

Rapport

Diarienummer

Projektnummer

Utvärdering av utbyggnadsalternativ

Käppalaverket 3.0

Katarina Starberg, KATS Stockholm AB
Cajsa Ståhlberg, Nex Sverige AB

2023-01-13



Innehållsförteckning

1. Inledning	4
1.1. Bakgrund	4
1.2. Syfte	5
1.3. Projektorganisation	5
2. Omfattning och genomförande	6
2.1. Studerade utbyggnadsalternativ	6
2.2. Genomförande, arbetsgång och underlag	6
2.2.1. Processutredning	6
2.2.2. Redundans och bestämning av anläggningens nivå	7
2.3. Övergripande förutsättningar och avgränsningar	8
2.4. Underlag	9
3. Beskrivning av studerade utbyggnadsalternativ	10
3.1. Grundalternativ	10
3.1.1. Utbyggnadsalternativ 1A – Endast MBBR, snabb takt	10
3.1.2. Utbyggnadsalternativ 1B – Endast MBBR, långsam takt	11
3.1.3. Utbyggnadsalternativ 2A – Optimerad aktivslam	11
3.1.4. Utbyggnadsalternativ 3A – Förstärkt och optimerad aktivslam	12
3.2. Grundalternativen kompletterade med separat rejektvattenrening	13
3.2.1. Separat rejektvattenrening	13
3.2.2. Alternativ 1C – Endast MBBR, långsam takt samt rejektvattenrening	14
3.2.3. Alternativ 2B – Optimerad aktivslam samt rejektvattenrening	14
3.2.4. Alternativ 3B – Förstärkt och optimerad aktivslam samt RVR	15
4. Ekonomi	16
5. Vägvalsanalys	21
5.1. Vägval för grundalternativen	21
5.2. Vägval för grundalternativen kompletterade med rejektvattenrening	23
5.3. Osäkerheter i vägvalsanalysen	24
6. Faktorer som påverkar vägvalen	25
6.1. Grundläggande påverkansfaktorer	25
6.1.1. Process	25
6.1.2. Ekonomi	25

6.2. Övriga aspekter	26
6.2.1. Nya krav.....	26
6.2.2. Tillstånd	26
6.2.3. Genomförande och risk.....	26
6.2.4. Drift och styrning.....	27
6.2.5. Miljö- och hållbarhet	27
6.2.6. Bergutrymme	28
<i>Vilket bergutrymme finns tillgängligt?</i>	28
<i>Vilka tillstånd krävs för att utöka bergutrymmet?</i>	29
6.2.7. Befolkningsprognos	30
7. Slutsatser	31
7.1. Slutsatser avseende enskilda alternativ	31
7.2. Sammantagna slutsatser	32
7.3. Tidpunkter och frågeställningar för beslut	33
7.3.1. Beslut avseende linje 9 – Vägval 1	33
<i>Tidpunkter för beslut Vägval 1</i>	33
<i>Frågeställningar Vägval 1</i>	33
7.3.2. Beslut avseende linje 10 – Vägval 2.....	34
<i>Tidpunkter för beslut Vägval 2</i>	34
<i>Frågeställningar Vägval 2</i>	34
7.4. Förslag till fortsatt arbete	36
8. Figurer	37

Bilagor

- Bilaga 1: Processutredning
- Bilaga 2: Redundans
- Bilaga 3: Ekonomisk analys

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Käppalaförbundet planerar och genomför för närvarande en större om- och tillbyggnad av Käppalaverket för att möta såväl kommande befolkningsökning som skärpta utsläppskrav.

I dagsläget är Käppalaverket dimensionerat för 700 000 pe. Befolkningsökningen bedöms medföra att anslutningen till Käppalaverket år 2050 kommer att öka till omkring 900 000 pe. Käppalförbundet erhöll år 2019 ett nytt verksamhetstillstånd enligt miljöbalken som medger behandling av avloppsvatten från 900 000 pe. Tillståndet innebär dock även väsentligt skärpta utsläppskrav från och med år 2026, som inte kommer att kunna tillgodoses med befintlig aktivslamprocess. Verket behöver därmed anpassas för att kunna hantera förändringarna.

Utbyggnaden drivs sedan 2021 inom programmet Käppalaverket 3.0 som har planeringshorisont 2040 och utblick mot år 2050. Programmet omfattar ett flertal projekt varav det största och mest kritiska, Käppala 900k (K900k), i huvudsak innebär ombyggnad av flera av de befintliga aktivslamlinjerna för att ställa om dem till en MBBR-process. I dagsläget befinner sig projektet i ett detaljprojekteringskede och omfattar i en första etapp ombyggnation av biosteget i linjerna 7 och 8 till MBBR. Denna etapp ska vara färdigställd och driftsatt till år 2026.

Utformningen av den nya processlösningen utgör resultatet av ett omfattande utredningsarbete som genomförts vid Käppalaverket i över 10 års tid, som förberedelse inför kommande omställning. I samband med att förstudien för K900k slutfördes sammanfattades de tidigare studierna i en PM, *Käppala 900 k förstudie – Sammanfattning av processutredningar och principförslag*, 2020-09-24, som även utgjorde underlag för beslut i projektets styrgrupp avseende genomförandet av systemhandling (gatepassage). PM:en konstaterade att de mest väsentliga frågeställningarna hanterats i studierna, att föreslagen processlösning var genomförbar samt att ett genomförbart förslag till teknisk lösning för att successivt bygga ut anläggningen hade tagits fram.

PM:en noterade även att det fanns behov av kompletterande utredningar, specifikt för att klarlägga redundansbehovet men även för att säkerställa möjligheterna till framtida utveckling av Käppalaverket ur ett bredare perspektiv. Det togs därför beslut i styrgruppen att låta genomföra en utredning av mer strategisk karaktär och ett upplägg arbetades fram.

Arbetet har inriktats mot att klarlägga olika utbyggnadsalternativ samt erforderlig utbyggnadstakt. Därefter har tidpunkter för vägval identifierats. Vidare redogörs för de påverkansfaktorer och aspekter som fortsättningsvis behöver beaktas vid de olika vägvalen.

1.2. Syfte

Utredningens övergripande syfte är att belysa och jämföra olika utbyggnadsalternativ vid Käppalaverket utifrån den valda processlösningen. Specifikt ska utredningen klarlägga när i tiden olika åtgärder i utbyggnadsplanen behöver införas för att klara utsläppskraven. Jämförelsen avser de åtgärder som planeras att genomföras efter 2026/27 när den första utbyggnadsetappen är avslutad. Utredningen ska vid jämförelsen ta hänsyn till förväntade framtida behov av reningssteg vid anläggningen samt belysa andra faktorer och omständigheter som kan komma att påverka utbyggnaden.

Utredningen utgör underlag för val och utformning av Käppalaförbundets utbyggnadsstrategi. Studien ska ses som en grund som kan kompletteras, utvecklas och justeras efter hand. Till exempel när den första utbyggnadsetappen färdigställts och erfarenheter från den nya processlösningen inhämtats, eller när befolkningsprognosen uppdateras.

1.3. Projektorganisation

Arbetet med utbyggnadsstrategin har letts av Olle Lindeberg, programchef Käppalaverket 3.0 med stöd av Katarina Starberg (externt beställarstöd) som bistått utrednings- och analysarbetet samt författat huvuddelen av denna rapport.

Utredningsarbetet har genomförts av en konsultorganisation bestående av:

Cajsa Ståhlberg, Nex Sverige AB (uppdragsansvarig) har tillsammans med kollegan Diana Arvidsson ansvarat för att driva och samordna utredningsarbetet och har även genomfört de ekonomiska beräkningarna samt deltagit i den slutliga analysen.

Jonas Bengtsson, Carl Dahlberg och Sofia Andersson, Sweco har genomfört samtliga underliggande processutredningar i samråd med Jonas Grundestam, Käppalaförbundet och projektgruppen, samt svarat för att sammanställa redundans-PM.

Carl-Olof Söder och Axel Henckel, Sweco har bistått utredningen med tidiga utlåtanden avseende möjligheterna att utöka bergutrymmet ur bergtekniskt respektive tillståndsmässigt perspektiv.

2. Omfattning och genomförande

2.1. Studerade utbyggnadsalternativ

I dagsläget har ombyggnation av linje 7-8 till MBBR-process påbörjats och planeras att avslutas år 2026. De utbyggnadsalternativ som studerats här avser tiden efter 2026 och har som utgångspunkt att den pågående ombyggnationen fullföljs.

Tre huvudalternativ har studerats, med och utan separat rejektivattenrening; totalt sju stycken alternativ. De beskrivs närmare i kapitel 3 och i Bilaga 3 och sammanfattas nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Studerade utbyggnadsalternativ.

Grundalternativ	
1A – endast MBBR, snabb takt	Ombyggnad av linje 7-11 till MBBR i så snabb takt som möjligt
1B – endast MBBR, långsam takt	Ombyggnad av linje 7-11 till MBBR i så långsam takt som möjligt
1C – endast MBBR, långsam takt samt RVR	Utbyggnad av linje 7-11 till MBBR, långsam takt samt rejektivattenrening
2A – optimerad aktivslam	Optimering av aktivslamprocessen i linje 1-6 och linje 10
2B – optimerad aktivslam samt RVR	Optimerad aktivslamprocess, linje 1-6 och linje 10 samt RVR
3A – förstärkt och optimerad aktivslam	Förstärkning ¹⁾ och optimering aktivslamprocess linje 1-6 och linje 10-11
3B – förstärkt och optimerad aktivslam samt RVR	Förstärkning ¹⁾ och optimering aktivslamprocess linje 1-6 och linje 10-11, samt RVR

¹⁾ förbättring av slamegenskaperna genom införande av S-Select™ eller liknande process.

2.2. Genomförande, arbetsgång och underlag

Arbetet med framtagande av denna utredning har genomförts under 2021–2022 och har löpande förankrats brett inom Käppalaförbundet via redovisningar och workshops med enhetschefer och andra nyckelpersoner. Det har varit ett uttalat syfte att väga olika perspektiv inom organisationen och att uppnå samsyn kring de underlag som ska ligga till grund för utbyggnadsstrategin.

Inom ramarna för denna strategiutredning genomfördes inledningsvis två större studier, en processutredning samt en studie kring redundans. Båda ligger till grund för den fortsatta bedömningen av utbyggnadsalternativen och beskrivs kort nedan.

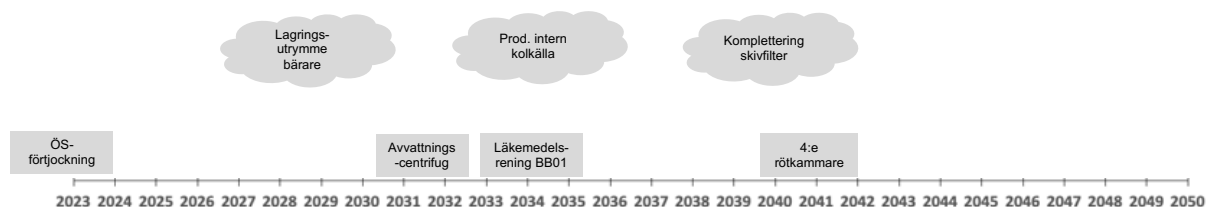
2.2.1. Processutredning

I arbetet med att klarlägga olika tänkbara utbyggnadsalternativ är processberäkningarna grundläggande. Vid inledningen av denna utredning genomfördes en processutredning av Sweco i nära samråd med Käppalaförbundet i en arbetsgrupp. En mängd processberäkningar

genomfördes med utgångspunkt i de tidigare processutredningarna för K900k-projektet och justerades och kompletterades på olika sätt.

Utifrån resultatet bedömdes och definierades tänkbara kombinationer av processlösningar samt hur de olika stegen skulle behöva utformas och införas över tid för att kunna uppfylla kraven. Dessa kombinationer utgör de utbyggnadsalternativ som är grunden för denna utredning. Resultatet redovisas i *Bilaga 1 (PM Utbyggnadsalternativ)*.

Underliggande processberäkningar finns dokumenterade i *PM Processberäkningar för utbyggnadsstrategi, Sweco, 2022-06-08* (bilägges ej). Behov av åtgärder i övriga anläggningsdelar utöver biosteget har även bedömts översiktligt och återfinns i *Bilaga 1 (PM Nya processteg)*. Nedan redovisas en översiktlig bild av vilka åtgärder som utreds och planeras framöver.

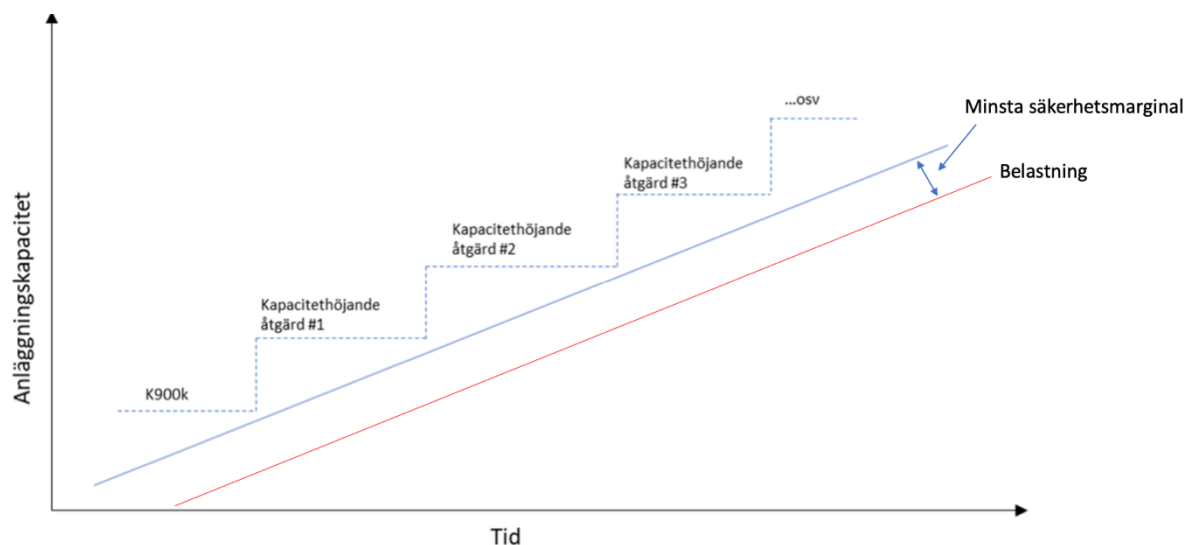


Figur 1 Översiktlig bild av behov av åtgärder i andra anläggningsdelar.

2.2.2. Redundans och bestämning av anläggningens nivå

För att avgöra utbyggnadstakten, dvs när olika åtgärder behöver införas i tiden, behöver mätning av erforderlig kapacitet ske gentemot produktionsmålet. Produktionsmålet ska ge en marginal mot de tillståndsgivna utsläppskraven för att klara olika störningar i processen. Produktionsmål har under utredningsarbetets gång gemensamt definierats som den nivå som ska ge marginal för att klara normala variationer, planerade underhållsåtgärder och normala interna störningar. Produktionsmålen inrymmer inte extremväder och andra extrema händelser.

Marginalen ska vara tillräckligt stor för att driftorganisationen ska kunna klara målsättningen på ett rimligt sätt, men inte så överdrivet stor att en onödig överkapacitet skapas och kostnadsdrivande investeringar därmed tas alltför tidigt. Principen illustreras i Figur 2.



Figur 2. Principiell utbyggnadstrappa för att stegvis möta den ökade belastningen. Säkerhetsmarginalen motsvaras av produktionsmålen.

För att bestämma den optimala utbyggnadstakten är det alltså väsentligt att klargöra vilken marginal som faktiskt krävs och, i förlängningen, vilken redundans som anläggningen skall ha för att medge denna marginal. Det kräver i sin tur att man klarlägger vilka situationer som behöver klaras av.

Flertalet arbetsmöten och workshops har under utredningens gång hållits med Käppalaförbundets organisation (ledning, drift, process, underhåll, miljö och ekonomi) i olika konstellationer för diskussion och samsyn kring den marginal som anläggningen behöver.

I ett första steg definierades produktionsmålet som den nivå som ska klaras för normal drift samt normalt underhåll och ”vanliga” driftstörningar. Därefter genomfördes ett gemensamt arbete inklusive en workshop för att identifiera vilka driftsituationer som behöver klaras, hur ofta dessa inträffar samt under hur lång tid. Processberäkningar genomfördes för att kontrollberäkna och bedöma påverkan på reningsresultatet. Utifrån resultatet genomfördes en andra workshop där nivån för produktionsmålet slutligen bestämdes.

Resultatet sammanfattas i *Bilaga 1 – Redundans*.

2.3. Övergripande förutsättningar och avgränsningar

Det pågående huvudprojektet K900k inom utbyggnadsprogrammet ligger till grund för utbyggnadsstrategin. Projektet innefattar sammanfattningsvis ombyggnation av aktivslamprocessen i linje 7-11 till MBBR-process samt förbättringsåtgärder och ombyggnation av aktivslamprocesserna i linje 1-6.

Det nya verksamhetstillståndet för Käppalaverket (juni 2019) ligger till grund för såväl den pågående utbyggnaden som denna strategiutredning.

För denna utredning har samma befolkningsprognos som för K900k använts. Uppgifter är hämtade från rapport Dimensionerande förutsättningar Käppalaverket K900k, rev C 2020-09-30, där det har förutsatts en årlig belastningsökning av 2 % fram till 2033 därefter 1,5 % fram till 2050, vilket är i linje med den regionala utvecklingsplanen RUFS 2018.

Utbyggnadsstrategin (liksom projekt K900k) baseras endast på den biologiska reningen. Konsekvenserna för övriga anläggningsdelar har endast bedömts mycket översiktligt.

2.4. Underlag

Utredningen har baserats på följande underlag.

Tabell 2. Underlag för utvärdering av utbyggnadsalternativen

Dimensionerande förutsättningar Käppalaverket K900k, rev C 2020-09-30
Käppala 900 k – Sammanfattning av processutredningar och principförslag, KATS, 2020-09-24
PM Processberäkningar för utbyggnadsstrategi, Sweco 2022-06-08
PM Utbyggnadsalternativ, Sweco 2022-11-04
PM Nya processteg, Sweco 2022-11-26
PM Redundans, Sweco, 2022-11-04
PM Nya processteg/-åtgärder Käppala reningsverk, Sweco 2022-11-26
Förstudie rejektivattenrening, Ramboll, 2021-06-23
Dispositionsplan Käppala 2022-06-08
Avtal mellan Lidingö stad och Käppalaförbundet, 1958-04-18
Protokoll från workshops:
- Analys av variationer händelser och störningar 2022-02-14
- Utbyggnadsalternativ 2022-09-06
- Nivå på anläggningen 2022-10-12
Protokoll från MBBR riskanalys 2020-09-07

3. Beskrivning av studerade utbyggnadsalternativ

De studerade utbyggnadsalternativen beskrivs kortfattat nedan tillsammans med illustrationer som visar hur de uppfyller produktionsmålen. Detaljerade beskrivningar samt processantaganden återfinns i *Bilaga 1, 2 och 3*.

Tre grundalternativ har studerats. Det första alternativet är enbart ombyggnation till fler MBBR-linjer. Det andra alternativet innefattar även optimering av befintliga aktivslamlinjer för att ha möjlighet att senarelägga ombyggnationen av fler MBBR-linjer. Det tredje alternativet innefattar ytterligare optimeringsåtgärder för att förbättra slamegenskaperna.

I linje med tidigare utredningsbeslut har alternativen studerats med och utan separat rejektvattenrening.

För samtliga utbyggnadsalternativ antas linje 1 tas ur drift 2033 för att ge plats åt läkemedelsrening.

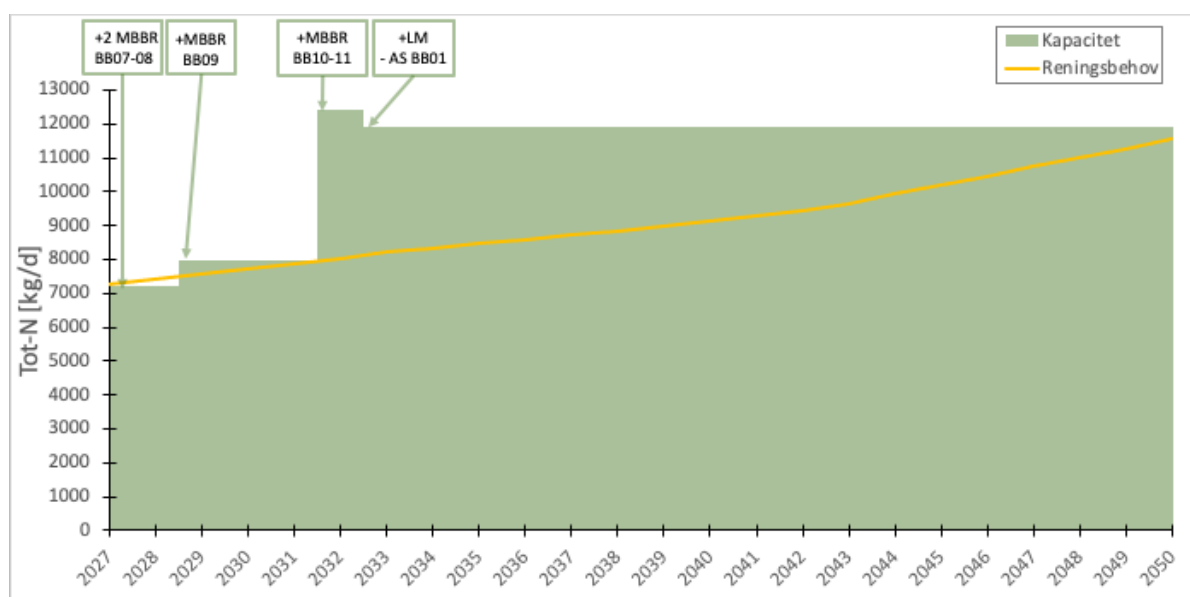
Reningsbehovet i diagrammen utgår från produktionsmålen som i sin tur baseras på tillståndsgivna värden, dessa omfattar både haltkrav och mängdkrav. Endast krav för kväve har beaktats då dessa utgör den begränsande faktorn i biosteget. Från och med 2042 blir mängdkravet styrande vilket innebär en skärpning av haltkravet, detta framgår i diagrammen nedan som ett ökat reningsbehov.

Kvävereningskapacitet i diagrammen nedan redovisas som maximal reningskapacitet med optimal fyllnadsgrad av bärare.

3.1. Grundalternativ

3.1.1. Utbyggnadsalternativ 1A – Endast MBBR, snabb takt

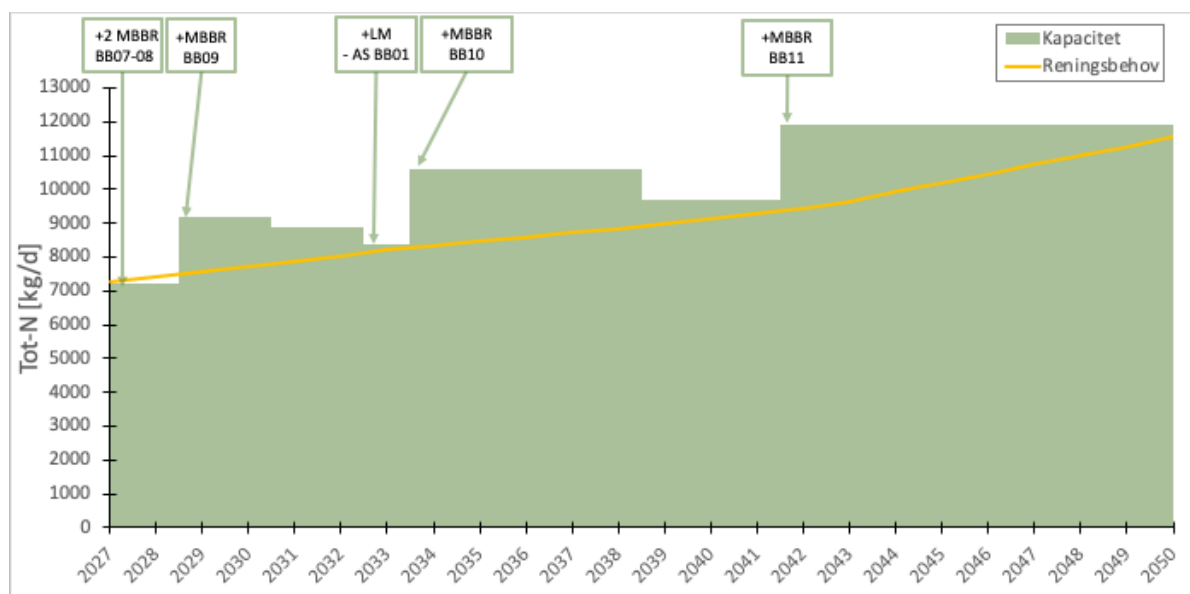
Alternativ 1A innebär att den fortsatta utbyggnaden efter 2027 består i att linje 9-11 byggs om till MBBR i så snabb takt som möjligt, se Figur 3.



Figur 3. Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 1A – endast MBBR, snabb takt.

3.1.2. Utbyggnadsalternativ 1B – Endast MBBR, långsam takt

På samma sätt som i alternativ 1A byggs linje 7-11 om till MBBR, men med en så långsam utbyggnadstakt som möjligt, se Figur 4.

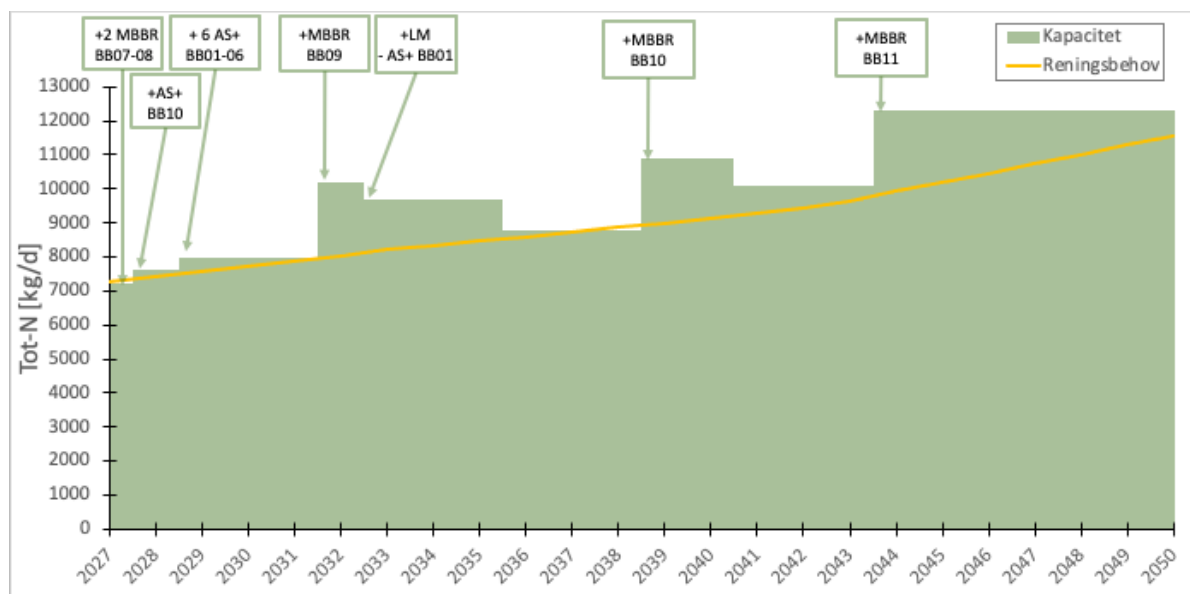


Figur 4 Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 1B – endast MBBR, långsam takt.

3.1.3. Utbyggnadsalternativ 2A – Optimerad aktivslam

I utbyggnadsalternativ 2A är huvudfokus att optimera aktivslamprocesserna för att kunna senarelägga ombyggnation till MBBR. Optimeringen omfattar installationsåtgärder i linje 1-

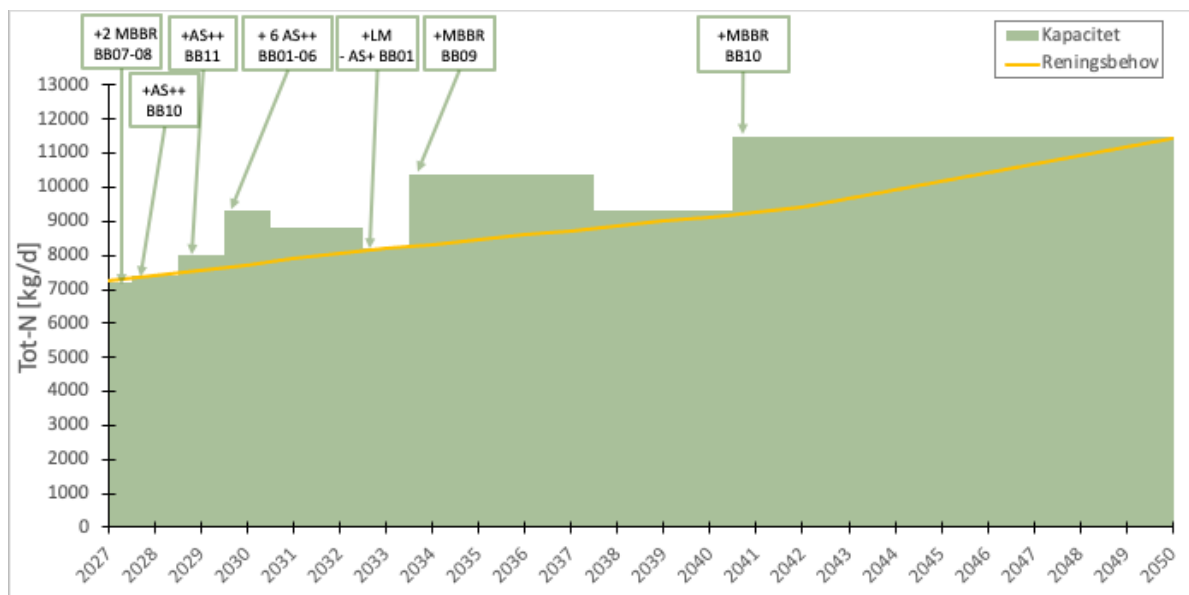
6 för att förbättra zonindelning och styrning. Detta har antagits ge 20 % ökad kapacitet för aktivslamlinjerna, se Figur 5.



Figur 5. Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 2A – optimerad aktivslam. AS+ är förkortning för optimerad aktivslam som ger en kapacitetsökning på 20 % för linje 1-6.

3.1.4. Utbyggnadsalternativ 3A – Förstärkt och optimerad aktivslam

Utbyggnadsalternativ 3A kan sägas vara en vidareutveckling av alternativ 2A. Utöver de optimeringar av aktivslamprocesserna som genomförs i alternativ 2A förstärks linje 1-6 och linje 10-11 även med teknik som förbättrar slamegenskaperna och möjliggör högre slamhalt, såsom S-Select™ eller Biomag™. Optimeringen har antagits ge en kapacitetsökning på totalt 40 % (alltså ytterligare 20 % jämfört med alternativ 2A).



Figur 6. Kväverensningskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 3A – förstärkt och optimerad aktivslam. AS++ är förkortning för förstärkt och optimerad aktivslam som ger en kapacitetsökning på 40 % för linje 1-6 och med 20 % för linje 10-11.

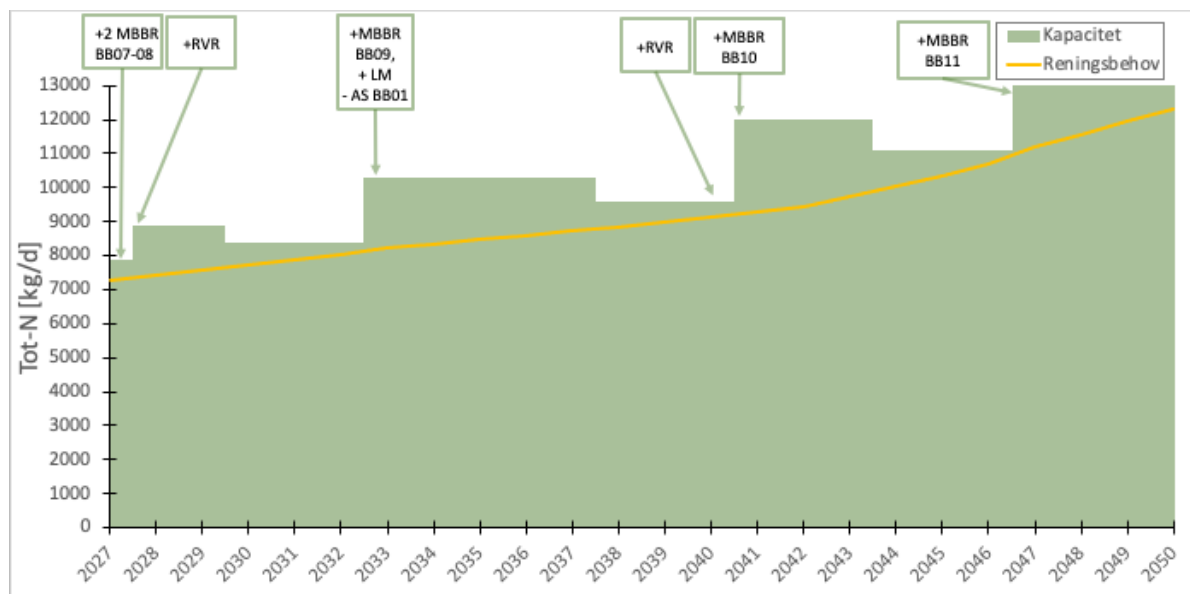
3.2. Grundalternativen kompletterade med separat rejektvattenrening

3.2.1. Separat rejektvattenrening

För alternativ 1–3 ovan har även möjligheten att minska den interna kvävebelastningen genom att införa separat rejektvattenrening översiktligt studerats, se antaganden och detaljer i *Bilaga 1* samt *Bilaga 3*. Det skulle innebära att tidpunkten för utbyggnad av MBBR kan skjutas framåt i tiden.

Nedan redovisas hur vart och ett av alternativen 1-3 ovan påverkas i det fall anläggningen även kompletteras med ett separat rejektvattenreningssteg.

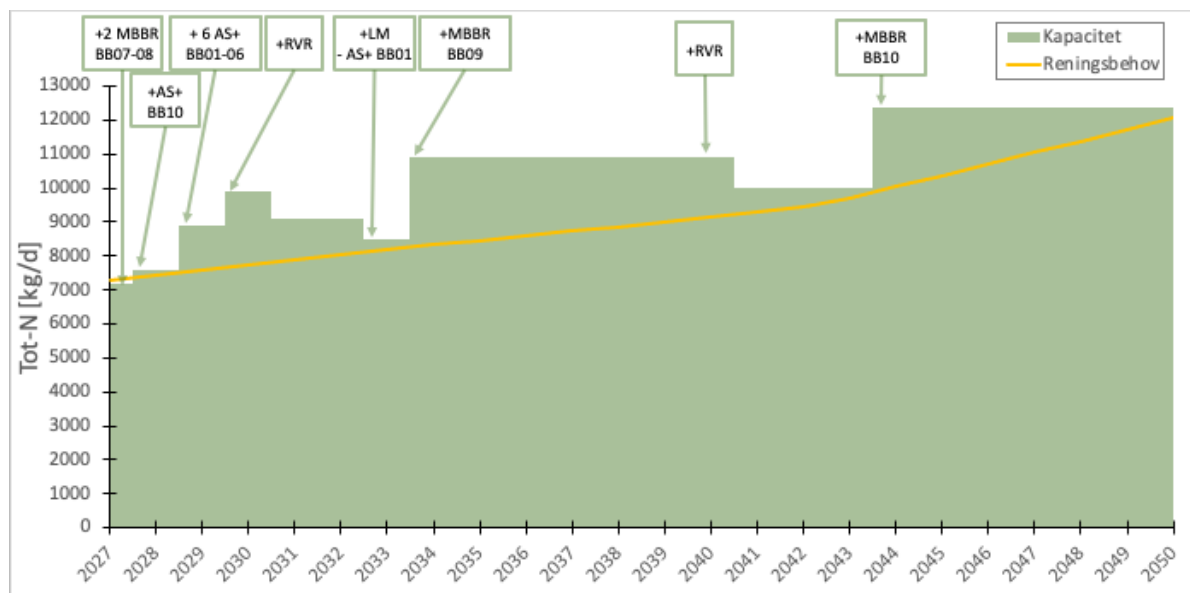
3.2.2. Alternativ 1C – Endast MBBR, långsam takt samt rejektivattenrening



Figur 7. Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 1C – endast MBBR, långsam takt.

Införande av rejektivattenrening innebär för alternativ 1 att ombyggnation av linje 9 kan flyttas fram 4 år, linje 10 hela 7 år och linje 11 flyttas 5 år framåt (jämför Figur 4 ovan).

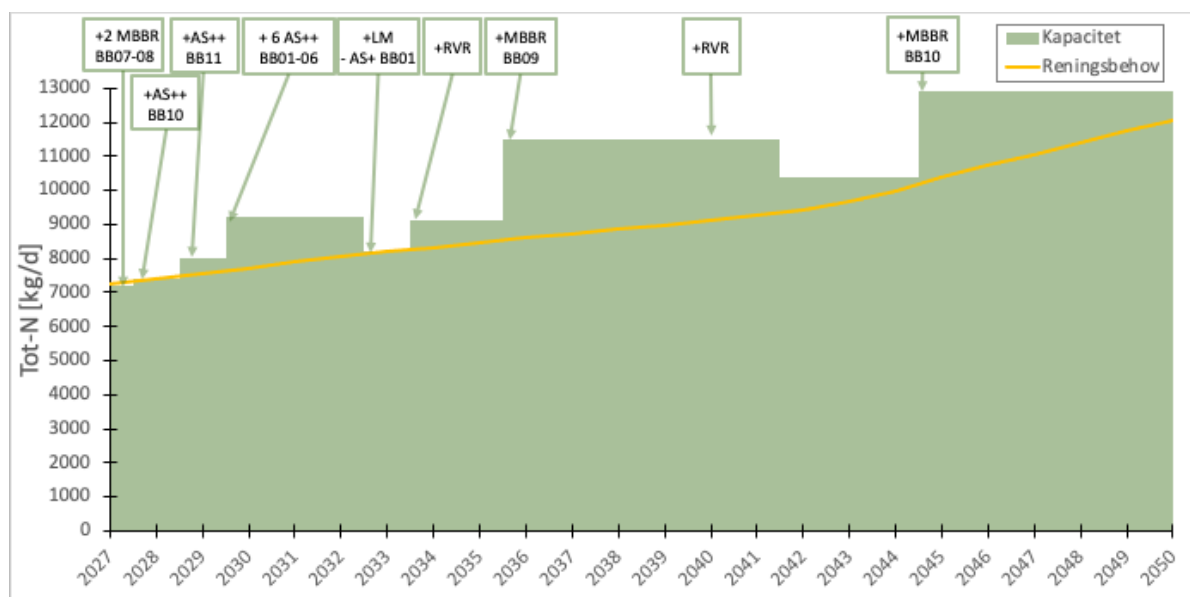
3.2.3. Alternativ 2B – Optimerad aktivslam samt rejektivattenrening



Figur 8. Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 2B – optimerad aktivslam samt rejektivattenrening. AS+ är förkortning för optimerad aktivslam som ger en kapacitetsökning på 20 % för linje 1-6.

Jämförelse mellan alternativ 2 med och utan rejektivattenrening (Figur 5 och Figur 8) visar att linje 9 kan senareläggas 2 år och linje 10 5 år om rejektivattenrening införs. Skillnaden blir mindre än i alternativ 1 ovan, då effekten av optimering (i alternativ 2) redan flyttat fram behovet av linje 9 något. Effekterna av rejektivattenrening och optimering kan inte rakt av summeras bland annat för att läkemedelsrening behöver byggas under samma byggtid som linje 9. Linje 11 behöver inte byggas alls före 2050.

3.2.4. Alternativ 3B – Förstärkt och optimerad aktivslam samt RVR



Figur 9. Kväverenskapskapacitet och reningsbehov för att uppnå produktionsmål för utbyggnadsalternativ 3B – förstärkt och optimerad aktivslam samt rejektivattenrening. AS++ är förkortning för förstärkt och optimerad aktivslam som ger en kapacitetsökning på 40 % för linje 1-6 och med 20 % för linje 10-11.

Införande av rejektivattenrening innebär för alternativ 3 att linje 9 kan flyttas fram 2 år, linje 10 4 år och linje 11 behöver inte byggas om före 2050. (Se Figur 6 och Figur 9) För linje 10 är skillnaden något mindre än i alternativ 2 ovan eftersom förstärkt optimering flyttar fram tidpunkterna så långt att mängdkravet blir begränsande istället för haltkravet (år 2042).

Rejektivattenrening genom deammonifikation är i dag en etablerad teknik med kända effekter och diagrammen ovan visar också på att det generellt kan vara fördelaktigt.

En översiktlig förstudie kring rejektivattenrening har genomförts av Ramboll 2021. Vidare har processberäkningar även genomförts i samband med denna studie. Förutsättningarna för de båda utredningarna skiljer sig åt, bland annat med avseende på antaganden kring framtida rötningsprocess och kvävebelastning. De förutsätter båda ett varmt rejektivatten men inkluderar inte någon teknisk lösning för detta (via rötslamkylning kyls idag rejektivattnet). En fördjupad förstudie för separat rejektivattenrening skulle behöva tas fram för att få ett säkrare bedömningsunderlag, helst kopplad till slamstrategin.

4. Ekonomi

En ekonomisk modell har upprättats för jämförelse av årskostnader för de olika utbyggnadsalternativen. Modellen inkluderar investeringar och relevanta driftkostnader enligt följande.

Huvudsakliga investeringar:

- Investeringar för nya och ombyggda delar
- Renovering i de fall där ombyggnation MBBR senareläggs
- Återinvesteringar efter avskrivningstidens slut

Driftskostnader:

- Underhåll biolinjer och nya processdelar
- Energiförbrukning för luftning i biolinjerna
- Kolkälla i form av metanol

Den ekonomiska analysen redovisas i sin helhet i *Bilaga 3*.

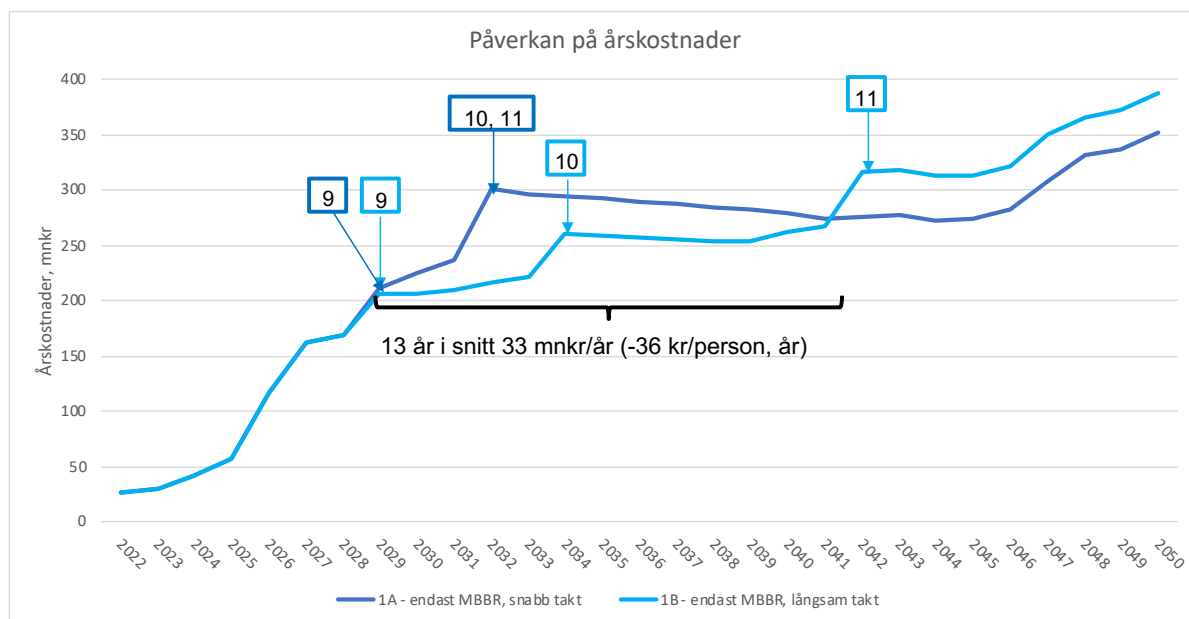
Nedan presenteras kostnadsjämförelser mellan alternativen. Med tanke på att det finns större osäkerheter längre fram i tiden, ungefär efter 2040, fokuseras diskussionen främst på den tidigare delen av utbyggnadsperioden, vilket också är huvudfokus för program Käppalaverket 3.0.

Nedanstående jämförelse görs parvis mellan alternativen utifrån en frågeställning i taget. Tidsperioden för kostnadsjämförelse skiljer sig åt för respektive frågeställning därför att tidpunkten när olika investeringar tas är olika för respektive alternativ och perioden med störst skillnader varierar beroende på vilka alternativ som jämförs. I *bilaga 3* ekonomisk analys redovisas totala årskostnader för bestämd period för respektive alternativ.

◇ *Snabb eller långsam utbyggnadstakt av MBBR?*

I Figur 10 jämförs alternativ 1A och 1B, dvs snabb respektive långsam utbyggnadstakt av MBBR, utan andra åtgärder. Figuren anger även när i tiden de olika linjerna byggs om till MBBR.

Samtliga figurer presenteras i större format i kapitel 8.

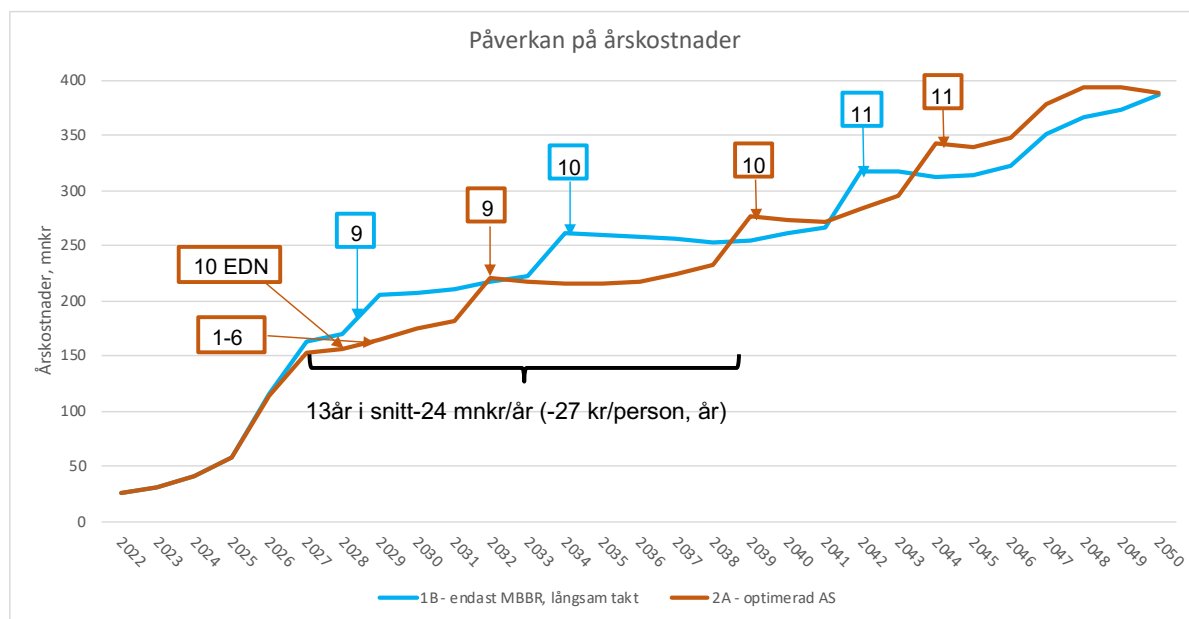


Figur 10. Påverkan på årskostnad, mkr. Jämförelse mellan alternativ 1A och 1B, snabb eller långsam utbyggnadstakt med MBBR.

Figur 10 visar att en snabb utbyggnadstakt (alt 1A) initialt ger en stor överkapacitet (se Figur 3) som innebär en hög årskostnad. En långsam utbyggnadstakt medför i snitt en lägre årskostnad med 33 mkr/år under de första 13 åren från det att linje 9 byggts om (motsvarande 36 kr/ansluten person). Den stora överkapaciteten som erhålls blir alltså relativt kostsam. Ju tidigare investeringen tas desto färre personer är det också som ska dela på kostnaden (under förutsättning att befolkningen ökar). På grund av den stora skillnaden utgår alternativ 1A från fortsatt jämförelse. Ska utbyggnad ske med enbart MBBR bör det vara enligt alternativ 1B.

◇ *Utbyggnad med endast MBBR eller även optimering av aktivslam?*

I Figur 11 jämförs utbyggnad med endast MBBR (alt 1B) med att även optimera aktivslamprocessen (alt 2A). I figuren anges när de olika åtgärderna i biosteget behöver byggas i respektive alternativ.

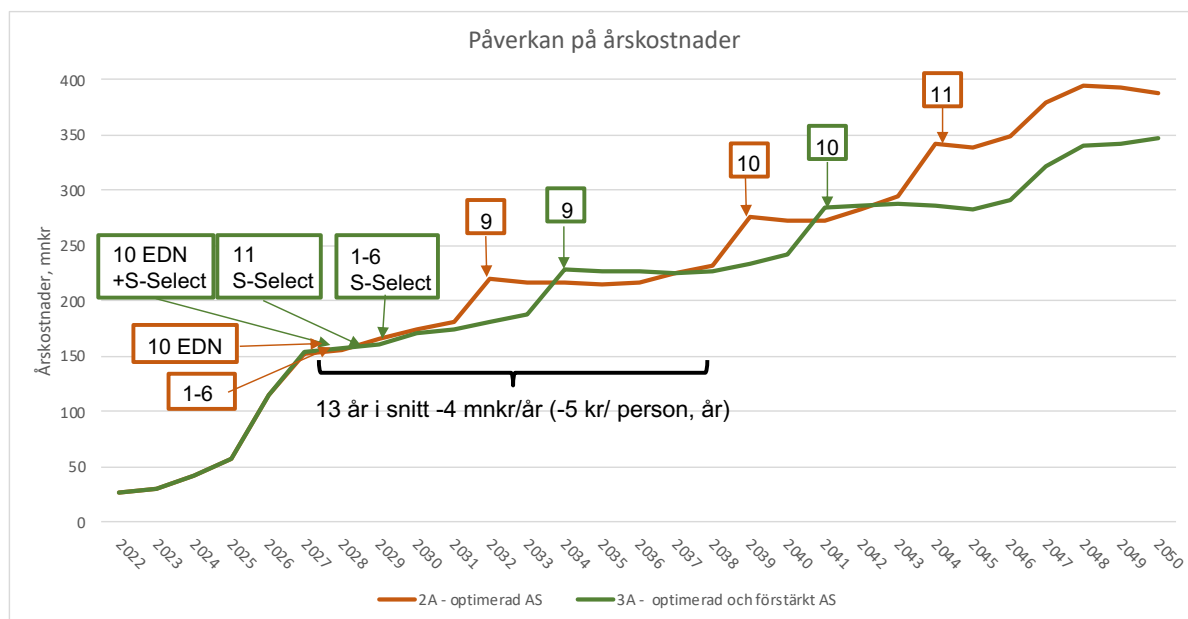


Figur 11. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimering av aktivslam och 1B – långsam utbyggnadstakt med enbart MBBR.

Som framgår av Figur 11 erhålls i snitt en lägre årskostnad av ca 24 mnkr (27 kr/ansluten person) för alt 2A under de första 13 åren, fram till den tidpunkt då linje 10 behöver byggas. Det här innebär att det är ekonomiskt fördelaktigt att optimera aktivslam för att kunna senarelägga ombyggnation av linje 9 och sedermera även linje 10 till MBBR. Det är en relativt stor besparing som skulle kunna uppnås med en begränsad investering.

◇ *Förstärkt aktivslamprocess eller enbart optimering?*

I Figur 12 nedan jämförs att optimera samt förstärka aktivslamprocessen genom att förbättra slamegenskaperna (alternativ 3A) med att bara optimera aktivslamprocessen (alternativ 2A).



Figur 12. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimerad aktivslam och 3A – förstärkt och optimerad aktivslam

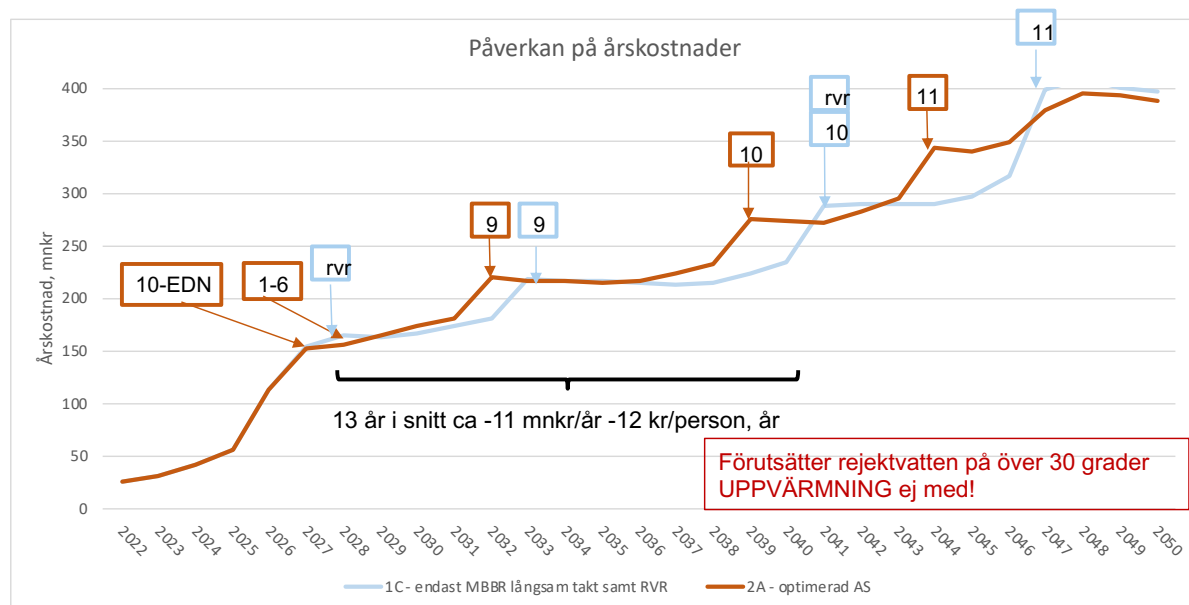
Tidigare jämförelse ovan visade att en optimerad aktivslamprocess (alternativ 2A) jämfört med 1B gav en minskad kostnad med 24 Mkr per år (27 kr/ person) under perioden 2026 till 2038. Med förstärkt aktivslam (alt 3A) så erhålls ytterligare 4 mnkr lägre årskostnad (5 kr/person) under samma tidsperiod. Framför allt är det framflyttningen av linje 9 med tre år som ger lägre kostnad under de åren.

Längre fram i tiden kan en större kostnadsbesparing erhållas, här bedömd till ca 47 mnkr/år under en 7-årsperiod (ca 45 kr/person). Huvudsakligen beror skillnaden på att Linje 11 inte behöver byggas om alls under den studerade perioden fram till 2050.

Kostnadsminskningen under den närmsta perioden är relativt blygsam. Ur ren kostnadssynpunkt och med tanke på att besparingen är störst efter det att linje 9 byggts om kan man avvakta med att införa förstärkt aktivslamprocess.

◇ *Optimera aktivslam eller införa separat rejektvattenrening?*

I Figur 13 nedan jämförs att optimera aktivslamprocessen (alternativ 2A) med att endast införa separat rejektvattenrening (alternativ 1C).



Figur 13. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimerad aktivslam och alternativ 1C – enbart MBBR långsam takt samt rejektivattenrening.

Genom att införa rejektivattenrening istället för att optimera aktivslam kan linje 9 skjutas fram 1 år. Besparingen som görs fram till att linje 10 sedan byggs (2029 till 2040) om blir ca 11 mnkr/år.

Som nämnts tidigare är dock den tekniska utredningen för rejektivattenrening – och därmed kostnadsunderlaget – inte helt komplett. Bland annat saknas värmekostnader, vilket skulle kunna förändra bilden ovan. Analysen stödjer ändå det som framgick i diagrammen ovan att separat rejektivattenrening ger större effekt för linje 10 och 11 än för linje 9.

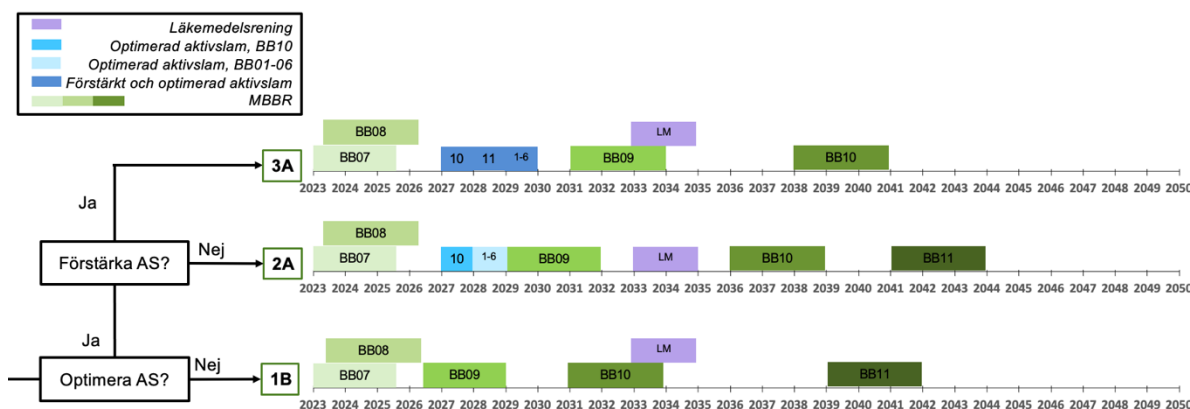
I dagsläget är det svårt att helt jämföra alternativen med separat rejektivattenrening med grundalternativen i denna utredning. När en uppdaterad förstudie kring rejektivattenrening färdigställts kan en mer fullständig kostnads- och vägvalsanalys göras för dessa.

5. Vägvalsanalys

För att åskådliggöra de olika vägval som behöver göras och kunna överblicka vilka konsekvenser de får har vägvalen illustrerats tillsammans med tidslinje för respektive utbyggnadsalternativ, se Figur 14.

5.1. Vägval för grundalternativen

Vägvalsträden visas i större format i kapitel 8.



Figur 14. Vägvalsträd för grundalternativen.

Vägvalsträdet inleds här med frågan om aktivslamlinjerna ska optimeras. Besvaras frågan med nej leder detta till alternativ 1B, utbyggnad av enbart MBBR i långsam takt. Besvaras frågan istället med ja, leder det till att man först inför optimering av aktivslam, enligt 2A respektive 3A.

Utifrån Figur 14 kan konstateras att tiden och marginalen är knapp innan linje 9 behöver byggas om. Tiden är alltför kort för att kunna identifiera och utreda någon annan tänkbar processlösning. Det står därmed klart att linje 9 kommer att behöva byggas om till MBBR, frågan är bara vid vilken tidpunkt. Som framgår av figuren genomförs linje 9 direkt efter Linje 8 i 1B.

Om linje 9 ska börja byggas om direkt efter linje 8 år 2026 behöver beslut fattas senast årsskiftet 2024/2025 för att hinna avropa option i pågående entreprenad.

I det fall optimeringsåtgärder istället genomförs i aktivslam när linje 7 och 8 är klara kan linje 9 senareläggas 3 år (jämför alternativ 2A med 1B i figuren). Det innebär att man får mer tid att samla erfarenhetsdata från linje 7 innan linje 9 byggs, vilket skulle vara av mycket stort värde, såväl för kommande entreprenad som för den kommande driften av anläggningen. Det finns naturligtvis en risk att man inte uppnår önskad effekt av optimeringen (antagen 20 % förbättring) vilket i så fall skulle innebära att man inte har tillräcklig kapacitet för att ta linje 9 ur drift för ombyggnation (se Figur 5).

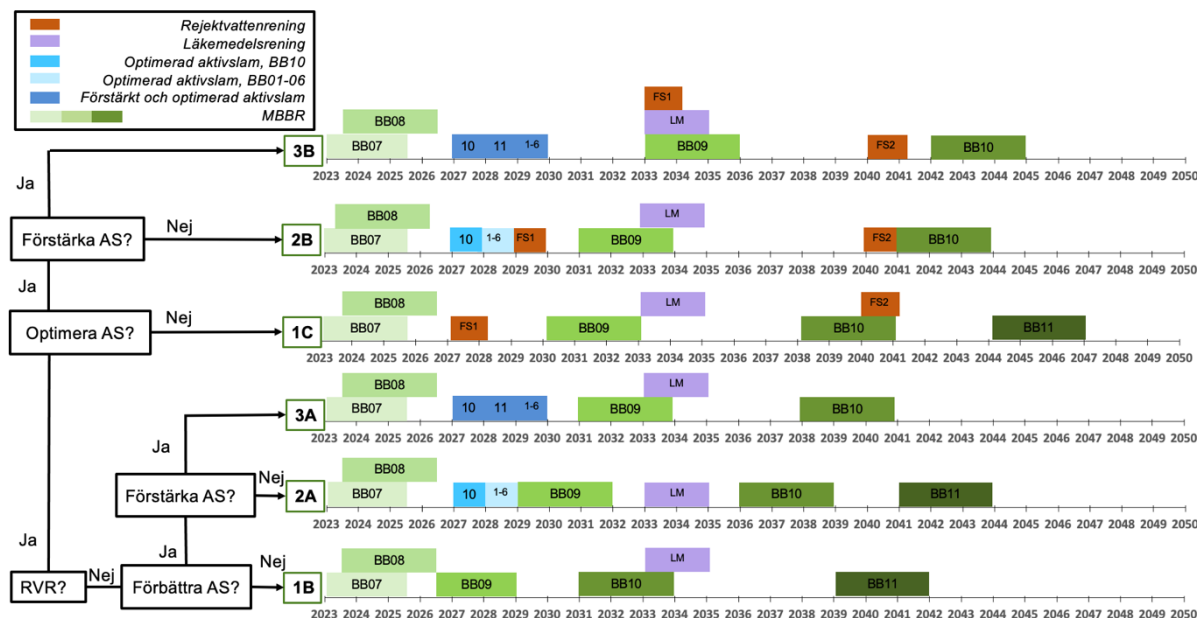
I det fall optimeringen av aktivslam förstärks genom att införa t ex S-Select™ eller liknande vinner man ytterligare 2 år innan linje 9 behöver byggas, enligt alternativ 3A. Det finns dock få referensanläggningar i Käppalaverkets storlek vilket gör att osäkerheterna kan vara större och det kan även vara utmanande att hinna genomföra den typen av optimering och förstärkning på så kort tid. Även här uppstår en risk för kapacitetsbrist i det fall förväntade effekter uteblir.

Före årsskiftet 2024/2025 behöver man besluta om det är aktuellt att införa optimeringsåtgärder och i så fall vilken typ av åtgärder. Det innebär att utredning och eventuella försök behöver genomföras före dess för att verifiera antagna effekter, t ex testa i en av linjerna 1-6. Eftersom det kan finnas mycket att vinna på att optimera aktivslam (och skjuta på linje 9) kan det även vara av speciellt intresse att bedöma om det går att införa några åtgärder som inte kräver avstängningar, såsom tillsats av kolkälla utan ombyggnation av zonindelningen i linje 10.

Av vägvalsfiguren framträder en tydlig bild av att hela tidsspannet fram till 2050 kan delas in i två perioder, nämligen före respektive efter det att linje 9 byggts. Tiden fram till att linje 9 byggts är mer kritisk, med små marginaler samtidigt som omfattande entreprenader pågår.

Dock finns det relativt gott om tid innan linje 10 och linje 11 behöver byggas. Det innebär stora möjligheter att anpassa utbyggnaden till förändrade förutsättningar men också att andra processlösningar istället för MBBR kan övervägas, dvs olika alternativ kan mer förutsättningslöst utvärderas. Om det till exempel inte funnits möjlighet att utvärdera och införa optimeringsåtgärder före det att linje 9 behövt byggas om kan man istället genomföra dem under den senare perioden för att skjuta på ombyggnation av linje 10. Optimeringsåtgärderna kan då även inkluderas på ett naturligt sätt i processutvärderingen.

5.2. Vägval för grundalternativen kompletterade med rejektivattenrening



Figur 15. Vägvalsträd för grundalternativen inklusive rejektivattenrening.

Vägvalsträdet kan här användas för att studera hur separat rejektivattenrening förhåller sig som ett alternativ till optimeringsåtgärder i aktivslamprocessen.

Analysen visar att om inga åtgärder införs kan man vinna 4 år för linje 9 (jämför 1C med 1B). Separat rejektivattenrening behöver i så fall byggas under 2027. Vägvalet för att införa separat rejektivattenrening före linje 9 behöver då fattas årsskiftet 2024/2025.

Att införa rejektivattenrening samtidigt som man optimerar aktivslam skapar en relativt kostsam överkapacitet som inte kan nyttjas fullt ut, och innebär att linje 9 kan skjutas fram 2 år jämfört med enbart optimering aktivslam (jämför alternativ 2B med 2A).

Om man vill genomföra någon åtgärd för att skjuta fram linje 9 bör man därför välja antingen optimering av aktivslam eller rejektivattenrening. Däremot, om båda genomförs på sikt innebär det att linje 10 kan skjutas fram 10 år jämfört med att inga åtgärder genomförs (jämför alternativ 2B med 1B), en avsevärd skillnad.

Rejektivattenrening blir speciellt intressant i den senare delen av den studerade tidsperioden fram till 2050 (efter linje 9).

Förstärkt aktivslam blir i likhet med rejektivattenrening mer intressant i den senare delen av tidsperioden.

Det finns som tidigare nämnt inte lång tid innan beslut skulle behöva fattas för att skjuta linje 9 så förslagsvis kan separat rejektivattenrening utredas vidare och beslut fattas efter linje 9 är byggd. Under tiden kan en fördjupad och komplett förstudie genomföras.

5.3. Osäkerheter i vägvalsanalysen

Vägvalsanalysen grundar sig på bedömningar av olika slag och är behäftad med osäkerheter. Osäkerheterna påverkar framför allt de specifika tidpunkterna i vägvalsträden och utgörs av:

- *Processberäkningar.* Det saknas idag driftdata från referensanläggningar för den tänkta utformningen av MBBR-processen. Det innebär att tidpunkten för när respektive linje behöver byggas om är osäker. Separat rejektivattenhantering är inte tillräckligt utredd och bedömningen osäker.
- *Befolkningsprognos.* Prognosen ligger till grund för belastningsökningen, vilket påverkar tidpunkterna för åtgärder.
- *Produktionsmål och utsläppskrav.* Erforderlig marginal för att klara utsläppskraven har uppskattats, bedömningen påverkar tidpunkten för åtgärder. Utsläppskravet har räknats som 6,0 mg/l kväve. I tillståndet anges 6 mg/l kväve vilket i praktiken innebär att utsläppsvärden under 6,5 mg/l kan godtas.

De två sista punkterna är inte alternativskiljande, osäkerheterna påverkar de absoluta tidpunkterna för åtgärder men inte inbördes förhållanden mellan alternativen.

Jämförelsen av olika utbyggnadsalternativ påverkas i större eller mindre utsträckning av osäkerheter i processberäkningarna, framför allt de antaganden som görs avseende effekten på reningsresultatet. Detta påverkar i sin tur tidpunkten för olika åtgärder (och även ekonomin, se stycke 6.1.2) och därmed potentiellt slutsatserna i denna utredning.

6. Faktorer som påverkar vägvalen

Generellt finns det en rad faktorer som kan påverka valet av utbyggnadsstrategi, alltifrån sakförhållanden till yttre omständigheter och organisationens egna värderingar. För att fastställa den slutliga strategin behöver dessa beaktas och vägas samman. Nedan redovisas och diskuteras de påverkansfaktorer som bedöms vara relevanta i arbetet med att fastställa den slutliga utbyggnadsstrategin för Käppalaverket fram till 2050. Det redogörs även för hur respektive faktor har beaktats inom ramarna för denna utredning.

6.1. Grundläggande påverkansfaktorer

De grundläggande faktorerna avgör huvudsakligen tidpunkten för införandet av olika åtgärder. I det här sammanhanget utgörs de av processaspekter och ekonomi, som har behandlats i ovanstående kapitel.

6.1.1. Process

Processaspekten är naturligtvis en grundläggande faktor i utbyggnadsstrategin och fastlägger tidpunkten då en viss åtgärd behöver genomföras utifrån reningskraven tillsammans med den förväntade belastningen. Processutredningen har här beaktats genom att man sållat fram de processlösningar som – med utgångspunkt i den pågående utbyggnaden – bedöms kunna uppfylla produktionsmålen villkor inom de nödvändiga tidsramarna.

Processutredningen konstaterar vidare att det kan vara fördelaktigt att biosteget utformas med flera olika reningsprocesser och att detta karaktäriserar moderna avloppsreningsverk i syfte att öka flexibiliteten och erhålla fler optimeringsmöjligheter. För- och nackdelar med antalet processlösningar samt även komplexiteten i enskilda processlösningar bör beaktas i den fortsatta diskussionen.

6.1.2. Ekonomi

Även ekonomi utgör en grundläggande faktor för vägval. Utgångspunkten för denna studie har varit att åtgärder ska införas successivt och vid rätt tidpunkt, dvs den tidpunkt då de är nödvändiga. Tillräcklig marginal i kvävereningskapacitet ska finnas så att verksamhetens krav klaras på ett rimligt sätt, men utan att skapa onödig (och kostsam) överkapacitet. Kostnadsanalysen som genomförts här har därför klarlagt konsekvenserna av olika vägval, specifikt de ekonomiska konsekvenserna av att kunna skjuta på olika åtgärder till rätt tidpunkt.

Kostnadsanalysen kan även användas till att klarlägga hur Käppalaförbundets lånevolym påverkas. En sådan analys behöver göras utifrån en helhetsbild av det totala investeringsbehovet.

Den ekonomiska analysen är behäftad med osäkerheter i kostnadsbedömningen av de olika alternativen. Det som får störst inverkan på ekonomiska skillnader mellan alternativen är tidpunkten för ombyggnation till MBBR. Det beror på att investeringen för MBBR-linjerna

är så mycket större än övriga investeringar vilket medför att osäkerheterna inte får någon avgörande påverkan på slutsatserna när det gäller jämförelse av olika vägval.

6.2. Övriga aspekter

Utöver process och ekonomi finns en rad faktorer som behöver inkluderas inför kommande vägval.

6.2.1. Nya krav

Behöver man inom ramarna för utbyggnadsstrategin förbereda eller reservera utrymme för nya kommande reningssteg (som då inte kan nyttjas för utbyggnadens primära mål)?

Utredningen har bedömt att läkemedelsrening är det enda nya kravet som kan förutses i dagsläget. Det är väl känt sedan tidigare och ingår i förslag till nytt avloppsdirektiv. Krav på att verka för läkemedelsrening är även inkluderat i Käppalaförbundets nya verksamhetstillstånd. Inom utredningen har detta beaktats genom att samtliga processlösningar har förutsatt att läkemedelsrening införs i linje 1 år 2033.

6.2.2. Tillstånd

Det nu gällande verksamhetstillståndet vann laga kraft 2019-06-25 och har en maximal igångsättningstid om 10 år. Förlängning upp till 10 år är möjligt med giltiga skäl efter ansökan till tillsynsmyndigheten.

Eftersom samtliga utbyggnadsalternativ innebär att genomförandetiden förlängs bortom denna tidsrymd (alltså bortom 2029) behöver en löpande dialog hållas med tillsynsmyndigheten för godkännande. Senare ombyggnationer kan behöva hanteras som ändringsanmälningar.

6.2.3. Genomförande och risk

Åtgärderna i studerade alternativ är mer eller mindre omfattande men tar naturligtvis resurser i anspråk och kan även innebära risker. Man behöver i första hand säkerställa att reningsresultatet inte äventyras genom de avstängningar under ombyggnation som behöver göras.

Det kan även vara pressande för såväl drift- som genomförandeorganisationen att genomföra många projekt parallellt. I det fall man exempelvis väljer att optimera befintliga aktivslambassänger relativt omgående, finns nödvändiga resurser för att genomföra optimeringsåtgärder samtidigt som ombyggnation av Linje 7 och 8 pågår? Klarar organisationen av att hantera parallella projekt i denna omfattning? Riskerar nuvarande utsläppskrav att överskridas under ombyggnationen?

Vidare har VA-branschen generellt resursunderskott vad gäller externa aktörer såsom projektledare, konsulter och entreprenörer. Såväl intern som extern kompetensförsörjning behöver beaktas.

Ytterligare en aspekt att beakta gällande genomförandet är riskerna med att stoppa och starta pågående entreprenadarbeten. Enligt Käppalaförbundets gällande samverkansavtal med byggtreprenör för MBBR-linjerna ligger linje 9 och 10 i en separat huvuddel med linje 11 som option. Innan huvuddelen beställs ska omfattningen av arbetena fastställas i en så kallad fas 1. Käppalaförbundet kan ensidigt avgöra om huvuddelen ska beställas. Det finns ingen specificerad avropstid, men beslut om avrop bedöms krävas ca 2 år i förväg. När entreprenörer har etablerats på plats är ett avbrytande följt av senare återetablering såväl opraktiskt som förenat med ökade kostnader. Den ekonomiska analysen har i denna studie tagit hänsyn till sådana ökade kostnader. Att "pausa" och senarelägga optioner kan dock även medföra att entreprenörens planering försvåras och att arbetena inte kan genomföras i enlighet med önskad tidplan och/eller med önskad personal. I värsta fall kan förnyad upphandling behöva ske.

6.2.4. Drift och styrning

Många olika processer i anläggningen innebär högre komplexitet och mer avancerad styrning. Vidare kan det även behövas fler underhållsrutiner och större mängd reservdelar av olika slag. I valet av strategi framåt behöver man beakta vilka konsekvenser det här får för drift- och underhållsorganisationen och om dessa utgör någon risk. Blir komplexiteten så hög så att det blir svårt för driftpersonal att förstå hur anläggningen fungerar eller riskerar det skapas osäkerhet kring vilka åtgärder som ska sättas in vid störningar? Vilka krav ställs på personalen och hur påverkas arbetsmiljön? Var går gränsen för antal processer, reningssteg och delströmmar "att hålla reda på" i den dagliga driften av anläggningen?

De processmässiga fördelarna med flera parallella processer behöver vägas mot ovanstående aspekter i de fortsatta diskussionerna.

6.2.5. Miljö- och hållbarhet

Det huvudsakliga skälet att MBBR-teknik valdes för den pågående utbyggnaden var att det nya verksamhetstillståndet i praktiken inte möjliggjorde för någon annan process. Det var den enda processlösning som bedömdes kunna införas inom den stipulerade tidsperioden för att klara de nya kraven. MBBR fanns inte med i de processlösningar som Käppalaverket hade valt ut i de tidigare utredningarna, bland annat på grund av den relativt höga kemikalie- och elförbrukningen. Tidsbegränsningen uteslöt även alla lösningar som innebar uttag av berg.

Generellt finns ofta en motsättning mellan tillgång på utrymme och energiförbrukning. Ett mindre utrymme medför kortare uppehållstider som måste kompenseras med en mer tekniskt komplex och maskintung process – och därigenom ofta en mer energikrävande lösning, ibland med högre kemikalieförbrukning. Stort utrymme kan medge mer energisnåla lösningar. (Därmed inte sagt att man i alla lägen vill välja en mer utrymmeskrävande process eller att lösningarna kan jämföras rakt av enbart utifrån utrymmesaspekter. Det finns givetvis även andra hänseenden som måste beaktas). Ur miljö- och hållbarhetssynpunkt är det dock intressant att studera möjligheterna att införa energisnåla lösningar på olika sätt, inklusive att öka befintliga volymer.

I det fall en strategi väljs som innebär att man på sikt har möjlighet att överväga andra processlösningar än MBBR är det angeläget att väga in miljö- och hållbarhetsaspekterna i framtida val, inte minst mot bakgrund av ett allt större fokus på att minimera klimatpåverkan.

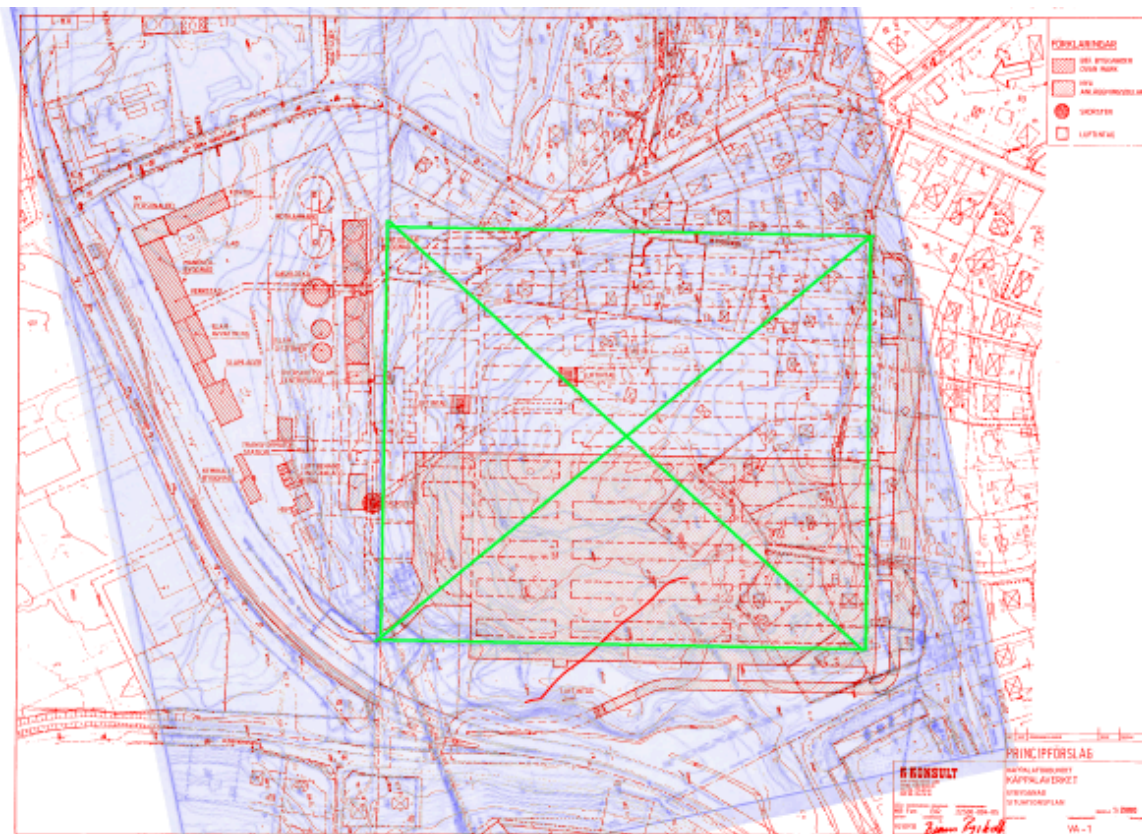
Käppalaverket saknar i dagsläget en miljö- och hållbarhetspolicy och/eller -strategi som tydligt anger riktlinjer för process- och teknikvärderingar. Inför fortsatt utbyggnad bör arbetet med att ta fram och förankra en sådan policy/strategi inledas snarast. Klimatanpassning bör förslagsvis vara en del av arbetet.

6.2.6. Bergutrymme

Möjligheten att öka befintliga volymer genom att spränga ut mer berg kan övervägas som ett alternativ till ombyggnation av befintliga bassänger, under förutsättning att tiden medger detta. Uttag av mer berg förutsätter dels att det är bergtekniskt möjligt, dels att de nödvändiga tillstånden kan erhållas.

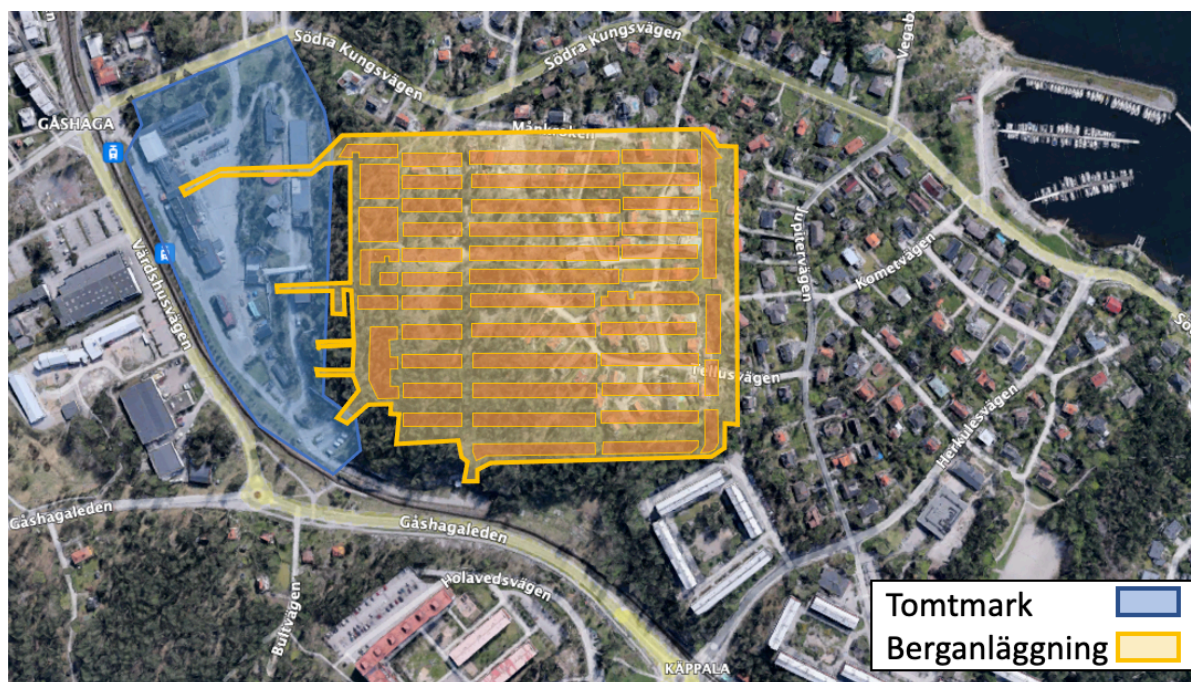
Vilket bergutrymme finns tillgängligt?

Käppalaförbundet har enligt ursprungligt avtal från 1958 av Lidingö stad tillförsäkrats tillgång till befintliga bergutrymmen ”för all framtid” inom en viss angiven yta, se Figur 16. Som framgår av figuren har ytan överskridits något.



Figur 16. Befintlig anläggning i berget. Den gröna rutan visar tillgängligt utrymme angivet i ursprungligt avtal mellan Käppalaförbundet och Lidingö kommun från 1958.

Befintlig anläggning upptar en stor del av det aktuella bergområdet, se Figur 17.



Figur 17. Befintlig anläggning i berget.

Med utgångspunkt i att utbyggnad ska ske på samma nivå som befintlig anläggning bedöms möjligheterna till berguttag att vara begränsade. Västerut finns ingen bergtäckning, möjligen något i sydväst. Norrut ligger flera schakt i vägen. Preliminärt förefaller endast riktning söderut som möjlig, men markytan faller och bergtäckningen minskar successivt. Det kan finnas en del utrymme även österut, men det begränsas av utloppstunnlarna.

För att kunna göra en mer säker bedömning behövs en markmodell av området. Jordtäcket förefaller så litet att markytan troligen sammanfaller med bergytan på flera platser. Det finns en hel del privata fastigheter på berget och man behöver kontrollera om de hus som ligger runt anläggningen har bergvärme och om det finns andra anläggningar under markområdet.

En variant att överväga kan möjligen vara att bygga en ny nivå under den nuvarande, på samma nivå som avloppsvattnet kommer in. Även detta innebär att ta hänsyn till bergtäckningen upp till den befintliga anläggningen och de befintliga bassängerna.

Vilka tillstånd krävs för att utöka bergutrymmet?

Själva uttaget av berg är i sig inte tillståndspliktigt. I det fall man avser utöka verksamheten under mark behöver dock en rad tillståndsfrågor beaktas. Dessa innefattar huvudsakligen följande områden och frågeställningar.

- Vattenverksamhet. Kommer verksamheten att kräva en tillståndsprövning enligt 11 kap. miljöbalken för bortledning av grundvatten? Utbyggnad av bergtrum medför regelmässigt

att omgivande grundvatten läcker in i utrymmena som byggts. För nyttjande av rummen krävs då att inläckande grundvatten kan bortledas.

- Miljöfarlig verksamhet. Utgör verksamheten en ändring av den tillståndsprövade miljöfarliga verksamheten som bedrivs vid Käppalaverket? Vilka konsekvenser skulle en sådan ändring medföra i form av krav på prövning (ingen prövning, anmälan eller tillståndsprövning)?
- Fastighetsrättsliga frågor.
 - A) Finns åtkomst till den mark där bergrummen planeras? Om inte – hur säkras lämpligen sådan markåtkomst?
 - B) Om grundvatten ska bortledas behöver Käppalaförbundet äga eller inneha den fastighet där grundvatten leds upp över markytan med servitut eller annan i tiden obegränsad rättighet. Finns sådan rådighet över marken där bortledningen planeras ske?
- Byggnadsrättsliga frågor. Skulle verksamheten kräva bygglov? Är verksamheten i så fall förenlig med gällande detaljplan (om sådan finns)? Det väsentliga här är att utesluta att en planändring krävs vilket är mkt tidskrävande.

I det fall man vill ha möjlighet att överväga ökad berguttag behöver en grundläggande utredning genomföras för att i första hand klargöra vilka tillstånd som skulle krävas utifrån Käppalaverkets specifika förhållanden och befintliga tillstånd.

6.2.7. Befolkningsprognos

Den förväntade befolkningsökningen ligger till grund för bedömningen av framtida kapacitetsbehov och utbyggnadstakten. Förändringar i prognosen kan få stor påverkan på utbyggnaden, främst med avseende på tidpunkten för olika åtgärder. En lägre prognos kan skapa marginal för att hinna genomföra olika åtgärder men även öppna för alternativ som tidigare valts bort på grund av tidsbegränsningar.

I dagsläget håller Käppalaförbundet och Norrvatten på att ta fram en gemensam bedömning för sina medlemskommuner. Regionplanekontoret och Stockholms stad har signalerat en relativt kraftigt vikande befolkningstillväxt de nästkommande tio åren. Det är troligt att samma trend kommer att synas även för norrortskommunerna.

När de nya prognoserna kommer i början på 2023 bör känslighetsanalyser göras för att bedöma konsekvenserna för utbyggnadsplanen.

7. Slutsatser

Baserat på underlagsrapporter och jämförande analys av de studerade alternativen kan följande konstateras.

7.1. Slutsatser avseende enskilda alternativ

- Utbyggnad enligt alternativ 1A – enbart MBBR i så snabb takt som möjligt, skapar initialt en stor och relativt kostsam överkapacitet som inte kommer att behövas under lång tid. Alternativ 1B – MBBR i långsam utbyggnadstakt är betydligt mer fördelaktigt. Det sänker årskostnaden med över 30 mnkr/år under de första 13 åren och ger även flexibilitet att välja alternativa lösningar längre fram om man så önskar.
- Alternativ 2A – optimering av aktivslam i kombination med utbyggnad av MBBR, innebär att ombyggnation av linje 9 till MBBR kan skjutas upp i 3 år, vilket minskar årskostnaden med ca 24 mnkr/år under de första 13 åren. Det medger även mer tid till erfarenhetsåterföring från drift av linje 7 före efterföljande utbyggnadssteg. Antagna effekter av optimeringsåtgärderna är osäkra och behöver verifieras före vägval.
- Alternativ 3A – förstärkt och optimerad aktivslamprocess, ger något bättre effekt än enbart optimering och medför ytterligare sänkta årskostnader med ca 4 mnkr/år jämfört med alternativ 2A. Även här behöver åtgärderna och effekterna verifieras.
- Alternativ 1C – separat rejektvattenrening tillsammans med MBBR, ger möjlighet att skjuta på ombyggnation av linje 9 i 4 år och den preliminära bedömningen ger en avsevärd besparing på i storleksordningen 30 mnkr/år de första 13 åren jämfört med enbart MBBR (alt 1B). Om man istället jämför med att optimera aktivslam (alt 2A) får man en skillnad på ca 11 mnkr/år till rejektvattenreningens fördel. Underlaget för bedömning av kostnader för rejektvatten är i dagsläget inte komplett varför någon slutlig slutsats inte ännu kan dras.
- Alternativ 2B – optimering av aktivslam samt rejektvattenrening ger möjlighet att skjuta fram ombyggnation av linje 9 1 år jämfört med att endast bygga rejektvattenrening (alternativ 1C). Att skillnaden blir så liten beror på att läkemedelsrening i detta fall behöver byggas under samma period som linje 9 byggs om. Årskostnaderna är relativt lika fram till 2040, skiljer endast ca 1 mnkr/år till alternativ 2B:s fördel.
- Alternativ 3B – förstärkt och optimerad aktivslam samt rejektvattenrening liknar alternativ 1C, men skjuter fram behovet av ombyggd linje 9 något längre, 3 år jämfört med att bara bygga rejektvattenrening. De genomsnittliga årskostnaderna fram till 2040 blir relativt lika.

7.2. Sammantagna slutsatser

- Utbyggnadsperioden kan indelas i två tydliga perioder, före och efter det att Linje 9 byggts. Den första perioden är kritisk, med små marginaler till produktionsmålet och omfattande pågående entreprenadarbeten (linje 7 och 8).
- Linje 9 kommer definitivt att behöva byggas om till MBBR, tidsmarginalen är för knapp för att överväga andra processlösningar.
- Det finns stora fördelar att skjuta upp byggandet av linje 9 genom att optimera aktivslamprocessen. Framför allt möjliggör det värdefull erfarenhetsåterföring från drift av den ombyggda linje 7 före byggnation av linje 9, dels minskar årskostnaderna väsentligt fram till att linje 10 behöver byggas. Förstärkning av aktivslam under samma period är tveksamt ur kostnadssynpunkt, med begränsad nytta.
- Att genomföra optimering av aktivslam parallellt med den pågående utbyggnaden av linje 7 och 8 kan vara utmanande. Avställningar kan göra det svårt att klara reningskraven och det krävs resurser för genomförandet. Här bör i första hand klarläggas om det finns några relativt sett enkla optimeringsåtgärder som skulle kunna genomföras utan större störningar.
- Ett alternativ till att optimera aktivslamprocesserna är att istället införa separat rejektvattenrening. Rejektvattenrening får dock större positiv effekt på tidpunkten för linje 10 och 11 än på linje 9. Efter att linje 9 byggts om finns mer tid för att genomföra såväl optimeringsåtgärder som separat rejektvattenrening och genomföra nödvändiga kompletteringar av rejektvattenutredningen. Med fördel kopplas denna mer tydligt till slamstrategin. En positiv aspekt med rejektvattenrening är att den inte minskar den totala kapaciteten under byggtiden.
- Det förefaller inte intressant att både optimera och införa separat rejektvattenrening före det att linje 9 byggts om. Det skapar en överkapacitet som inte behövs, den potentiella tidsvinsten är liten och kostnadsnyttan begränsad. Att både optimera och införa rejektvattenrening före att linje 9 är ombyggd har heller inga väsentliga ekonomiska fördelar. Efter 2040 kan det var ekonomiskt fördelaktigt att ha båda processlösningarna.
- Efter att linje 9 byggts om finns tid för att mer förutsättningslöst välja väg för linje 10 och 11. Helt andra processlösningar än MBBR kan då övervägas om man så önskar. Om optimeringsåtgärder har införts ökar tiden ytterligare. Det innebär också att fortsatt utbyggnad kan baseras på kända reningsresultat från de åtgärder som har införts.
- Vid val av utbyggnadsstrategi behöver ett stort antal faktorer beaktas. Dessa har beskrivits i denna utredning och sammanfattas i nästkommande kapitel tillsammans med tidpunkter för vägvalsbeslut.

- För att avgöra om eventuella åtgärder kan införas före att linje 9 byggs om behöver framför allt genomföranderisker beaktas. Finns resurser att genomföra åtgärderna parallellt med den pågående ombyggnationen av linje 7 och 8? Riskerar reningsresultatet att äventyras om åtgärderna införs under den första, mer kritiska perioden? Man behöver bedöma vilka störningar som olika optimeringsåtgärder orsakar och verifiera effekterna av tänkta åtgärder.

7.3. Tidpunkter och frågeställningar för beslut

I detta kapitel anges tidpunkterna för vägvalsbeslut tillsammans med de frågeställningar som behöver beslutas och några av de övriga faktorer som påverkar valen och som behöver klarställas (se även kapitel 6.2 för mer utförlig beskrivning av påverkansfaktorerna).

Två centrala vägval behöver göras, beslut avseende linje 9 respektive beslut avseende linje 10. Vägvalen illustreras och sammanfattas även i Figur 18 - Figur 20 nedan.

7.3.1. Beslut avseende linje 9 – Vägval 1

Tidpunkter för beslut Vägval 1

Beslut måste fattas senast årsskiftet 2024/2025.

- Ska linje 9 byggas direkt efter linje 8 år 2026?
- Ska antingen optimerings- och förstärkningsåtgärder i aktivslam eller rejektvattenrening istället införas?

Frågeställningar Vägval 1

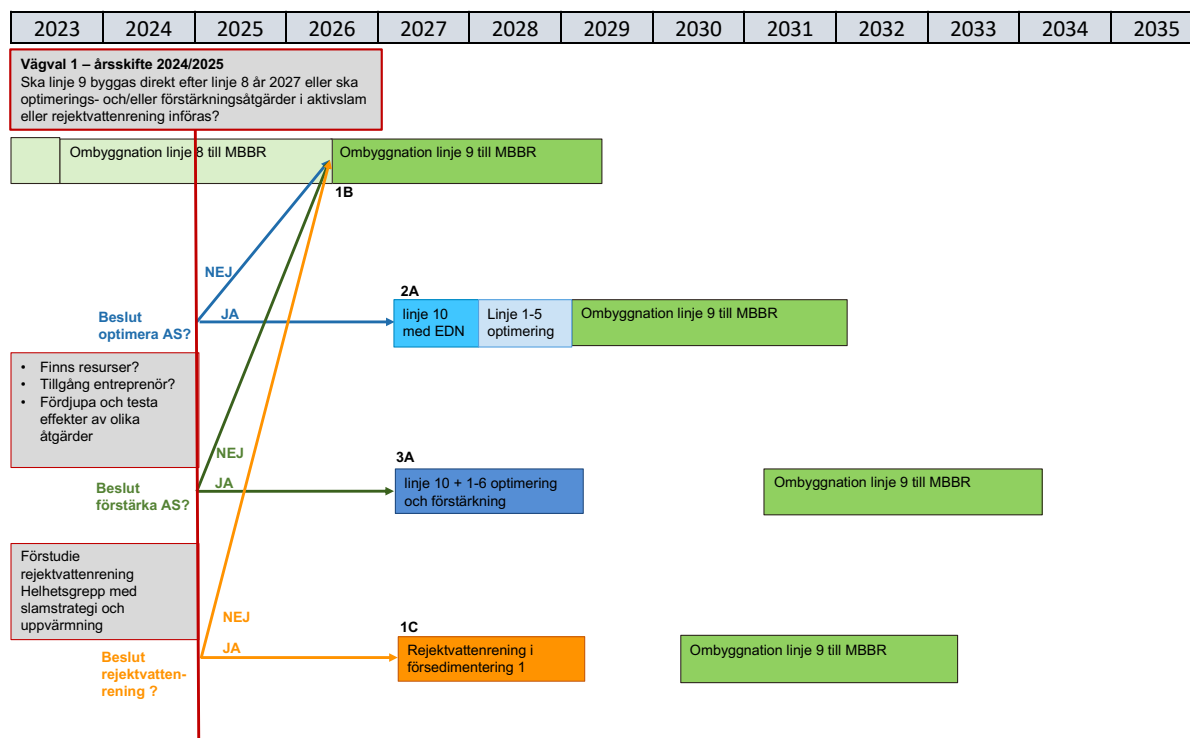
Påverkansfaktorer

- Finns resurser för genomförande av optimering?
- Dialog mellan process och drift avseende strategi kring antalet olika processer vid anläggningen, deras komplexitet och konsekvenser för styrning och underhåll.
- Tillgång till entreprenör för ombyggnation?

Underlag som behövs för beslut:

- Verifiera effekterna av åtgärder för optimering genom tester, kanske framför allt åtgärder som inte orsakar kapacitetsminskning. Bedömning av insatser från driftorganisationen.
- Fördjupad studie om rejektvattenrening – helst kopplad till slamstrategi.

Beslut vägval 1 illustreras i Figur 18 nedan.



Figur 18. Vägval 1, vid årsskiftet 2024/2025

7.3.2. Beslut avseende linje 10 – Vägval 2

Tidpunkter för beslut Vägval 2

Beroende på vilket val som görs i Vägval 1 erhålls olika tidpunkter för beslut i Vägval 2 (se även Figur 19-Figur 20).

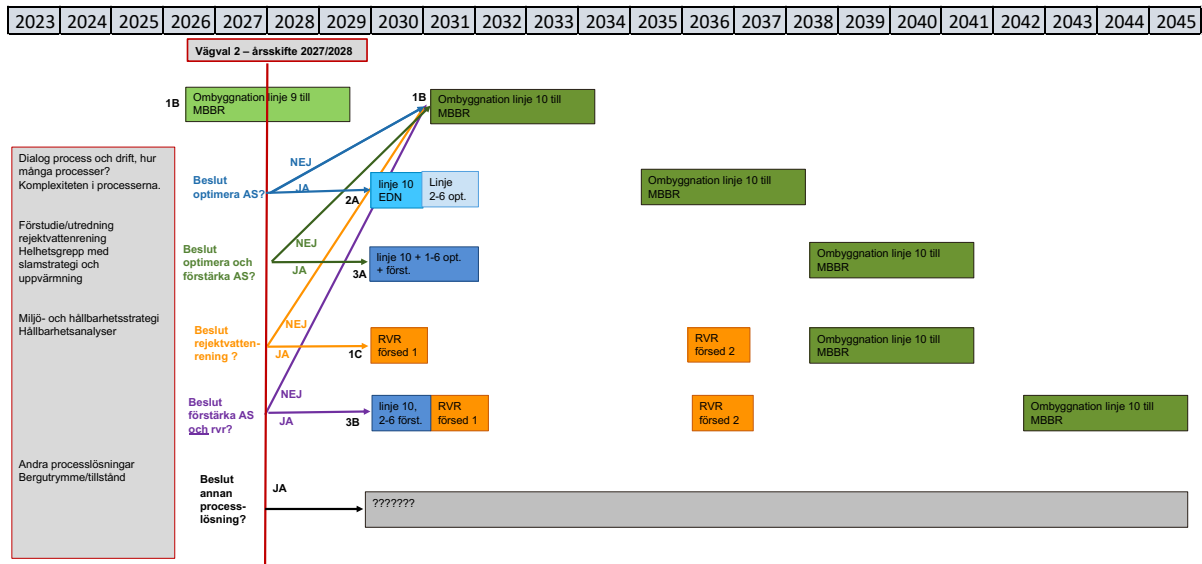
- Om inga åtgärder görs och linje 9 byggs 2026 behöver linje 10 byggas om 2031. Det innebär att beslut om ombyggnation av linje 10 behöver fattas senast årsskiftet 2028/2029.
- Ska andra åtgärder genomföras för att senarelägga linje 10 behöver beslut om detta fattas 2027/2028 för att kunna påbörjas 2030 då linje 9 står klar.
- Om optimering av aktivslam har genomförts och linje 9 har flyttats fram behöver linje 10 byggas om 2036 och beslut fattas 2032/2033.
- Om förstärkt och optimerad aktivslam eller rejektivattenrening genomförts behöver linje 10 byggas om 2038 och beslut fattas 2035/36.

Frågeställningar Vägval 2

- Fortsatt dialog mellan process och drift avseende strategi kring antalet olika processer vid verket och deras komplexitet.
- Bergutrymme/tillstånd – genomför kompletterande kartläggning och utredningar
- Formulera en miljö- och hållbarhetsstrategi/policy som kan guida framtida vägval. Genomför hållbarhetsanalyser för de olika alternativen.
- Fördjupad studie kring separat rejektivattenrening, om ej genomförts tidigare.
- Fördjupad studie kring förstärkt aktiv slam, om ej genomförts sedan tidigare

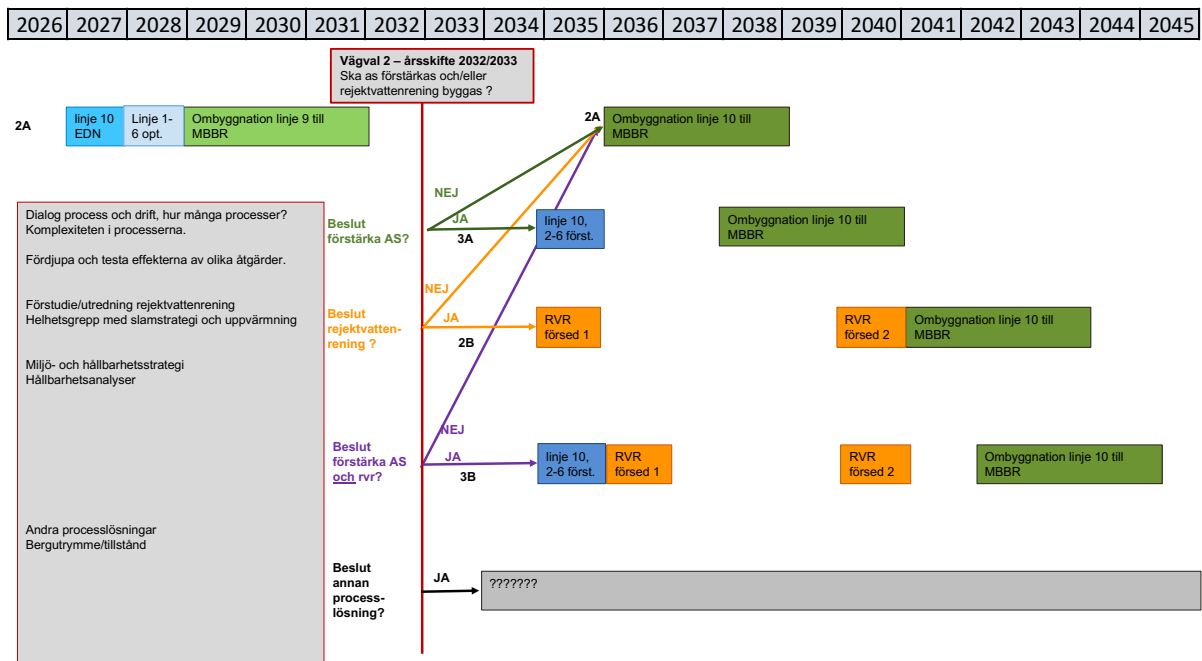
- Se över befolkningsprognos och gör känslighetsanalyser löpande för att uppdatera tider.

Figur 19 nedan visar vägval om inga åtgärder genomförts innan linje 9 byggs.



Figur 19. Vägval 2 om linje 9 byggs direkt efter linje 8.

I det fall vägvalet att genomföra åtgärder för optimering av aktivslam gjorts, ser istället vägval 2 ut enligt Figur 20 nedan.



Figur 20. Vägval 2 om optimering av aktivslam valdes i vägval 1.

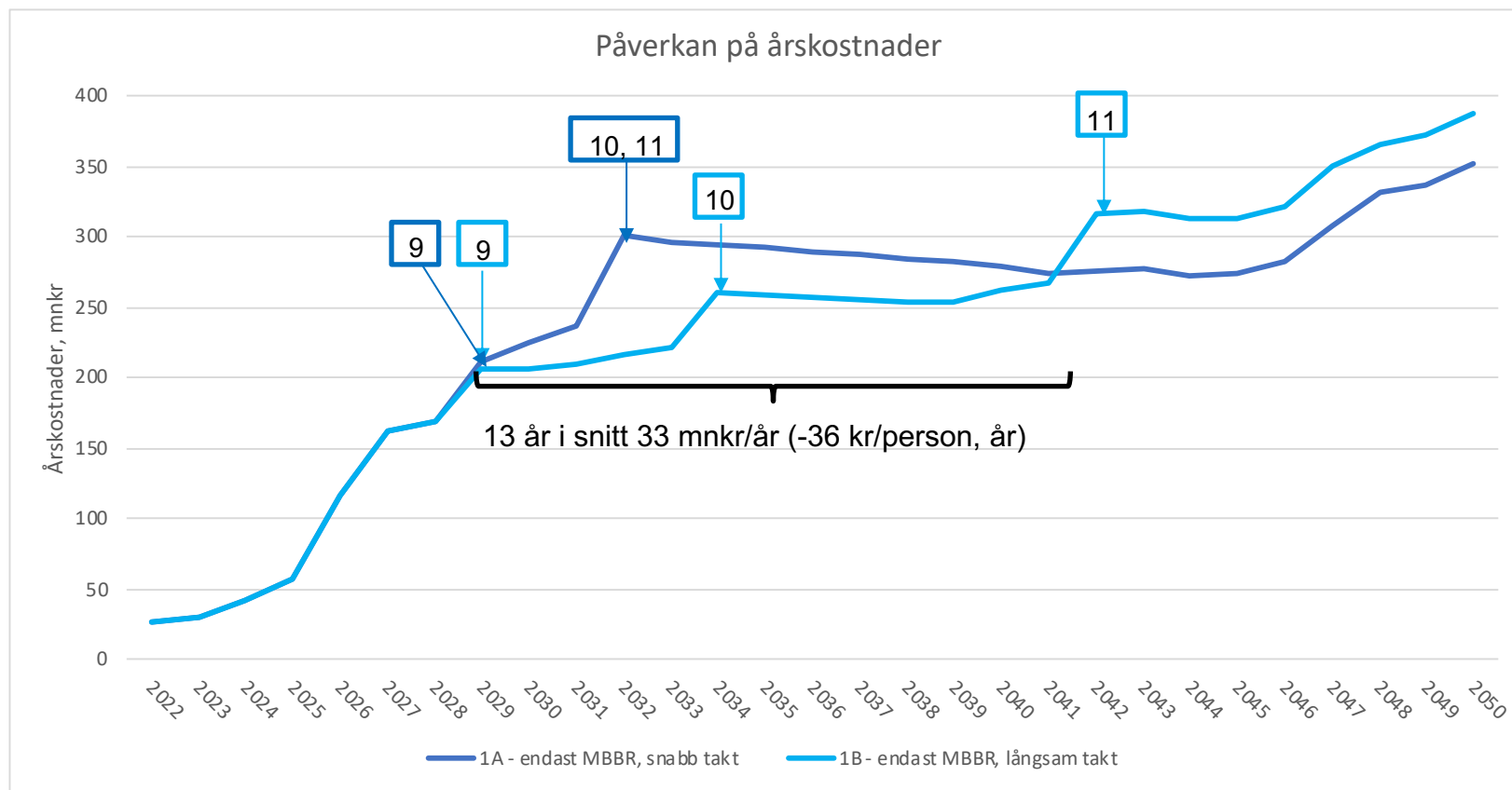
7.4. Förslag till fortsatt arbete

Denna utredning utgör inte ett komplett underlag för beslut. Utredningen har identifierat tänkbara utbyggnadsmöjligheter samt belyst konsekvenser av olika vägval i syfte att skapa en grundläggande och gemensam lägesbild för framtida utbyggnad.

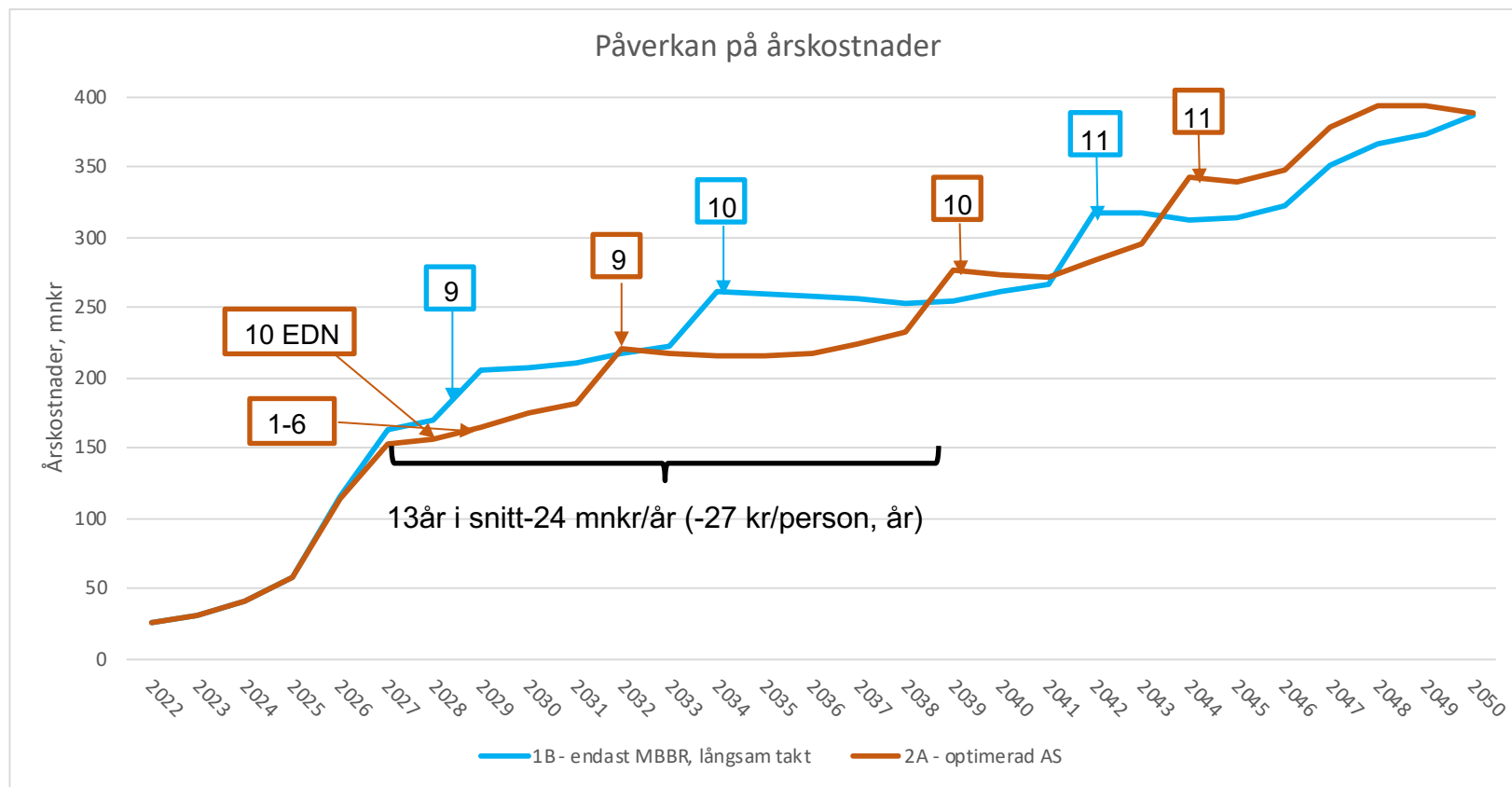
Ovanstående slutsatser och illustrationer är avsedda att fungera som underlag för fördjupad diskussion och bred förankring i Käppalaförbundet i det fortsatta arbetet med att formulera utbyggnadsstrategin. I det sammanhanget kan man naturligtvis komplettera med fler utbyggnadsalternativ utifrån de som studerats här genom att till exempel ändra ordningen på olika åtgärder.

Beslut kring vad som är möjligt att genomföra inför Vägval 1 ovan behöver fattas relativt omgående i början på 2023.

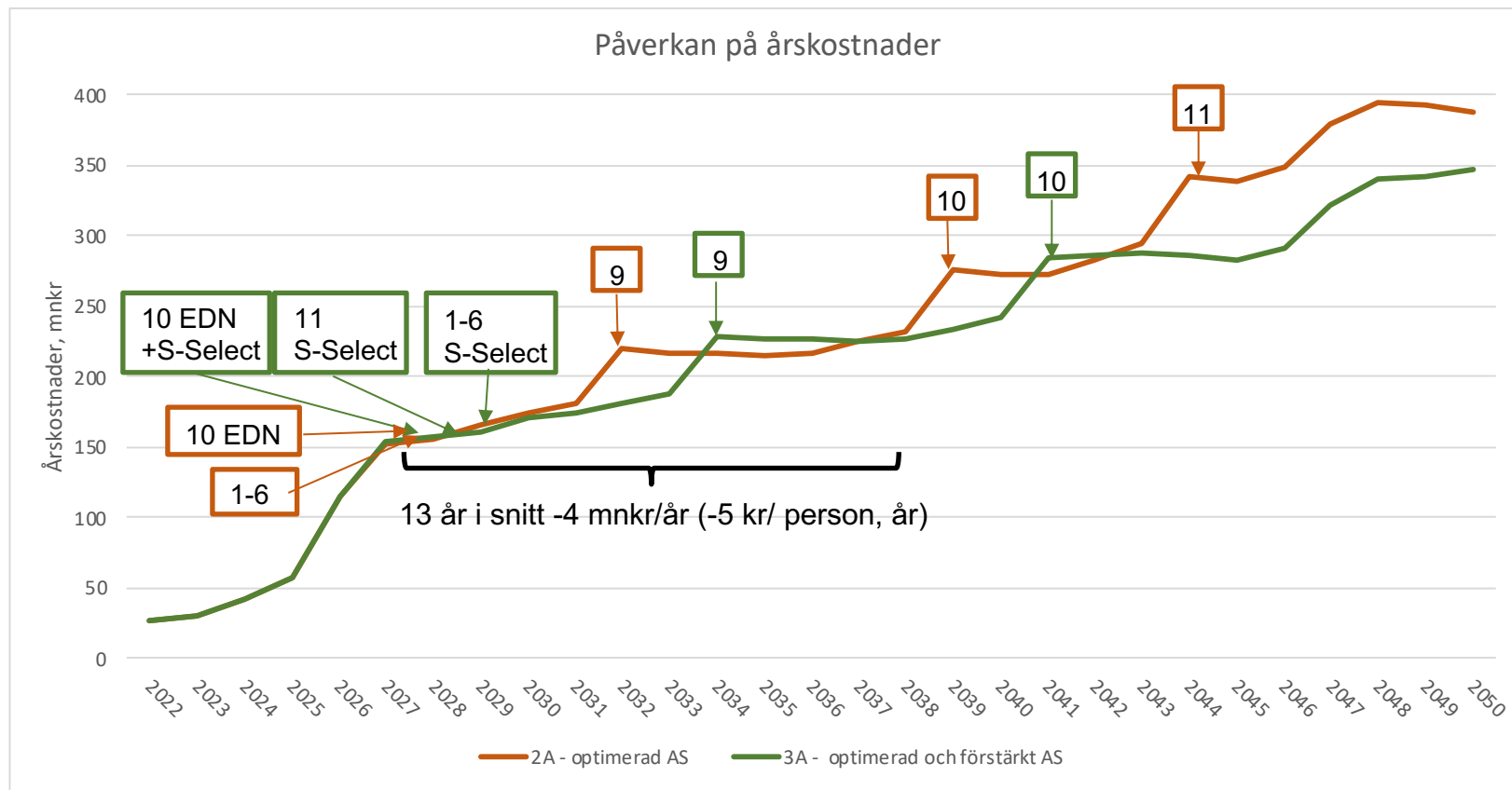
8. Figurer



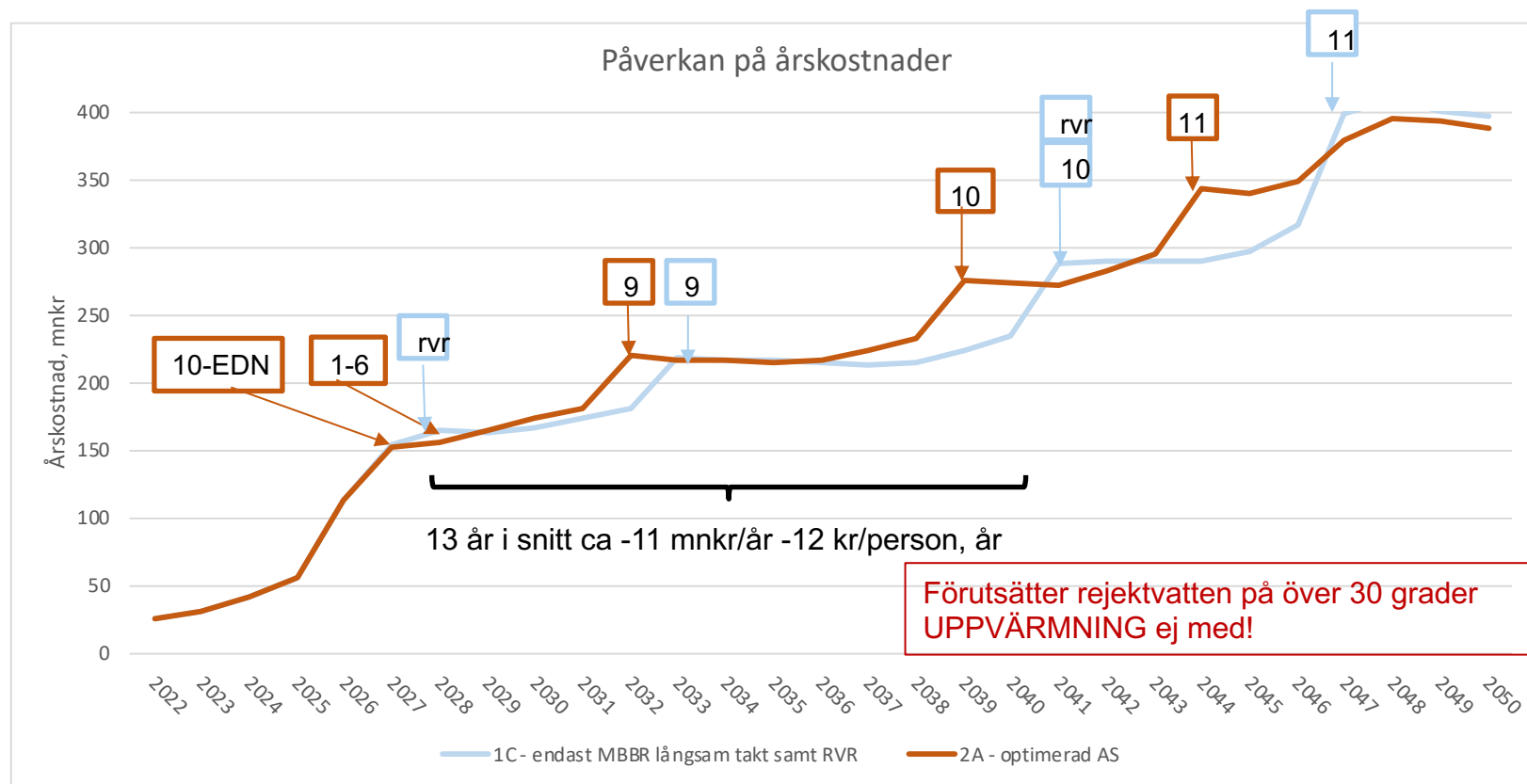
Figur 10. Påverkan på årskostnad, mkr. Jämförelse mellan alternativ 1A och 1B, snabb eller långsam utbyggnadstakt med MBBR.



Figur 11. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimering av aktivslam och 1B – långsam utbyggnadstakt med enbart MBBR.



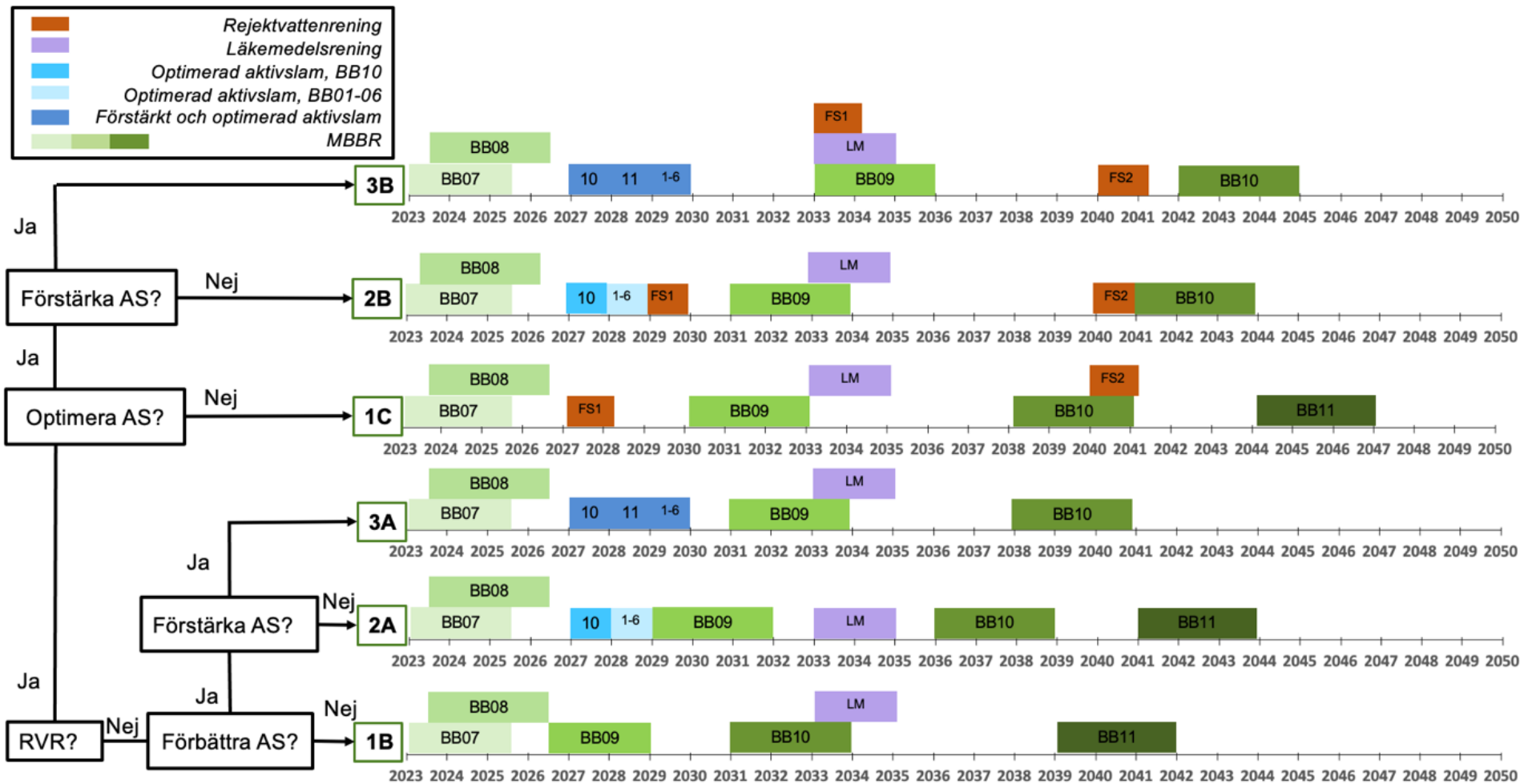
Figur 12. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimerad aktivslam och 3A – förstärkt och optimerad aktivslam



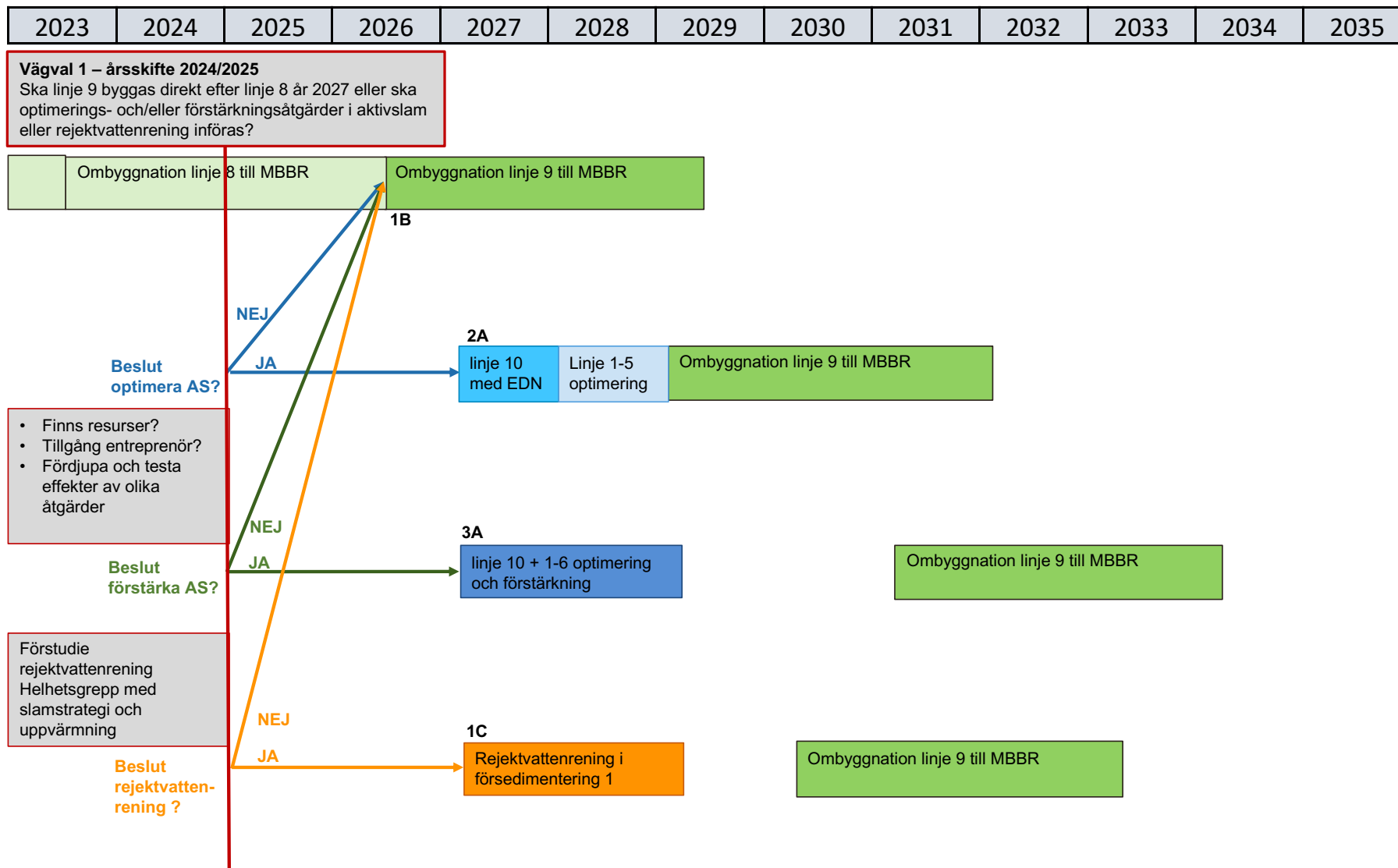
Figur 13. Påverkan på årskostnaden. Jämförelse mellan alternativ 2A – optimerad aktivslam och alternativ 1C – enbart MBBR långsam takt samt rektvattenrening.



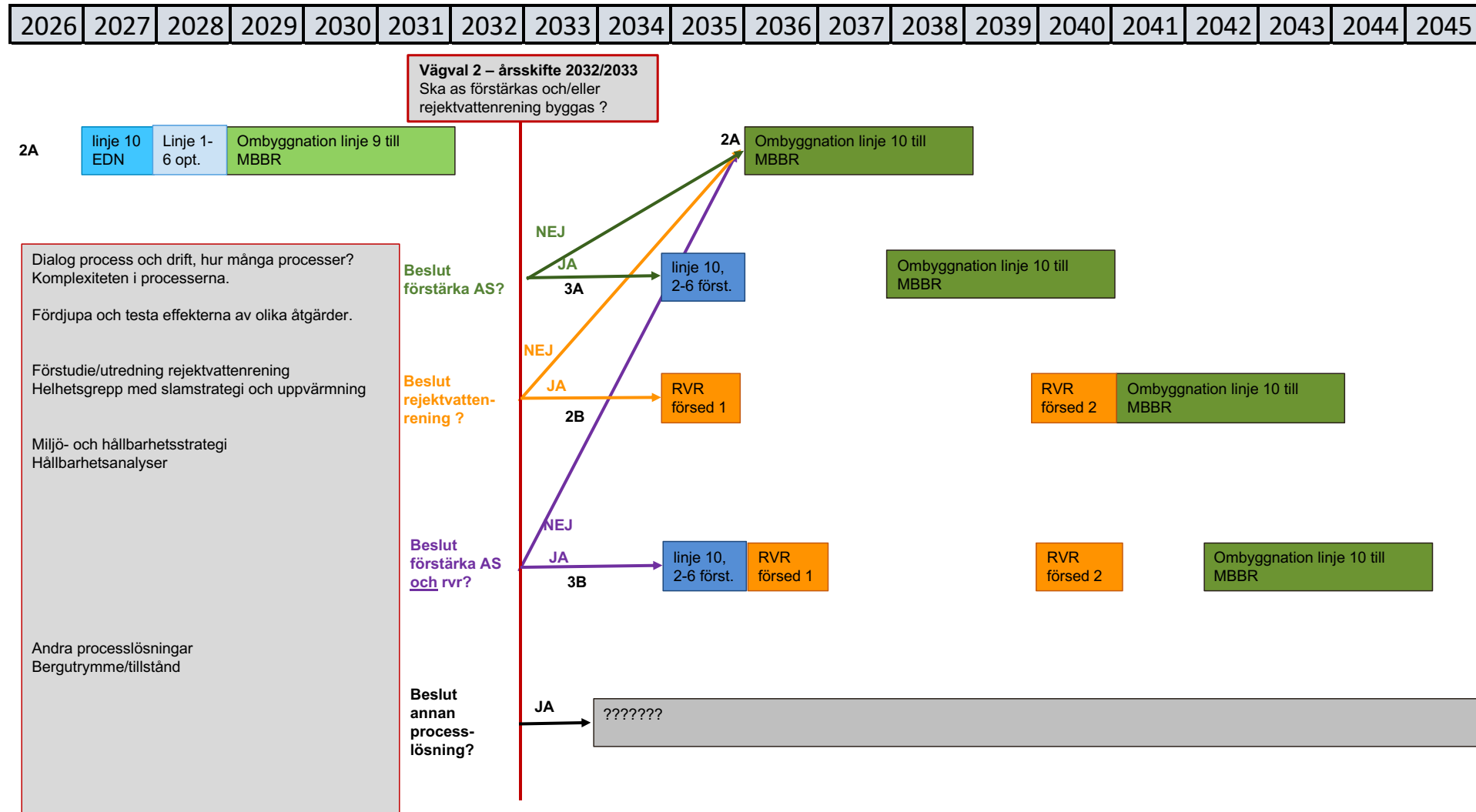
Figur 14. Vägvalsträd för grundalternativen.



Figur 15. Vägvalsträd för grundalternativen inklusive rejektivattenrening.



Figur 18. Vägval 1, vid årsskiftet 2024/2025



Figur 20. Vägval 2 om optimering av aktivslam valdes i vägval 1.