.k. deoxzon där löst syre i vattnet drivs av genom att denna zon har fått samma djup som de efterföljande eftersedimenteringsbassängerna.

En tredjedel av fosforbelastningen renas med biologisk fosforrening i den östra processdelen, medan resten renas med simultanfällning, där fällningskemikalier doseras till returslammet. Fällningskemikalier doseras dessutom i kanalen före sandfiltren som ett sista poleringssteg. Som fällningskemikalie används tvåvärt-järn (järnsulfat) i båda stegen.

I de bassänger (linje 1 till 6) som drivs med biologisk fosforrening pumpas syrefritt slam tillbaka från anoxzonen till anaerobzonen, enligt den så kallade UCT-processkonfigurationen. I övriga bassänger pumpas returslam och nitratrecirkulation tillbaka till anaerobzonen (som då blir en inblandningszon).

De icke-luftade zonerna är utrustade med omrörare för att dels undvika sedimentation, dels få en omblandning av aktivslam och avloppsvatten. I den luftade zonen styrs luftningen med hjälp av syremätare som ser till att rätt mängd luft tillförs luftningszonen.

Det mest energikrävande reningssteget i ett avloppsreningsverk är biosteget med dess luftningssystem. På Käppalaverket utgör användning av el för luftning för ca 20 % av den totala elanvändningen². Ett modernt luftningssystem med en bra styrning är därför av stor betydelse för att minska på ett reningsverks totala elanvändning.

Luftningssystemet på Käppalaverket består av moderna bottenmonterade gummimembranluftare och en luftstyrning baserad på den faktiska syrehalten i varje luftad zon (s.k. kaskadreglering). I två av linjerna har man dessutom installerat ammoniummätare som ser till så att syrebörvärdet sänks om ammoniumhalten är lägre än börvärdet, vilket ytterligare reducerar elförbrukningen (s.k. syrestyrning med ammoniumåterkoppling). Ammoniumåterkoppling planeras nu till samtliga linjer.

För att även kunna driva blåsmaskinerna så energieffektivt som möjligt styr man dessa med en s.k. Most-Open-Valve (MOV) styrning. Denna styrning innebär att man försöker hålla styrventilerna så öppna som möjligt för att på så vis minimera energiförluster i luftledningarna.

Biobassängerna har sammanfattningsvis följande del- och totalvolym (Tabell 5).

Tabell 5 Biobassängers zonvolym (d v s summan av en viss zon i alla linjer)

Zon	Linje 1 – 6	Linje 7-11	Enhet
Anaerob	3 942	5 230	m ³
Anox	14 604	28 900	m ³
Anox/Ox	5 608	11 000	m ³
Ox	19 688	44 000	m ³
Deox	4 764	3 300	m ³
Totalt	48 606	92 430	m ³

Vattendjupet i linje 1-6 är 6 meter och i linje 7-11, 10 meter. Deoxzonen i linje 7-11 är 6 meter, samma som i eftersedimenteringsbassängerna.

² Elenergieffektivisering vid Käppalaverket, Examensarbete KTH Kemi och Kemiteknik, Ann-Sofie Magnusson, KTH 2006.

2.4.7

Eftersedimentering (6)

I eftersedimenteringsbassängen avskiljs aktivslam från det renade vattnet. En del av slammet återförs till biobassängen som returslam medan en del tas ut som överskottsslam och behandlas vidare i slambehandlingen.

Eftersedimenteringsbassängerna har följande dimensionerande data (Tabell 6):

Tabell 6 Eftersedimenteringsbassängers dimensionerande data

	Yta m ²	Vattendjup m	Ytbelastning, Q _{dim} m / h	Ytbelastning, Q _{max} m / h
Linje 1 till 6	5 300	4,0	0,7	1,4
Linje 7 till 11	7 200	6,1	0,75	1,5

Vatten från linje 1 till 6 leds direkt till respektive eftersedimenteringsbassäng. Från linje 7 till 11 går vattnet via en luftad fördelningskanal till eftersedimenteringsbassängerna. Kanalen är luftad för att driva av kvävgas.

Fördelning till varje sedimenteringsbassäng sker via skibord vid inloppen. Därifrån leds vattnet i en sluten kanal till mitten av sedimenteringsbassängen.

Utlopp från bassängerna sker via så kallade dränkta avdragsrännor. Rännorna (rör med hål) är placerade under vattenytan för att minska buller och aerosolbildning.

2.4.8

Sandfilter (7)

Det biologiskt renade avloppsvattnet leds till sandfilter för en sista polering avseende suspenderad substans och fosfor (Tabell 7).

Tabell 7 Dimensionerande värden för filteranläggningen.

Parameter	Data	Enhet
Antal filter	30	st
Yta per filter	60	m ²
Total yta	1 800	m ²
Filterhastighet vid Q _{dim}	5	m/h
Filterhastighet vid Q _{max}	12	m/h

Fosfor fälls ut i sandfiltret genom att dosera fällningskemikalie (järnsulfat) innan sandfiltret (reningssteg nr 8 i Figur 5). Dosen styrs av utgående fosfatfosforhalt.

Sandfiltren backspolas med jämna mellanrum (tryck eller tidsstyrt) för att bibehålla dess slamlagringskapacitet.

Sandfiltren består av 0,5 m sand med en kornstorlek på 1,2 – 2,0 mm och 1,0 m krossad bränd lera med kornsstorlek 2,5 – 4,0 mm.

2.4.9

Högflödesrening

För att kunna hantera framtida skärpta krav gällande framför allt fosfor, påbörjas uppförande av ett reningssystem för högflödesförhållanden under år 2015.

Högflödesreningen är normalt ej i drift utan står i beredskapsläge. Vid ett inkommande flöde överstigande cirka 5 m³/s startas anläggningen och kommer inom ett par minuter att vara klar till att reducera fosfor, BOD och kväve. Anläggningen är dimensionerad för att klara följande avskiljningsgrader: 90 % fosfor, 50 % BOD₇ och 15 % kväve.

Högflödesanläggningen är byggd för att klara flöden upp till 3 m³/s.

Vid inkommande flöden överstigande cirka 5 m³/s, kommer avloppsvatten efter galler att ledas till högflödesreningen.

Efter rening i högflödesanläggningen leds vattnet ut via en bräddavloppsledning, vilken mynnar ut i Saltsjön strax norr om ordinarie utloppsledning.

Processen för att behandla högflöden är baserad på ballastförstärkt kemisk direktfällning med järn- eller aluminiumklorid, samt slamseparation i en lamellsedimenteringsstank.

Förutom ett metallsalt tillsätts även en polymer för att förbättra flockningen samt mikrosand som ballast.

Slammet som bildas i processen bedöms volymmässigt utgöra cirka 3 % av inkommande flöde. Slammet pumpas till befintliga överskottsslamförtjockarna för att sedan pumpas in till rötkastrarna.

Högflödesreningen är dimensionerad att klara följande reningsgrad (Tabell 8).

Tabell 8 Förväntad reduktionsgrad i högflödesreningsanläggningen

Parameter	Data	Enhet
Tot-P reduktion	90	%
Tot-N reduktion	15	%
BOD ₇ reduktion	50	%

2.4.10 **Utloppspumpstation**

Det filtrerade vattnet leds till en utloppspumpstation försedd med fem propellerpumpar med en total kapacitet av 6 m³/s.

2.4.11 **Utloppsledning**

Det renade avloppsvattnet pumpas efter sandfiltren ut via utloppsledningen som mynnar ut på cirka 48 meters djup, cirka 130 meter från land. Utloppsledningen utgörs av en trätub med en diameter av två meter.

Avloppsvatten som bräddas efter galler eller som har genomgått rening i höglödesanläggningen leds ut i en separat ledning som mynnar på cirka 43 meters djup, cirka 110 meter från land. Även denna ledning utgörs av en trätub med en diameter på 2 meter.

Ordinarie tub och bräddavloppstuben mynnar cirka 170 meter från varandra.

2.4.12 **Värmepump utgående vatten**

Utgående renat avloppsvattnet har en medeltemperatur på 14 °C medräknat effekten från värmepumpen. Genom att värmeväxla en del av detta vatten överförs, med hjälp av värmepumpar, utvunnen värme för internt bruk eller till fjärrvärmenätet.

2.5 **Slambehandling**

2.5.1 **Slamförtjockning**

Överskottsslam från biobassängerna förtjockas i tre centrifuger (mekanisk förtjockning) där torrsustanshalten (TS-halten) ökar från cirka 0,8 % till 5 - 7 % TS innan det pumpas till rötkammaren. Rejektvattnet från centrifugerna leds tillbaka till vattenreningsprocessen där den blandas in före försedimenteringen så att rejektbelastningen sprids ut över alla 11 linjer.

2.5.2 **Slamrötning**

Två rötkammare rötar primärslam och förtjockat överskottsslam mesofilt, d v s i temperaturintervallet 35 till 40 °C (Tabell 9).

Rötkamrarna, som är nedsprängda i berg, är cirka 30 meter djupa och cirka 28 meter i diameter och har en total volym av cirka 9 000 m³ vardera.

Driften av rötkamrarna är inställd på så kallad parallell seriedrift. Detta innebär att den första rötkammaren (R100) tar emot primärslam, därifrån pumpas det vidare

till andra rötkammaren (R200). Till andra rötkammaren tillförs även förtjockat överskottsslam. Från andra rötkammaren pumpas sedan det rötade slammet vidare till slamavvattningen.

Tabell 9 Driftdata, befintliga rötkamrar (vid en belastning av 620 000 pe)

	Data	Enhet
Flöde, primärslam	502	m ³ /dygn
TS-halt primärslam	6,5	%
Flöde, överskottsslam	300	m ³ /dygn
TS-halt, överskottsslam	5,6	%
Flöde, R100	502	m ³ /dygn
Nedbrytningsgrad, R100	62,1	%
Flöde, R200	801	m ³ /dygn
Nedbrytningsgrad, R200	21,4	%

I rötkamrarna styrs in- och utpumpningen av slam så att en nivå av cirka 25 meter bibehålls. Detta görs för att ha marginal i volymer om problem med slamskumning skulle uppstå.

Varje rötkammare är utrustad med omrörare, dessutom recirkuleras slammet internt inom varje rötkammare för att optimera in- och omblandning av slammet.

Uppvärmning av slammet i rötkamrarna sker genom en värmepump som tar värme från utgående rötslam. Förutom utgående rötslam kan även renat avloppsvatten tillföras till värmepumpen. Om genererad värme inte räcker till kan stödvärme tillföras via panncentralen. Uppvärmning av slammet i rötkamrarna sker sedan genom slam/vattenvärmeväxlare på internrecirkulationen i respektive rötkammare.

2.5.3

Ny slamrötningsprocess (från år 2016)

För att möta en ökad framtida belastning har beslut tagits att uppföra en tredje rötkammare på Käppalaverket.

Detta har anmälts till tillståndsmyndigheten, länsstyrelsen som en mindre ändring.

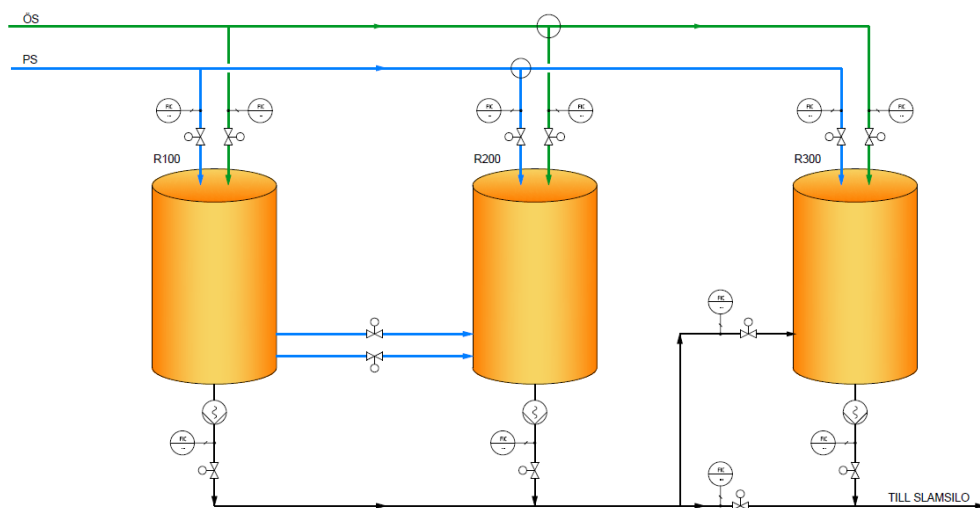
Uppförande av den tredje rötkammaren inleds under år 2014 med planerad färdigställande under år 2016.

När den tredje rötkammaren står klar kommer tre rötkamrar röta primärslam och förtjockat överskottsslam mesofilt, d v s i temperaturintervallet 35 till 40 °C.

Samtliga tre rötkamrarna får samma storlek, dvs cirka 9 000 m³. Två av rötkamrarna har konisk botten (R100 och R200) medan den tredje (R300) har plan botten.

Vid normal drift kommer primärslam att pumpas till den första rötkammaren (R100) och andra rötkammaren (R200) parallellt, därifrån pumpas det vidare till tredje rötkammaren (R300), se Figur 8.

En viss mängd rötat primärslam från R100 och R200 kan avledas direkt till slamavvattningen, detta för att inte få för kort uppehållstid och för hög belastning på den sista rötkammaren (R300). Rötat slam från R300 pumpas sedan till slamavvattningen.



Figur 8 Principskiss över rötkamrarnas processutformning.

Innan fullbelastning uppnås kan allt primärslam pumpas enbart till R100 och allt överskottsslam till R200. Primärslam som har rötats i R100 pumpas sedan vidare till R200 och blandas där med det förtjockade överskottsslammet för att slutligen pumpa slamblandningen till R300 för efterrötning.

För att uppnå maximal flexibilitet och redundans i rötningssystemet så kan både primärslam och överskottsslam pumpas in till alla rötkamrar. Genom denna lösning kan man hantera att en rötkammare ställs av för t ex underhåll.

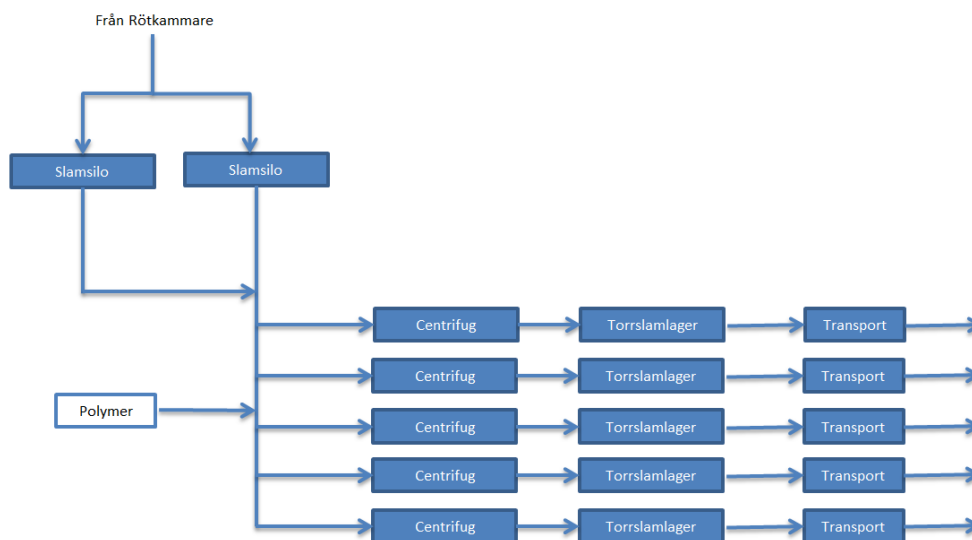
Uppvärmning av slammet kommer att ske i princip på samma sätt som idag.

2.5.4

Slamavvattning

Rötat slam samlas i två slamsilos utrustade med omrörning. Från dessa pumpas slammet vidare till slamavvattningen.

Slamavvattning sker (från hösten 2014) i fem parallella behandlingslinjer i en ny byggnad bestående av polymerinblandning, slampumpning, avvattning i centrifuger, lagring i torrslamsilos, och till sist utlastning direkt till transportfordon, se Figur 9.



Figur 9 Blockschema över slamavvattningen och utlastningsanläggningen.

Polymerberedningen sker i två parallella linjer, och polymerlösningen distribueras till de fem parallella slamavvattningslinjerna. Polymerlösningen blandas in i rötslammet före varje centrifug.

Avvattnat slam släpps direkt från centrifugen till varsin torrslamsilo. Varje torrslamsilo är försedd med en botten av typen "glidram". Från torrslamsilon släpps sedan det avvattnade rötslammet direkt till lastbil.

All hantering av rötslam efter slamsilos sker i fem helt parallella linjer tills det lämnar verket. Hela denna hantering sker inomhus för att ha full kontroll på lukt och dammspridning.

Förberedelse för att kunna anlägga en sjätte parallell slamavvattningslinje finns.

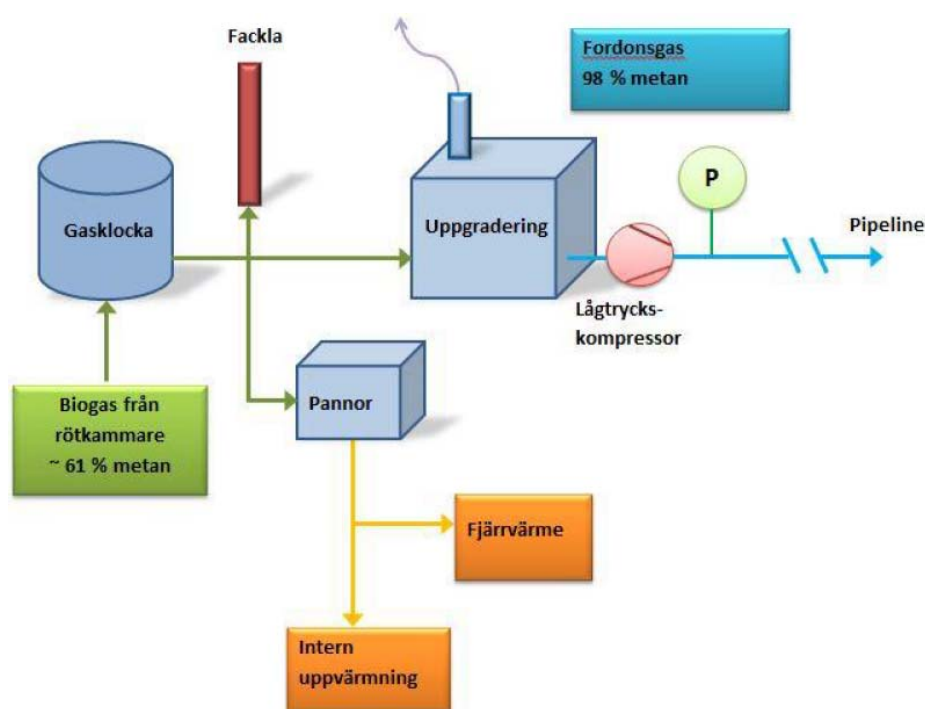
Med fem parallella linjer har slamavvattningen en kapacitet på cirka 20 m³/h vid en TS-halt på 3 % TS, d v s totalt 100 m³/h. Torrslamsilorna har en lagringskapacitet på 120 m³ slam vardera, med en TS-halt av 25 till 35 % TS.

2.6

Gashantering

Biogasen består av cirka 61 % metangas och 39 % koldioxid.

Biogasen som produceras i rötkamrarna leds till en gasklocka. Därefter används gasen till att antingen producera fordonsgas som ersättning till diesel för tunga fordon, eller till att producera värme i egna gaspannor för intern uppvärmning. Fordonsgasen går via pipeline till Frihamnen eller till Wärmdö, dessa ledningar ligger utanför Käppalaförbundets verksamhetsområde. Ledningen till Frihamnen är även ihopkopplad med stadsgasnätet. Värme kan även ledas till fjärrvärmenätet (se Figur 10).



Figur 10 Schematisk bild av gashantering vid Käppalaverket.

Gasklockan har en volym om 1 800 m³ och har ett drifttryck omkring 250 mbar.

Gasklockans funktion är att lagerhålla biogasen innan uppgraderingen och alltså fungera som en buffert samt att fungera som ett tryckhållningskärl.

Uppgraderingsanläggningen styrs så att nivån i gasklockan hålls på en lämplig nivå. Om ett haveri uppkommer på uppgraderingsanläggningen går i första hand gaspannorna igång, men om inte detta heller räcker till för att hålla nivån i gasklockan nere kommer gasöverskottet att facklas bort.

Biogasen kan ledas till gaspannor. Det finns två gaspannor som även kan drivas med olja vid behov.

2.6.1 Uppgraderingsanläggning för fordonsgas

Vid Käppalaverket uppgraderas normalt all biogas till fordonsgas.

År 2012 producerades 3,6 miljoner m³ fordonsgas vilket motsvarade cirka 90 % av tillgänglig mängd metan (motsvarande siffra år 2013 var 3,8 miljoner m³). Denna skickas sedan vidare i rörledning till SL:s anläggningar. Ansvarsområdet för Käppala slutar vid fastighetsgränsen varefter SL ansvarar för ledningen till deras anläggningar.

Trycket på rågasen från rötkamrarna höjs först med en blåsmaskin till cirka 950 mbars tryck.

Efter tryckhöjningen kyls gasen i en värmeväxlare och leds sedan till en kondensavskiljare för att ta bort vattnet.

Gasen komprimeras sedan i en lågtryckskompressor till cirka 7 bars tryck. Därefter kyls gasen och leds till en absorptionskolonn (skrubber) där svavelväte, koldioxid och en mindre mängd metan löses i vatten.

Den på så vis renade gasen är mättad på vatten. Den leds därefter in i ett torksteg bestående av filter och adsorptionstork.

Slutligen leds gasen till ett partikelfilter för att avskilja eventuella torkmedelsrester varefter det tryckreduceras till det tryck som ska finnas i utgående gasledning, vilket är högst fyra bar.

Vattnet som leds från absorptionskolonnen (skrubbern) innehåller löst metangas, koldioxid och svavelväte.

För att återvinna löst metan, leds vattnet till en flashkolonn. Genom hastig trycksänkning, får man metan att avgå från vattenfasen i gasform. Denna gas leds sedan tillbaka till rågasen före behandling.

Efter flashkolonnen leds vattnet till en desorptionskolonn för att avlägsna koldioxiden så att man kan återanvända vatten för tvättning av gasen i skrubbern.

Gaserna (koldioxid men även små rester av metangas och svavelväte) som har avskilts i desorptionskolonnen leds till en s k Vocsidizer (regenerativ termisk oxidation) där dessa restgaser förbränns till vatten svaveldioxid och koldioxid.

2.7 Lufthantering och – rening

Inkommande ventilationsluft till bergsanläggningen filtreras och värms.

All frånluft från förbehandlingssteget (silar och sandfång), försedimenteringen och slambehandlingen leds till ett gemensamt luktreningssteg där rening sker med UV, ozon och kolfilter i tre parallella behandlingslinjer.

I luftreningssteget reduceras främst VOC (flyktiga organiska föreningar) och svavelväte.

Frånluften passerar en rad lysrör som producerar elektromagnetisk strålning i UV-C och vakuum-UV området. UV-C ger direkt fotolys av omättade och aromatiska föreningar.

Vakuum-UV strålningen producerar ozon. Ozon är ett mycket effektivt oxidationsmedel som effektivt bryter ned en lång rad luktande föreningar.

Sista steget i luftreningen består av kolfilter där kvarstående luktämnen avskiljs genom absorption. Dimensionerande behandlingskapacitet är 60 000 m³/h.

Den behandlade luften tillsammans med övrig frånluft leds slutligen ut via den 149,5 meter höga skorstenen. Sammanlagt uppgår ventilationsflödet till ca 450 000 m³/h

Ventilationsluft från tunnelsystemet behandlas i biologiska filter på tre platser, Rinkebyskogen, Danderyds kommun, Karby, Täby kommun och Antuna, Upplands Väsby kommun. Vid Spisen i Sticklinge, Lidingö kommun ventileras Lidingötunneln genom ett kolfilter.

3. Beskrivning av sökt verksamhet

3.1 Dimensionerande förutsättningar

3.1.1 Befolkningsutveckling

Antalet boende i Storstockholm ökar under den kommande 20 årsperioden med cirka 1,5 % per år enligt "RUFS 2010". I förbundets medlemskommuner har ökningstakten varit större, cirka 2 % per år, under den senaste 5-årsperioden. I nedanstående tabell (Tabell 10) har den framtida befolkningsutvecklingen valts till 2 % fram till år 2020, därefter 1,5 % till år 2030 och slutligen 1 % fram till år 2040.

Tabell 10 Prognos för befolkningsutvecklingen 2010 – 2040,

	2010	2020	2030	2040
	Utvecklingstakt 2,0, 1,5 resp 1,0 %			
Befolkning	447 000	585 000	679 000	750 000

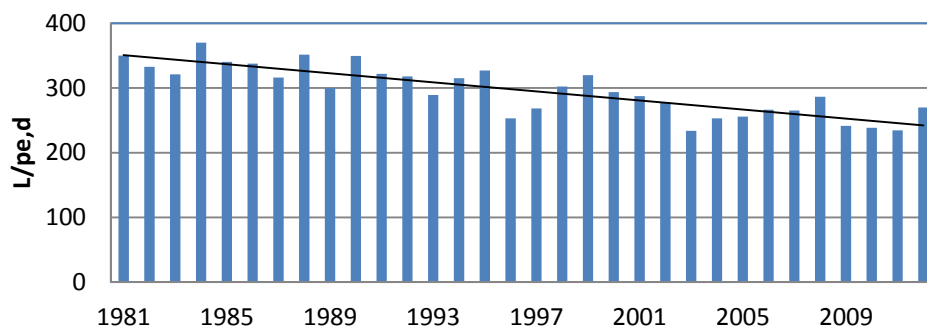
Som visas nedan kan även den mest kraftiga utvecklingen, till 750 000 personer år 2040, hanteras i Käppalaverket utan några betydande tillbyggnader.

3.1.2

Avloppsvattenmängder

Mängden avloppsvatten som behandlas i Käppalaverket varierar år från år. Det finns en kortsiktig variation i flöde som i huvudsak beror av nederbörds mängden. En långsiktig trend finns också som är beroende av antalet anslutna personer och verksamheter, klimatförändringar, åtgärder i ledningsnätet och vattenförbrukningen i hushåll.

Av Figur 11 nedan framgår att per capitamängden avloppsvatten minskat under hela perioden 1980 – 2012. Både mängden spillvatten (= dricksvattenförbrukningen) och mängden tillskottsvatten visar samma minskande trend.



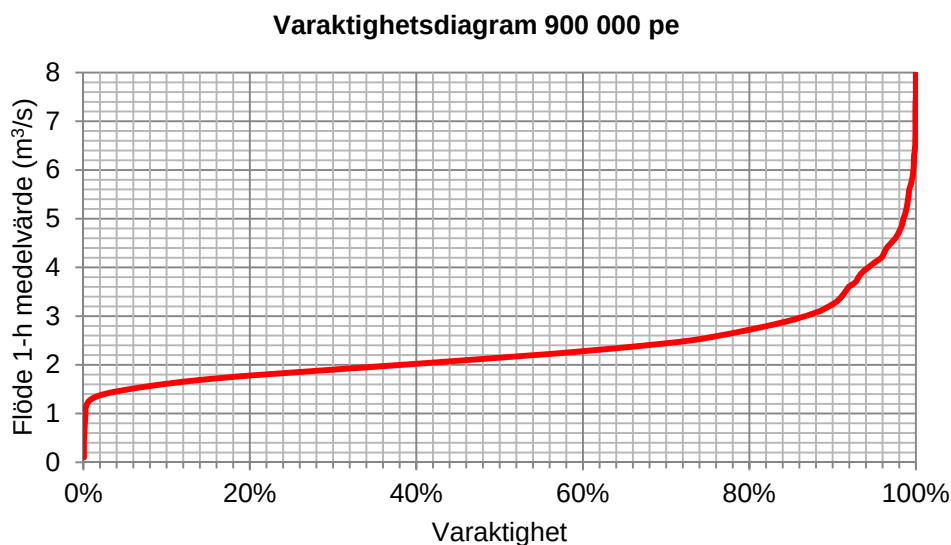
Figur 11 Avloppsvattenmängd per pe och dygn 1980 – 2012

Tabellen nedan visar en prognos över utvecklingen som baseras på tidigare trender vad gäller avloppsmängder och en bedömd befolkningsutveckling (se Tabell 11).

Tabell 11 Prognostiserade avloppsmängder och antalet anslutna

År	Dricks- vatten l/p, dygn	Avlopps- vatten l/p, dygn	Tillskotts- vattenmängd l/p, dygn	Anslutna personer fysiska personer	Avloppsmängd anslutna m ³ /år	Avloppsmängd verksamheter m ³ /år	Summa avloppsmängd m ³ /år
2010	166	262	96	447 000	41 715 828	12 309 000	54 025 000
2020	140	236	96	585 000	49 125 000	12 925 000	62 000 000
2030	132	228	96	679 000	54 975 000	13 310 000	68 000 000
2040	126	220	94	750 000	58 778 000	13 407 000	72 000 000

Ett varaktighetsdiagram för flödet vid en belastning på 900 000 pe tagits fram (se Figur 12). Vid framtagande av detta varaktighetsdiagram har hänsyn tagits till den minskade vattenkonsumtion per person enligt vad som har redovisats ovan (antagit 220 l avloppsvatten/pe/d).



Figur 12 Varaktighetsdiagram vid 900 000 pe.

Även om vattenkonsumtionen per person och mängden Tillskottsvatten har sjunkit de senaste decennierna så är det svårt att avgöra hur ändringar i klimatet kommer att påverka den totala mängd avloppsvatten som kommer till Käppalaverket.

För att ta höjd för en ökad mängd nederbörd i och med det ändrade klimatet så har vi utgått från år 2012 som var ett extremt nederbördsrikt år när vi har konstruerat varaktighetsdiagrammet för framtiden.

Utifrån varaktighetsdiagrammet för 900 000 pe kan man utläsa att det maximala flöden, 8 m³/s, förväntas inträffa en timme per år. Om biosteget har en kapacitet om 5 m³/s så räcker alltså en kapacitet om 3 m³/s i högflödesreningen då tunnelsystemet har kapacitet att tillfälligt magasinera flöden överstigande 8 m³/s, den korta tid det sker.

Som Q_{dim} används ofta 60 percentilen, vilket enligt detta diagram är 2,3 m³/s. Då Q_{max} till biosteget definieras som 2 gånger Q_{dim} så innebär detta att den hydrauliska kapaciteten på det nuvarande biosteget räcker till.

Utifrån beräknad årsmedelflöde till Käppalaverket har nedstående dimensionerande flöden tagits fram (se *Tabell 12*).

Tabell 12 Dimensionerande flöden till Käppalaverket år 2040

Flöden	Värde	Enhet
Total avloppsvattenmängd	72 300 000	m ³ /år
Q medeldygn	197 300	m ³ /d
Qmaxdim ¹⁾	432 000	m ³ /d
Qmax ²⁾	691 200	m ³ /d
Qdim ³⁾	8 220	m ³ /h
Qmaxdim	18 000	m ³ /h
Qmax	28 800	m ³ /h
Qdim	2,3	m ³ /s
Qmaxdim	5,0	m ³ /s
Qmax	10,0	m ³ /s

- 1) Qmaxdim = dimensionerande maximalt flöde som ska kunna behandlas biologiskt.
- 2) Qmax = maximalt flöde som tas emot till reningsverket och som ska kunna hanteras hydrauliskt, reningsförmågan är då begränsad.
- 3) Qdim = dimensionerande flöde för den biologiska reningen.

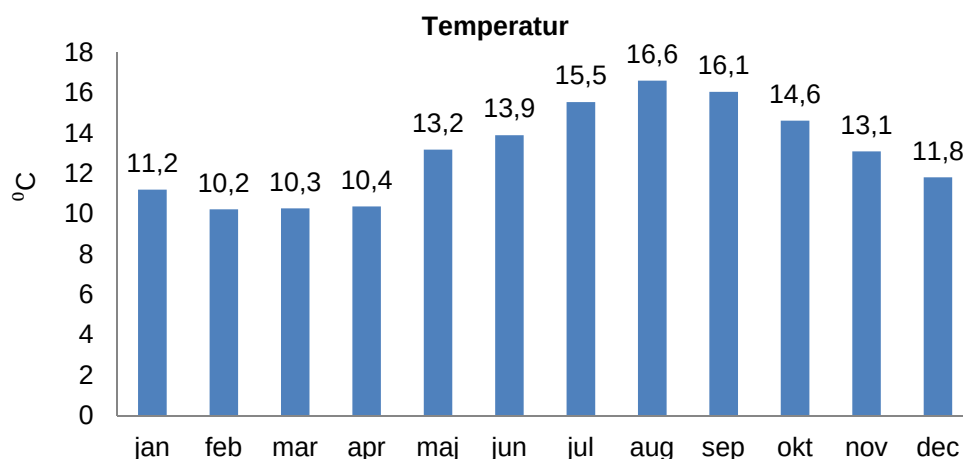
3.1.3

Avloppsvattentemperatur

Avloppsvattentemperatur har stor inverkan på den volym som krävs för kvävereduktionen. Anledningen till detta är att tillväxten av bakterierna som omvandlar ammoniumkväve till nitratkväve är mycket känsligt för vattentemperaturen. En höjning av vattentemperaturen med 1 °C innebär en ökning av tillväxthastigheten med 11 %.

Om mängden Tillskottsvatten minskar i framtiden så kommer detta att innebära att vattentemperaturen ökar jämfört med dagens situation. Anledningen till detta är att avloppsvatten från hushåll håller mer eller mindre konstant temperatur året runt, medan Tillskottsvatten kan ha temperaturer nära 0 °C i samband med t ex snösmältning.

Då det är svårt att göra en prognos kring framtida avloppsvattentemperatur då det är beroende av den mängd Tillskottsvatten som man lyckas ta bort ur avloppsvattennätet har man vid beräkning av reningsprocessen utgått från den vattentemperatur som rådde under år 2012, se Figur 13. Användning av 2012 års vattentemperatur innebär således en konservativ bedömning av framtida avloppsvattentemperatur och ger därför en extra säkerhet åt dimensionering av kvävereningsprocessen.



Figur 13 Vattentemperatur från år 2012, vilket även antas gälla för år 2040. Medeltemperaturen år 2012 var 14 °C.

3.1.4

Föroreningsbelastning

I tabellen nedan redovisas prognoser för den framtida belastningen på Käppalaverket (se Tabell 13).

Förbundet har gjort beräkningar genom att anta att per capita utsläppen är 70 g/pe*d för BOD₇, 130 g/pe*dygn för COD, 11 g/pe*dygn för kväve och 1 g/pe*dygn för fosfor.

I förbundets beräkningar har hänsyn tagits till antagen in- respektive utpendling av de boende d v s hur många som arbetspendlar in i förbundets område respektive de som arbetar i andra områden.

Värdena nedan inbegriper även övrig belastning från verksamheter och industrier.

Tabell 13 Belastningsprognos 2040

Antal anslutna pe	900 000			
	Specifik belastning		Dygnsbelastning	
Belastning BOD₇	70	g/pe*dygn	63	ton/dygn
Belastning COD	130	g/pe*dygn	117	ton/dygn
Belastning kväve	11	g/pe*dygn	9,9	ton/dygn
Belastning fosfor	1	g/pe*dygn	0,9	ton/dygn

Vid beräkning av belastningar ingår mottagning av extern avloppsfraktion motsvarande 200 000 m³ per år.

3.2 Maximal genomsnittlig veckobelastning

Framtagande av maximal genomsnittlig veckobelastning (max gvb) baseras på dimensionerande medelbelastning av BOD₇ till verket och framtagna max/medelkvot.

Historiska värden (år 2009 till 2012) på max/medelkvot för BOD-belastning visas i tabellen nedan (se Tabell 14). Enligt detta underlag har kvoten varierat mellan 1,8 och 2,2 med ett medelvärde av 2,0.

Tabell 14 Historisk BOD-belastning till verket (max- och medelvärde)

kg BOD ₇ /d	2009	2010	2011	2012	Medel
Max	56000	58000	61000	68000	61000
Medel	31000	31000	31000	30500	30900
Kvot	1,8	1,9	2,0	2,2	2,0

Medelmängden BOD₇ är 63 000 kg BOD/d. Med applicerande av maxfaktorn 2,0 får vi då följande max gvb:

$$\text{BOD-belastning: } 63\,000 \text{ (kg BOD/d)} \times 2,0 = 126\,000 \text{ kg BOD/d}$$

$$\text{Beräknad framtida Max gvb: } 126\,000 \text{ (kg BOD/d)} / 0,07 \text{ (kg BOD/p/d)}$$

$$= \underline{\underline{1\,800\,000 \text{ pe}}}$$

Käppalaförbundet bedömer att denna belastning i form av BOD₇ kan behandlas utan några processtörningar.

3.3 Sökta utsläppsvillkor

Nedan redovisas de utsläppsvillkor som föreslås gälla då anläggningen efter redovisade kompletteringar är satt i drift (se Tabell 15).

Tabell 15 Föreslagna utsläppsvillkor för Käppalaverket

Parameter	Värde	Enhet	Typ av begränsningsvärde
BOD ₇	6	mg/l	Årsmedelvärde,
Kväve (Tot-N)	6	mg/l	Årsmedelvärde,
Fosfor (Tot-P)	0,2	mg/l	Årsmedelvärde,

3.4 **Tunnelsystem och pumpstationer**

Tunnelsystemet kontrolleras regelbundet avseende inläckage och stabilitet. Pumpstationerna och övriga anläggningar längs tunnelsystem som mätstationer m.m. underhålls och renoveras kontinuerligt. Kapaciteten i tunnelsystemet och pumpstationerna bedöms som tillräcklig för förhållandena 2040.

3.5 **Vattenbehandling**

3.5.1 **Inkommande pumpstation**

De åtta inloppspumparna underhålls och renoveras enligt fastlagda rutiner. Kapaciteten bedöms som tillräcklig för förhållandena 2040.

3.5.2 **Silhall**

En modernisering av silar och renshantering pågår och kommer att innebära att avskiljningen av rens kommer att ske mer effektivt.

3.5.3 **Sandfång**

De fyra sandfången underhålls och renoveras enligt fastlagda rutiner. Kapaciteten bedöms som tillräcklig för förhållandena 2040.

3.5.4 **Försedimentering**

För att klara framtida reningskrav kommer förfällning att införas på samtliga linjer. Förfällning kommer att ske genom dosering av trevärt järn- eller aluminiumsalt uppströms försedimenteringsbassängerna.

Följande reduktion av förorening förväntas (se Tabell 16).

Tabell 16 Förväntad reduktionsgrad över försedimenteringen

Förorening	Reduktion	
BOD7	60	%
Tot-N	10	%
Tot-P	40	%
Susp	90	%

Driftdata på försedimenteringen vid en belastning på 900 000 pe redovisas i Tabell 17 nedan.

Tabell 17 Driftdata på försedimentering vid 900 000 pe

	Area m ²	Vattendjup m	Ytbelastning, Q _{dim} m/h	Ytbelastning, Q _{max} m/h
Linje 1 till 6	3 450	2,6	0,7	1,6
Linje 7 till 11	4 300	3,6	1,3	2,9

3.5.5

Biobassänger - processmässig lösning för att klara framtida belastningsökningar

Följande processtekniska lösningar är valda för att klara av en framtida belastningsökning samt strängare reningskrav.

Processlösningarna är valda för att de har kapacitet att rena avloppsvattnet till de nya hårdare reningskraven inom befintliga volymer. Beroende på belastningshorisont väljs olika processmässiga insatser, vilka redovisas nedan.

Följande processtekniska åtgärder övervägs för att klara framtida belastning och utsläppskrav.

Fosforrening:

- Förfällning i försedimentering.
- Efterfällning i sandfilter.
- Högflödesrening för flöde > 5 m³/s.
- Upphörande med biologisk fosforrening (bio-P).

Kväverening

- Införande av efterdenitrifikation med dosering av extern kolkälla.
- Rejektvattenrening med minst 85 % kvävereduktion.
- Slamförbättrande åtgärder så som vakuumtorn mellan biobassäng och eftersedimenteringsbassäng, hydrocyklon samt olika metoder för bekämpning av trådformiga bakterier.

Någon separat åtgärd för att klara framtida BOD-reningskrav kommer inte behövas, eftersom införande av förfällning och utökad kväverening även kommer att medföra en hög BOD-avskiljning.

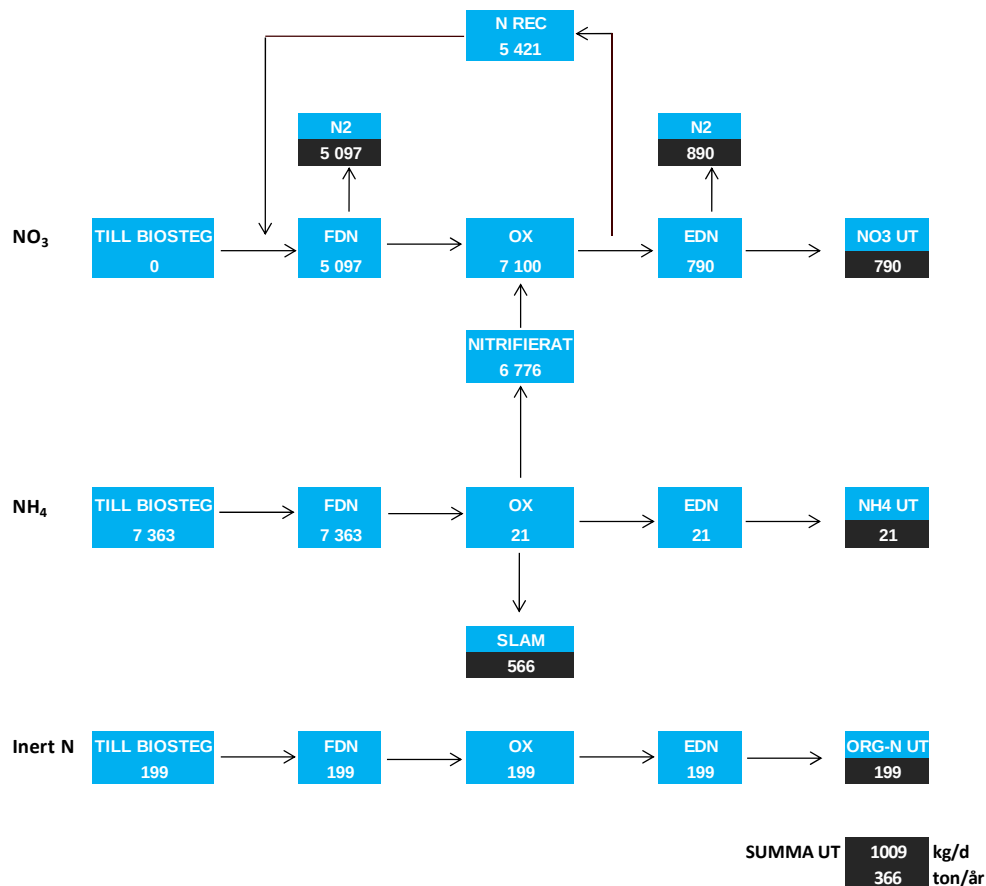
Här nedan ges mer detaljerad beskrivning av varje processteknisk åtgärd. Högflödesrening och rejektvattenrening beskrivs på annan plats i detta dokument (se avsnitt 2.4.9 respektive 3.7.5).

Kväverening

För att klara av de strängare kvävekraven, införs ett extra denitrifikationssteg efter luftningssteget i befintliga bassänger. Denna åtgärd kräver inte mer bassängvolym än vad som finns tillgängligt idag. Anledningen till detta är att man kommer att arrangera om fördelningen mellan anox- och oxzoner för att skapa utrymme för efterdenitrifikationssteget.

I detta steg kommer nitrat att reduceras till kvävgas. Genom införande av ett efterdenitrifikationssteg kan kvävereningsgraden ökas i den omfattning som krävs för att nå föreslaget begränsningsvärde.

Till detta steg kommer en extern kolkälla att krävas. Ofta används metanol men förbundets yrkande är att kolkälla får väljas utifrån miljömässiga och kostnadsmässiga utgångspunkter som kan förändras över tid. Förväntad förbrukning av kolkälla om metanol väljs finns redovisad på annan plats i detta dokument. I Figur 14 visas kvävebalansen vid 900 000 pe på Käppalaverket.



Figur 14 Kvävebalans hela verket vid 900 000 pe. Siffror anger genomsnittslig dygns mängd i kg/d.

Fördenitrifikation enligt nuvarande processlösning bibehålls. Denna denitrifikation drivs med intern kolkälla, d v s det organiska material som finns tillgänglig i det inkommande avloppsvattnet.

Nitrifikation och BOD-oxidation kommer att ske som idag i luftningszonen. Då befintlig simultanfällning tas ur drift kommer andelen aktiv biomassa, d v s mängden bakterier som kan nitrifiera (omvandla ammonium till nitrat) och bryta ner organiskt material att öka. Den aktiva mängden biomassa förväntas öka från cirka 60-65 % till cirka 75 % av den totala mängden suspenderat material.

En tidigare flaskhals på Käppalaverket har varit den högsta tillåtna slamhalt som kan bibehållas i biosteget utan att få slamflykt. Slamflykt leder till förlust av biomassa och att kvävereningen riskerar att gå förlorad.

En hög slamhalt innebär att man ha en stor mängd biomassa och därmed en hög reningskapacitet avseende kväve (och BOD).

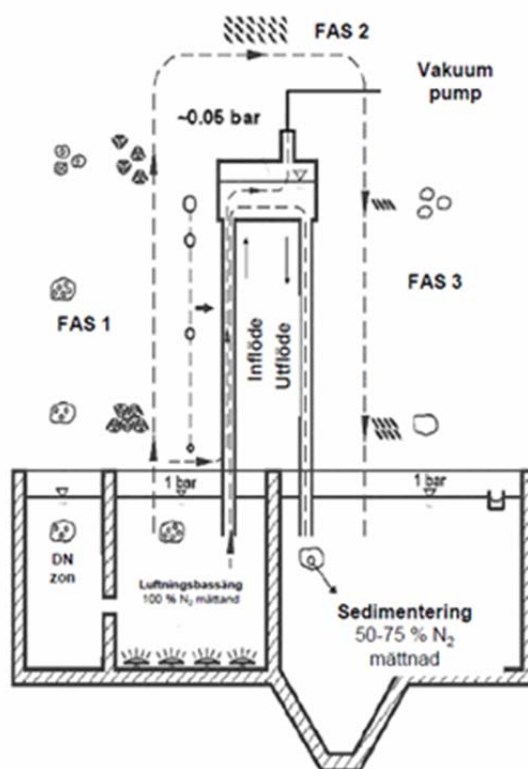
Följande åtgärder finns att tillgå vid behov av att kunna förbättra slamegenskaperna så att en hög slamhalt kan hållas i biosteget:

- Dosering av extern kolkälla.
Vid dosering av extern kolkälla kommer den så kallade F/M³-kvoten (eller slambelastningen) att öka vilket leder till bättre sedimenteringsegenskaper. Historiskt sett har reningsverk med endast BOD-reningskrav som har hög F/M-kvot haft bra sedimenteringsegenskaper, men i och med införande av kvävereningsverk som kräver stora volymer sjönk F/M-kvoten och sedimenteringsegenskaperna försämrades kraftigt.
- Fortsatt arbete med att bekämpa och förhindra uppkomsten av trådformiga bakterier.
Flera olika åtgärder finns för att bekämpa uppkomsten av trådformiga bakterier. Följande metoder är tänkbara: dosering av filamentförstörande medel (ozon, aluminiumklorid, m.m.) till returströmmar med hög andel trådformiga bakterier, anpassa biostegets volym efter belastning, eller dosera metanol till fördenitrifikation.

Förbundet utreder och prövar kontinuerligt olika metoder för att förhindra och bekämpa uppkomsten av dessa trådformiga bakterier som annars riskerar att reducera Käppalaverkets biologiska reningskapacitet.

³ F/M = Food/Mass, dvs mängd BOD per mängd biomassa.

- Införande av en hydrocyklon i överskottsslamuttaget.
I hydrocyklonen separeras de ytaktiva filamentbakterierna och kvar blir det tyngre bakterierna med bra sedimenteringsegenskaper.
- Vakuumborn
En annan metod som Käppalaförbundet har utrett är den s.k. vakuumbornstekniken. Tekniken bygger på att slammet från biosteget sugas upp cirka 9 meter upp i ett torn. I och med detta skapas ett vakuum runt slammet och eventuella gaser som är fångade i slammet frigörs och därmed skulle slammets sedimenteringsegenskaper förbättras (se Figur 15).



Figur 15 Avgasning av bioslam

Käppalaförbundet har låtit utföra laboratorieförsök med metoden för att undersöka dess effekter. Dessa försök visade att en slamhalt kring 6 g/l i biosteget inte är orimligt.

Förbundet har tidigare anmält införande av vakuumtorn till länsstyrelsen 2012 och beslut lämnades 2012-05-03.

Sammanfattningsvis innebär detta att Käppalaverket står väl förberedd för en framtida belastningsökning och kan anpassa reningsprocessen med den mest ekonomiskt, miljömässigt och tekniskt lämpligaste tekniken då behovet uppstår, utan att låsa in sig i en viss teknik redan idag.

Fosforrening

För att klara de strängare fosforkraven kommer den befintliga bio-P processen i linje 1 till 6 att tas ur drift och ersättas med kemisk fosforrening.

Anledningen till att bio-P reningen tas ur drift är dels att det är svårt att uppnå en stabil drift och dels att det är tekniskt svårt att nå låga halter med denna process.

Det är dessutom svårt att kombinera bio-P rening med förfällning då förfällningen reducerar den tillgängliga BOD-mängden som behövs för en fungerande bio-P process.

Kemisk fosforrening införs dels som förfällning i försedimenteringen i alla linjer och dels som efterfällning på sandfilter.

Genom införande av förfällning i kombination med efterfällning på sandfilter kan en god kontroll av fosforreningen ske. Se även föregående avsnitt om försedimentering.

3.5.6

Eftersedimenteringsbassäng

Nedan redovisas förväntad driftdata vid framtida belastning (se Tabell 18).

Tabell 18 Eftersedimenteringsbassäng, driftdata vid 900 000 pe

Linje	Yta	Vattendjup	Ytbelast. Q _{dim}	Ytbelast. Q _{max}	Slambel. Q _{dim}	Slambel. Q _{max}
	m ²	m	m/h	m/h	kg SS/m ² h	kg SS/m ² h
1 till 6	5 300	4	0,5	1,0	1,4	3,1
7 till 11	7 200	6,1	0,8	1,8	2,5	5,3

3.5.7

Sandfilter

Även i framtiden kommer fällning av fosfor ske i sandfiltren.

Nedan redovisas de driftdata som erhålls vid 900 000 pe (se Tabell 19). Mängden fällningsmedel styrs lika som idag av utgående halt fosfatfosfor som mäts kontinuerligt.

Tabell 19 Sandfilter, driftdata

Parameter	Data	Enhet
Antal filter	30	st
Yta per filter	60	m ²
Total yta	1 800	m ²
Filterhastighet vid Q_{dim}	4,6	m/h
Filterhastighet vid Q_{max}	12	m/h

3.5.8

Högflödesrening

Så som har redovisats tidigare kommer en ny högflödesrening att uppföras med byggstart under år 2014. Den anläggning som då kommer att finnas på plats blir den lösning man kommer att ha även i fortsättningen upp till en belastning av 900 000 pe.

3.6

Mottagning av icke farligt organiskt avfall

Käppalaförbundet söker också tillstånd för mottagning av 30 000 ton icke farligt organiskt avfall per år (t ex matavfall). Tillsammans med SÖRAB har förbundet tidigare utrett hur mottagning av matavfall ska gå till och vilka konsekvenser detta skulle få på Käppalaverket⁴. Det finns dock inget avtal mellan SÖRAB och Käppalaförbundet kring ett samarbete så annan leverantör av icke farligt organiskt avfall kan komma i fråga.

Enligt dessa planer ska hushållen sortera ut sitt matavfall i papperspåsar direkt i köket. Papperspåsarerna läggs sedan i ett separat matavfallsskär. Matavfallet samlas sedan in med sopbilar och transporteras till en central förbehandlingsanläggning där allt matavfall mals ned till pumpbart skick. Därefter transporteras det i tankbil till Käppalaverket för inpumpning till rötammaren. Allt externt organiskt material kommer att transporteras till Käppalaverket som pumpbar slurry. Den pumpbara slurryn har en TS-halt på högst 18 % men det insamlade matavfallet har en TS-halt på drygt 30 %. 30 000 ton slurry motsvarar cirka 15 000 ton matavfall.

⁴ Biologisk behandling av organiskt matavfall med hjälp av avfallskvarnar (BOA) – Slutrapport, Käppalaförbundet och SÖRAB, Oktober 2009.

Den ökade belastning på Käppalaverkets biosteg och slambehandlingsdel på grund av mottagning av icke farligt organiskt avfall är inkluderad i den förväntade belastningsökningen.

Mottagning av icke farligt organiskt avfall innebär att produktion av biogas ökar. I och med uppförande av den tredje rötkammaren finns kapacitet att ta emot en viss mängd externt substrat för rötning.

En ökad slamrötning innebär också att mer kapacitet behövs för slamavvattning, vilket den nya slamutlastningsanläggningen med fem centrifuger ger kapacitet för.

Slutligen måste även uppgraderingssystemet byggas ut för att klara den högre rågasproduktionen. En biogasproduktion på ca 10 miljoner Nm³ per år förväntas (jämfört med ca 6,5 miljoner Nm³ biogas för år 2012).

Ökningen av organiskt material, kväve och fosfor till vattenreningen är endast marginell enligt den gjorda studien. För organiskt material (COD) sker ingen ökning, för kväve sker en ökning med 1,8 % och för fosfor en ökning med 2,5 % jämfört med en basnivå då inget icke farligt organiskt avfall belastar Käppalaverket. Denna ökning kan således hanteras inom den beräknade belastningsökningen och de åtgärder som är planerade för att klara av en högre belastning.

3.7 Slambehandling

3.7.1 Slamförtjockning

Ingen förändring kommer att ske av slamförtjockning och dess funktion, men Käppalaverket strävar hela tiden efter att minska vattenhalten i det slam som går till rötning. Syftet är att minska energiförbrukningen och förlänga uppehållstiden i rötkamrarna. Längre uppehållstid medför bättre nedbrytning och därmed en ökad gasproduktion. Slamförtjockningsprocessen optimeras fortlöpande med i princip samma teknik som idag, mekanisk förtjockning respektive centrifugering.

3.7.2 Slamhygienisering

I framtiden om krav på hygienisering av slam ställs, kommer detta sannolikt att ske genom pastörisering av överskottsslammet. Närmare detaljer kring detta kommer att ges i samband med den ansökan om beslut om hygienisering realiserar.

Vid pastörisering ska slammet upphettas till 70 °C i minst 1 timme.⁵

3.7.3 Slamrötning

Ingen förändring kommer att ske av slamrötningen eller dess funktion.

Så som har redovisats tidigare kommer tre rötkamrar att vara i drift från år 2016. Dessa tre rötkamrar har dimensionerats för att klara av den framtida belastningen upp till 900 000 pe.

Följande tabell visar beräknade driftdata vid en belastning på 900 000 pe (se Tabell 20).

Tabell 20 Driftförhållande hos rötkammare vid en belastning på 900 000 pe

Tot volym (m ³)	Upphållstid (dygn)	Org. Belast. (kg VS/m ³ ,d)	Tot. Gasprod. (m ³ normal rågas/år)
27 000	18 - 30	1,8 – 2,9	11 605 000

⁵ Krav på pastörisering utifrån Naturvårdsverkets senaste remissförslag "Hållbar återföring av fosfor", Naturvårdsverket, 2013. Dock anges 30 minuter i remissförslaget, tidigare förslag angav dock 1 timme varför detta har antagits här.

3.7.4

Slamavvattning

Ny slamavvattning driftsattes under hösten 2014. Kapaciteten är beräknad till ca 60 000 ton avvattnat slam per år. Normalt underhåll och renovering kommer att ske av centrifugerna framöver.

3.7.5

Rejektvattenbehandling

Rejektvatten från de fem avvattningslinjerna efter rötkamrarna samlas i en gemensam rejektvattenpumpsump utrustad med två dränkta pumpar. Härifrån pumpas det till en separat rejektvattenbehandling.

Rejektvattenbehandlingen kommer att baseras på en så kallad deammonifikationsprocess som kräver mindre energi för luftning, jämfört med konventionell nitrifikationsprocess. Dessutom krävs ingen kolkälla för denitrifikation eftersom, de så kallade Anammox-bakterier är autotrofa vilket betyder att de utnyttjar nitrit (NO_2) och ammonium (NH_4) som energikälla för att bilda kvävgas.

Behandling av rejektvatten är väl anpassad för deammonifikationsprocessen då rejektvattnet innehåller höga halter av ammonium och håller en hög vattentemperatur (över 20 °C).

Deammonifikationsmetoden håller på att bli standard idag när nya anläggningar planeras för behandling av rejektvatten från kommunala reningsverk. I Sverige har Himmerfjärdsverket (SYVAB) och Sundets reningsverk (Växjö) infört denna process för rejektvattenrening.

Det behandlade rejektvattnet leds sedan tillbaka till vattenreningsprocessen där det blandas in så att rejektbelastningen sprids ut över alla linjer.

Förväntad reningseffekt avseende ammoniumkväve är ca 85 %.

3.8

Gashantering

Normalt underhåll sker kontinuerligt av gassystemet. Befintlig gasklocka anses ha tillräcklig kapacitet för den förväntade gasproduktionen i framtiden.

3.8.1 **Uppgraderingsanläggning för fordonsgas**

Uppgraderingsanläggningen kommer att behöva byggas ut när rötgasproduktionen ökar. Samma reningsteknik kommer att användas. Utbyggnaden behöver genomföras då belastningen på verket ökar och/eller när externt substrat (organiskt avfall) tillförs.

3.8.2 **Tankstation**

Gastankstation på Käppalaverket är inte tänkt att vara en publik tankstation utan skall endast utnyttjas för Käppalaverkets egna fordon.

En gasstation är uppbyggd av 3 enheter: en boosterkompressor, ett gaslager och en dispenser.

Boosterkompressorn har som funktion att ta upp trycket på fordonsgasen från ca 4 bar till 250 bar vilket är det tryck som denna typ av anläggningar normalt dimensioneras för. Gaslagret består förmodligen av ett antal gasflaskor placerad i ett rack. Varje flaska har en individuell avstängningsventil och är sammankopplade i grupper och avsäkrade med säkerhetsventiler. Storleken på gaslagret är mellan 700 och 1000 Nm³, vilket motsvarar ca 2,5 till 3 m³ vid 250 bars tryck. Dispensern är själva tankautomaten och innehåller i princip mätning och själva tankningsanordningen.

3.9 **Lufthantering och – rening**

Befintlig luftreningsutrustning underhålls kontinuerligt. För att säkerställa att den bästa tekniken för luftrening används bevakas marknaden regelbundet genom kontakt med ledande leverantörer av luft- och luktrengingsutrustning.

3.10

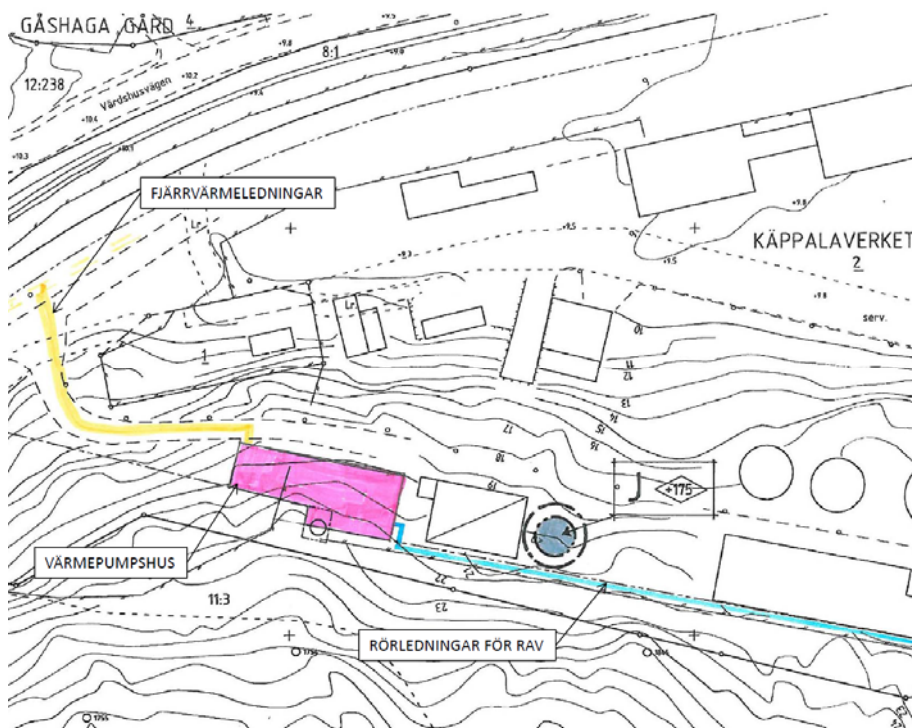
Ny värmepump utgående vatten

För att maximera utnyttjande av värmeinnehållet i det utgående renade avloppsvattnet från Käppalaverket planerar förbundet tillsammans med Fortum Värme att anlägga en ny värmepumpsanläggning vid Käppalaverket. Någon färdig tidplan för anläggande av detta finns ej ännu framtaget.

Den tekniska lösningen innebär att man kommer att installera värmepumpar med den totala effekten av 25 till 40 MW. Den beräknade verkningsgraden för dessa värmepumpar ligger på COP 5 eller bättre.

Värmepumparna kommer att ta nedkyld fjärrvärmeretur och höja temperaturen på denna. Detta genomförs genom att tillföra det renade avloppsvattnet med en medeltemperatur på ca 14 °C och värmeväxla ned det till cirka 8 °C. Totalt avloppsvattenflöde till värmepumparna beräknas vara 1,2 m³/s.

För att inhysa dessa värmepumpar samt kringutrustning anläggs en ny byggnad i närheten av ventilationsskorstenen, se Figur 16. Byggnaden kommer att ha en area på ca 500 m² och förutom värmepumpen inrymma distributionspumpar, ställverk, transformatorer och ytor för drift och underhåll.



Figur 16 Situationsplan över planerat värmepumphus.

4. Utsläpp, slam, energi och kemikalier

4.1 Utsläpp till vatten

Framtida utsläpp till vatten av BOD, P, och N har beräknats till följande (se Tabell 21 nedan).

Tabell 21 Beräknade driftvärden BOD, N och P och nuvarande tillstånd.

År	2012	2040	Nuvarande tillstånd	
pe	429 000	900 000		pe
Flöde	59,7	72,3		milj m ³ /år
N tot, mängd	521	366	700 ¹⁾	ton/år
P tot, mängd	12	11		ton/år
BOD ₇ , mängd	137	72	700 ¹⁾	ton/år
N tot, halt	9	5,1	10 ²⁾	mg/l
P tot, halt	0,2	0,15	0,3 ³⁾	mg/l
BOD ₇ , halt	< 2	< 2	8 ⁴⁾	mg/l

¹⁾ Riktvärde inkl. bräddning.

²⁾ Årsmedelvärde

³⁾ riktvärde och kvartalsmedelvärde/gränsvärde och årsmedelvärde

⁴⁾ riktvärde och månadsmedelvärde/gränsvärde och kvartalsmedelvärde

4.2 Rens och sandmängder

I tabellen nedan redovisas rens och sandmängder år 2012 jämfört med beräknade värden för år 2040 (se Tabell 22).

Rensmängden för år 2040 är beräknad utifrån antagandet att renshanteringen blir mer effektiv då en ny renstvätt- och press ska installeras under 2015, vilket förväntas ge mindre mängd rens efter behandling.

Tabell 22 Rensmängder

År	2012	2040	
Rensmängd	500	800	ton/år

Avskild sandmängd åren 2010 – 2012 har redovisats i Tabell 23 nedan, tillsammans med förväntad mängd år 2040.

Tabell 23 Sandmängder år 2010 till 2012

År	2010	2011	2012	2040
Sandmängd (ton/år)	110	70	50	100

4.3

Slamproduktion

Slamproduktion vid framtida belastning har beräknats enligt nedan (se Tabell 24).

Beräkningen är baserad på följande slamströmmar:

- primärslam,
- kemslam som bildas vid förfällning,
- slam från backspolning av sandfilter,
- överskottsslam från biosteget.

Tabell 24 Slamproduktion år 2012 och vid 900 000 pe.

Parameter	2012	2040	Enhet
Primärslam ¹⁾	10 800	19 900	ton TS/år
Överskottsslam	5 300 ²⁾	5 600	ton TS/år
Icke farligt organiskt avfall ³⁾		4 500	ton TS/år
Summa, slam innan behandling	16 100	30 000	ton TS/år
Summa slam efter behandling	7 800	14 100	ton TS/år
TS-halt efter avvattnings	28	28	% TS
Slamvolym	28 000	50 400	ton/år

¹⁾ I primärslam ingår kemslam, spolvattenslam och primärslam

²⁾ Inkluderar simultanfällt kemslam.

³⁾ Motsvarar 30 000 ton icke farligt organiskt avfall med 15 %TS.

4.4

Energiförbrukning

Nutida och framtida energiförbrukning på Käppalaverket redovisas i tabellen nedan (se Tabell 25). Framtida ökning av energibehov är främst baserad på den ökade belastningen samt ökad kväveringskrav.

Ingen energiökning för ventilation och belysning förväntas då anläggningens volym och yta är densamma.

Tabell 25 Nutida och framtida energiförbrukning på Käppalaverket.

Parameter	2012	2040	
Tunnel + inloppspumpning	7,0	7,9	GWh
Belysning	3,7	3,7	GWh
Ventilation	3,8	3,8	GWh
Biosteg	10	17	GWh
Rötning	2,8	4,7	GWh
Slambehandling	1,3	2,1	GWh
Övrigt	5,7	5,7	GWh
Gasuppggradering	2,2	3,3	GWh
Summa	37	48	GWh

4.5

Kemikalieförbrukning

Förbrukningsmängd av järnklorid (år 2040), järnsulfat (år 2012), polymer och metanol redovisas i tabellen nedan (se Tabell 26). Vid denna beräkning har det antagits att järnkloridprodukten PIX 111 används.

Fällningskemikalier år 2012 är järnsulfat medan beräkningen för år 2040 avser järnklorid. Vid beräkning av polymermängder har det antagits att det går åt 2 kg polymer per ton TS för förtjockning av överskottsslam och 7 kg polymer per ton TS för avvattnings av rötat slam.

Tabell 26 Förbrukning av fällningskemikalier, polymer och metanol.

Parameter	2012 ¹⁾	2040	
Fällningskemikalie	2 000 ²⁾	6 800 ³⁾	ton/år
Polymer	90	150	ton/år
Metanol	0	900	ton/år

¹⁾ Källa: Miljörapport 2012

²⁾ Quickfloc Järnsulfat

³⁾ Järnklorid