CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Beslutsstödsanalys av processlösningar för Norrvattens framtida dricksvattenproduktion

ANDREAS LINDHE & KARIN SJÖSTRAND

2021-03-17

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
DRICKS – CENTRUM FÖR DRICSKVATTENFORSKNING

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020
www.chalmers.se, www.dricks.chalmers.se

Beslutsstödsanalys av processlösningar för Norrvattens framtida dricksvattenproduktion

ANDREAS LINDHE (Chalmers)
KARIN SJÖSTRAND (RISE)

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
DRICKS – Centrum för dricksvattenforskning
andreas.lindhe@chalmers.se
karin.sjostrand@rise.se

Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg, Sweden
www.chalmers.se
www.dricks.chalmers.se

Förord

Följande rapport har tagits fram av författarna i samarbete med representanter från Norrvatten. Arbetet har genomförts som en fallstudie inom ramen för DRICKS, centrum för dricksvattenforskning, och är kopplat till satsningen på beslutstöds för framtida utmaningar (Arbetspaket 1, projektperiod 2018 – 2020).

Sammanfattning

Som del av arbetet med Norrvattens framtida dricksvattenförsörjning har en beslutsstödsanalys genomförts i syfte att utvärdera och jämföra nio alternativa processlösningar för den framtida dricksvattenproduktionen. Analysen har genomförts som en multikriterieanalys (MKA), där möjliga åtgärdsalternativ (processlösningar) utvärderas och jämförs med avseende på ett antal beslutskriterier. Specifika mål för arbetet har varit att:

i. Analysera och utvärdera alternativa processlösningar baserat på en MKA, där beslutskriterier identifieras och viktas, processlöningar bedöms med avseende på kriterierna och resultaten sammanfattas.
ii. Beskriva vilken eller vilka processlösningar som framstår som mest fördelaktiga baserat på resultaten från genomförd MKA.
iii. Ge förslag på hur genomförd MKA kan utnyttjas i det fortsatta utredningsarbetet.

Totalt analyserades de nio processlöningarna (se Tabell 1) baserat på 23 kriterier kopplade till tekniska egenskaper, dricksvattenkvalitet, genomförbarhet, miljöbelastning, m.m. Förutom reningsprocessernas egenskaper så har även strategi för utbyggnad analyserats. En bedömning har gjorts av hur de olika alternativen presterar med avseende på de ingående kriterierna och utifrån detta har alternativen tilldelats poäng (0–10). De ingående kriterierna har också viktats för att ta hänsyn till deras relativa betydelse för det slutgiltiga beslutet. Baserat på detta har ett viktat totalpoäng beräknats som visar hur alternativen presterar som helhet. Alternativen har utvärderats med hänsyn till två etapper: (1) efter genomförande av etapp 1, ca år 2030, och (2) efter fullt utbyggt.

Generellt kan konstateras att de flesta av processlösningarna framstår tämligen lika om man ser till helhetsbedömningen. Alternativ 4, 5 och 7 får något högre poäng än övriga alternativ efter etapp 1. Efter full utbyggnad framstår även alternativ 9 som ett av de mest fördelaktiga alternativen.

För många kriterier är skillnaden mellan alternativen små, men för exempelvis kriterierna dricksvattenkvalitet, genomförbarhet och leveranssäkerhet sticker några alternativ ut. Med avseende på kriteriet *dricksvattenkvalitet* framstår alternativ 4, 5 och 7 som bäst efter etapp 1 och efter full utbyggnad framstår även alternativ 1 och 9 som fördelaktiga. Alternativ 1 och 9 uppfyller dock inte underkriteriet *kemisk säkerhet (bakgrund)* efter etapp 1. För kriteriet *genomförbarhet* får bedömt effektbehov betydelse och alternativ 6 med relativt lågt elbehov blir då gynnsamt och sticker ut som det alternativ med högst poäng. När det gäller kriteriet *leveranssäkerhet* är presterar alla alternativ undermåligt med avseende på underkriterier *säkerhet i anläggningen* efter etapp 1. Detta beror på att de begränsningar som finns i befintlig anläggning kommer finnas kvar till dess att den ersätts. Alternativ 2–4 framstår dock som bäst efter både etapp 1 och fullt utbyggt.

Bedömningarna av alternativen är till stora delar baserade på om uppsatta skall-krav kan uppnås eller inte. Av denna anledning bör resultaten inte bara analyseras baserat på sammanvägda totalpoäng, utan hänsyn bör också tas till om alternativen inte uppfyller skall-kraven för något eller några av kriterierna.

Resultaten från denna analys bör ses som underlag för att prioritera vilka alternativ som är mest rimliga att arbeta vidare med. Eftersom skillnaden mellan alternativen är små kan en vidareutveckling av multikriterieanalys övervägas. En sådan vidareutveckling skulle bland annat kunna fokusera på att:

- Komplettera och vid behov göra kriterierna mer detaljerade för att fånga de aspekter som är avgörande och som beskriver skillnaden mellan alternativen.
- Förfina bedömningarna av alternativen (nu gjorda med en fyrgradig skala) för att enklare kunna visa på skillnaden mellan alternativen.
- Ta hänsyn till osäkerheterna i bedömningarna för att kunna visa vilka alternativ som är förknippade med de största osäkerheterna och om detta påverkar prioriteringen av alternativen.

Tabell 1 *Beskrivning av de nio processlösningar som analyseras (ljusgrön = processen finns i ny anläggningsdel, mörkgrönt = del av processen finns i befintlig anläggning).*

Process design	Sieving + emergency chemical barrier	NOM-removal / µ-biological barrier	Particle removal	(NOM-removal) / µ-biological barrier	Chemical barrier /taste and odor /µ-biological barrier	µ-biological barrier		Post treatm.
1	Microsieve (PAC)	**SIX**	**dF/UF (Al)**		**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
2		**Coagulation (Al/Fe)** lamella/flotation	**RSF**	-	(O_3)+ **BAC** (+ GAC)	**UV**	**UF**	**pH Alk. NH_2Cl**
3		**Coagulation (Al/Fe)** lamella/flotation	**RSF**	-	(O_3)+ **BAC** (+ GAC)	**UF**	**UV**	**pH Alk. NH_2Cl**
4		**Coagulation (Al/Fe)** lamella/flotation	**RSF**	**UF**	**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
5		**Coagulation (Al/Fe)** lamella/flotation	**UF**		**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
6		**Coagulation (Al/Fe)** lamella/flotation	**MGF (UF)**		(O_3)+ **BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
7		**Coagulation (Al/Fe)** lamella	**RSF**	**NF** / **UF**	**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
8		**dF/UF (Al/Fe)**		**-**	**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**
9		**NF**		**-**	**O_3 + BAC** (+ GAC)	**UV**		**pH Alk. NH_2Cl**

Innehållsförteckning

Förord ii
Sammanfattning iii
1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte och mål 6
1.3 Genomförande 6
1.4 Avgränsningar 7
2 Metodöversikt 8
3 Alternativa processlösningar 9
4 Kriterier och bedömningar 10
4.1 Kriterier 10
4.2 Bedömning 11
4.3 Viktning 13
5 Resultat 17
5.1 Jämförelse av alternativ 17
5.2 Osäkerheter 23
5.3 Känslighetsanalys 23
6 Diskussion och slutsatser 25
Bilaga A: Beskrivning av kriterier och bedömningar 26

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För att säkerställa den framtida dricksvattenförsörjningen för medlemskommunerna, genomför Norrvatten programmet *Norrvattens framtida dricksvattenförsörjning*. Bakgrunden är bland annat en ökande befolkning och framtida utvecklingsplaner i medlemskommunerna, vilket kommer leda till ett ökat behov av dricksvatten. Det finns därför ett behov av att utöka dricksvattenproduktionen, och programmet syftar till att utreda vilka åtgärder som behövs för att klara de framtida utmaningarna kopplade till såväl ledningsnät, reservvatten och vattenverk.

Ett antal idéstudier och utredningar har genomförts för att identifiera och analysera möjliga processlösningar. Nio processlöningar har identifierats och det finns nu behov av att utnyttja resultaten från tidigare utredningar i syfte att jämföra de olika alternativen på ett strukturerat sätt och ta fram underlag som kan vägleda det fortsatta arbetet.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att beskriva den beslutsstödsanalys som genomförts för att utvärdera och jämföra nio alternativa processlösningar. Analysen genomförs som en så kallad multikriterieanalys (MKA), där möjliga åtgärdsalternativ (processlösningar) utvärderas och jämförs med avseende på ett antal beslutskriterier. Underlag för de bedömningar som görs av hur bra de olika processlösningarna är, baseras på andra utredningar. Beslutstödsanalysen ger en struktur för hur resultaten från tidigare utredningar ska vägas ihop i syfte att identifiera vilken eller vilka processlösningar som är mest fördelaktiga.

Specifika mål för beslutsstödsanalysen är att:

iv. Analysera och utvärdera alternativa processlösningar baserat på en MKA, där beslutskriterier identifieras och viktas, processlöningar bedöms med avseende på kriterierna och resultaten sammanfattas.

v. Beskriva vilken eller vilka processlösningar som framstår som mest fördelaktiga baserat på resultaten från genomförd MKA.

vi. Ge förslag på hur genomförd MKA kan utnyttjas i det fortsatta utredningsarbetet.

1.3 Genomförande

Analysen har genomförts i samarbete mellan representanter från Norrvatten (Patrik Blomendal, Daniel Hellström, David Heldt, Andreas Hagelin, Johan Wallberg) samt Andreas Lindhe (Chalmers) och Karin Sjöstrand (RISE) som del av arbetet inom DRICKS.

Andreas och Karin har satt upp strukturen för analysen, väglett i arbetet med viktning och bedömning, genomfört beräkningar och sammanställt föreliggande rapport. Norrvattens representanter har sammanställt och beskrivit de ingående kriterierna, gjort bedömningen av hur processlösningarna presterar med avseende på de ingående kriterierna och viktat kriterier. Stora delar av arbetet har genomförts i workshopformat, internt inom Norrvatten samt med samtliga ovan nämnda personer.

1.4 Avgränsningar

Beskrivningarna i denna rapport är fokuserade på hur de alternativa processlösningarna utvärderats och hur resultaten ska tolkas. En övergripande beskrivning av vilka reningsprocesser som ingår i de olika alternativen presenteras, men för ytterligare detaljer kring processalternativen hänvisas till andra rapporter.

2 Metodöversikt

Analysen och utvärderingen av alternativa processlösningar genomförs som en multikriterieanalys (MKA). Detta innebär att ett strukturerat arbetssätt används för att visa hur väl de analyserade alternativen uppfyller olika mål/kriterier som ställs upp. Det finns olika sätt att genomföra en MKA, och en sammanställning över olika tekniker presenteras t.ex. av Communities and Local Government (2009)[1].

De huvudsakliga steg som tillämpas i denna analys finns listade nedan, med hänvisning till var i rapporten respektive steg beskrivs mer utförligt.

1. Definiera beslutsproblemet och vilket beslutsunderlag som efterfrågas (se beskrivning i avsnitt 1.1 och 1.2).
2. Identifiera de alternativ (här processlösningar) som ska analyseras (se avsnitt 3).
3. Identifiera och beskriva kriterier som avspeglar egenskaper och effekter av de aktuella alternativen och som är avgörande då processlösningarna prioriteras (se avsnitt 4.1 och Bilaga A).
4. Beskriva hur alternativen ska bedömas med avseende på de ingående kriterierna, dvs. vilken skala eller liknade ska användas (se avsnitt 4.2 och Bilaga A).
5. Utvärdera och bedöma alternativen med avseende på respektive kriterium (se avsnitt 4.2).
6. Vikta ingående kriterierna för att beskriva deras relativa betydelse för beslutsproblemet (se avsnitt 4.3).
7. Sammanställa resultaten för att analysera och jämföra alternativen (se avsnitt 5 och 0).

[1] Communities and Local Government (2009). Multi-criteria analysis: a manual, Department for Communities and Local Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf

3 Alternativa processlösningar

Genom tidigare utredningar och arbete har Norrvatten identifierat nio processlösningar som ska analyseras. De alternativa processlösningarna sammanfattas i Tabell 2. När alternativen utvärderas görs två bedömningar för varje alternativ och kriterium: (1) efter genomförande av etapp 1, ca år 2030, och (2) efter fullt utbyggt. Etapp 1 innebär således att det kompletterande vattenverket bara delvis är utbyggt. För alternativ som baseras på ny processlösning jämfört med den befintliga så innebär det att det befintliga verket behåller sin processlösning och den kompletterande anläggningen konstrueras på det sätt som redovisas nedan. I samtliga fall sker dock en förstärkning av barriärverkan för befintligt verk, det vill säga i alternativ 1 finns exempelvis antagande om kompletterande UF med för befintlig process även om det inte framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Beskrivning av de nio processlösningar som analyseras (ljusgrön = processen finns i ny anläggningsdel, mörkgrönt = del av processen finns i befintlig anläggning).

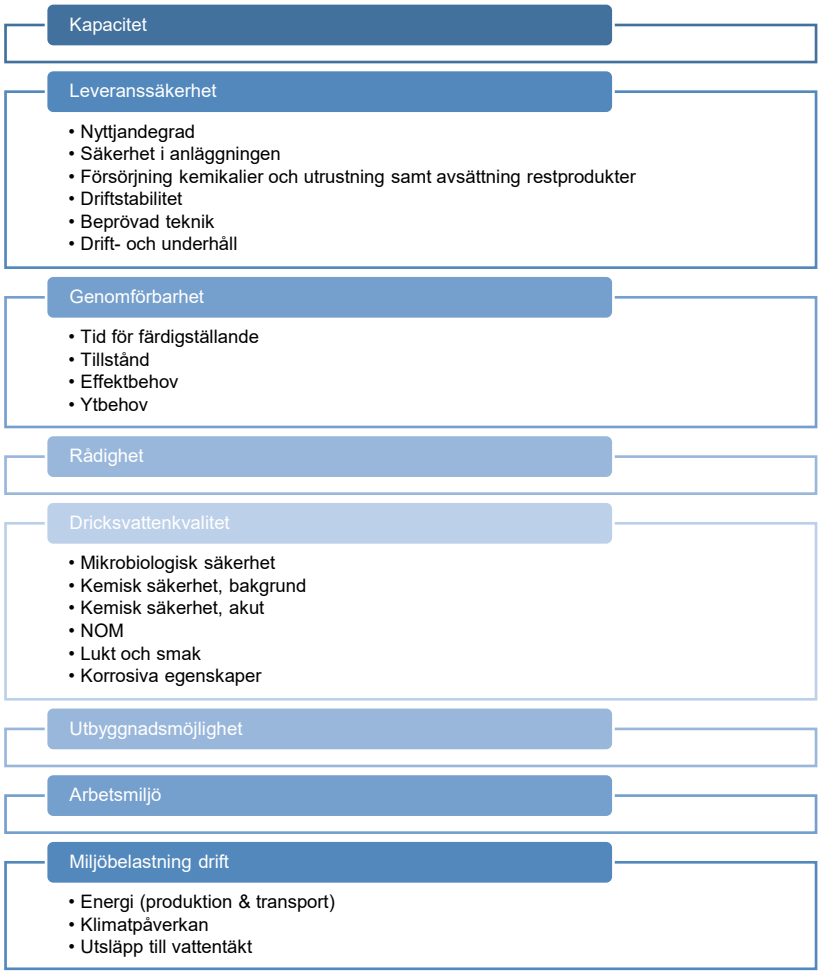
Process design	Sieving + emergency chemical barrier	NOM-removal / µ-biological barrier	Particle removal	(NOM-removal) / µ-biological barrier	Chemical barrier / taste and odor /µ-biological barrier	µ-biological barrier		Post treatm.
1	Microsieve (PAC)	SIX	dF/UF (Al)		O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
2		Coagulation (Al/Fe) lamella/flotation	RSF	-	(O_3)+ BAC (+ GAC)	UV	UF	pH Alk. NH_2Cl
3		Coagulation (Al/Fe) lamella/flotation	RSF	-	(O_3)+ BAC (+ GAC)	UF	UV	pH Alk. NH_2Cl
4		Coagulation (Al/Fe) lamella/flotation	RSF	UF	O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
5		Coagulation (Al/Fe) lamella/flotation	UF		O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
6		Coagulation (Al/Fe) lamella/flotation	MGF (UF)		(O_3)+ BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
7		Coagulation (Al/Fe) lamella	RSF	NF / UF	O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
8		dF/UF (Al/Fe)		-	O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl
9		NF		-	O_3 + BAC (+ GAC)	UV		pH Alk. NH_2Cl

4 Kriterier och bedömningar

4.1 Kriterier

I en MKA används en uppsättning kriterier som beskriver egenskaper eller mål och krav som är viktiga för de alternativ som analyseras. Kriterierna baseras på det övergripande målet som ska uppnås och beskriver således vad som är avgörande för att bestämma vilket eller vilka alternativ som är mest fördelaktiga.

Utifrån det övergripande målet om en dricksvattenproduktion som kan hantera de framtida utmaningarna, identifierades totalt 23 kriterier. Kriterierna och hur de strukturerats beskrivs i Figur 1. Kriterierna är indelade i åtta huvudkriterier varav fyra har ett antal underkriterier. Indelningen syftar framförallt till att gruppera och visa vilka huvudsakliga egenskaper eller aspekter som behandlas inom varje grupp. I Bilaga A finns ytterligare beskrivning av vad kriterierna innebär och eventuella skall-krav och andra aspekter som utgör underlag för utvärderingen av processlösningarna.



Figur 1 Sammanställning över ingående kriterier och hur de är strukturerade i huvud- och underkriterier.

Utöver ovan nämnda kriterier diskuterades även miljöbelastning vid byggnation av nytt vattenverk samt ekonomin, dvs. investerings- samt drift och underhållskostnader. Miljöbelastningen vid byggnation bedömdes svår att beskriva på ett rättvisande och

meningsfullt sätt i detta skede, varför den inte togs med i analysen. Ekonomin är mycket viktig men eftersom processlösningar i detta skede är på ett mer övergripande plan saknas det uppgifter för att kunna göra en rimlig kostnadsuppskattning. Ekonomin bör vägas in i nästa steg då antalet alternativa processlösningar reducerats och en mer detaljerad analys är möjlig.

4.2 Bedömning

När kriterierna bedöms, görs en uppskattning av hur de presterar med avseende på respektive kriterium. En fyrgradig skala används vid bedömningarna med huvudsyfte att visa om eventuella skall-krav uppfylls eller inte. Innebörden av de fyra kategorierna skiljer sig något för vissa kriterier men generellt kan de beskrivas såhär:

G+	Skallkravet uppfylls med marginal (10p)
G	Skallkravet uppfylls (8p)
Y	Osäkert om skall-kravet uppfylls (5p)
R	Skall-kravet uppfylls inte (0p)
(EB	Ej bedömd)

En mer detaljerad beskrivning av skall-krav samt vad som beaktats vid bedömningen av respektive kriterium samt kommenterar till bedömningarna finns i Bilaga A. I Tabell 3 presenteras bedömningarna av alternativen på den fyrgradiga skalan.

För att underlätta jämförelsen av processlösningarna översätts bedömningen i den fyrgradiga skalan till ett poäng mellan 0–10 enligt listan ovan. Detta gör det möjligt att väga samman poängen för de olika kriterierna till ett viktat poäng. Genom viktningen (avsnitt 4.3) kan hänsyn tas till att kriterierna är olika betydelsefulla för det slutgiltiga beslutet. Bedömningen, dvs. poängsättningen, av alternativen ska baseras på fakta om processlösningarnas faktiska egenskaper, medan viktningen representerar ett ställningstagande som beslutsfattaren gör om hur viktiga de olika aspekterna är.

De viktade poängen beräknas i två steg. Först görs beräkningen för de kriterier som har underkriterier. Beräkningen görs med en linjär additiv metod enligt

$$p_{a,h} = \sum_{k=1}^{K} v_k p_{a,k}$$

där a är åtgärdsalternativ, h är huvudkriterium, v är vikt och p är poäng för kriterium k. I steg två beräknas den viktade totalpoängen på motsvarande sätt enligt

$$p_a = \sum_{h=1}^{H} v_h p_{a,h}$$

där a är åtgärdsalternativ, v är vikt och p är poäng för huvudkriterium h. Såväl de individuella poängen per kriterium som de viktade poängen kan anta ett värde mellan 0–10.

Tabell 3 Sammanställning över hur de nio processlösningarna bedömts med avseende på kriterierna och de två etapperna (etapp1 och fullt utbyggt).

		Processdesign - Efter etapp 1									**Processdesign - Fullt utbyggd**								
Kriterium	**Kriterium**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Kapacitet	Kapacitet	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Leveranssäkerhet	Nyttjandegrad	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	Säkerhet	R	R	R	R	R	R	R	R	R	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	Kemikalier	R	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	R	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Driftstabilitet	G	G	G	G	G	G	G	Y	G	G	G	G	G	G	G	G	Y	G
	Beprövad teknik	Y	G+	G+	G+	G	Y	G	Y	Y	Y	G+	G+	G+	G	Y	G	Y	Y
	Drift och underhåll	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Genomförbarhet	Tid	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB
	Tillstånd	R	G	G	G	G	G	Y	G	Y	R	G	G	G	G	G	Y	G	Y
	Effektbehov	Y	Y	Y	Y	Y	G	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Ytbehov	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G+	G
Rådighet	Rådighet	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+
Dricksvattenkvalitet	Mikrobiologisk risk	G	G	G	G+	G	Y	G+	G	G	G+	G	G	G+	G	Y	G+	G	G+
	Kemisk säk. bakgrund	R	R	R	G	G	R	G	R	R	G	Y	Y	G	G	Y	G	G	G
	Kemisk säk. akut	Y	G	G	G	G	G	G	Y	Y	Y	G	G	G	G	G	G	Y	Y
	NOM	G	Y	Y	Y	Y	Y	G	G	G	G+	G	G	G	G	G	G+	G	G+
	Lukt och smak	Y	Y	Y	G+	G+	Y	G+	Y	Y	G+	G	G	G+	G+	G	G+	G+	G+
	Korrosion	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Y	G	G	G	G	G	G	G	G+
Utbyggnadsmöjlighet	Utbyggnadsmöjlighet	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G+	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Arbetsmiljö	Arbetsmiljö	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Miljöbelastning drift	Energi	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Y
	Klimatpåverkan	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	Utsläpp till vattentäkt	Y	Y	Y	Y	G	G	Y	Y	Y	G+	G	G	G	G	G	G	G	G

4.3 Viktning

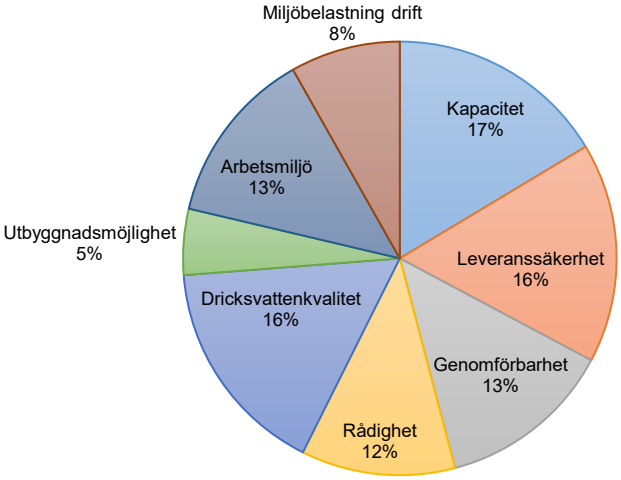
För att ta hänsyn till att de ingående kriterierna kan vara olika betydelsefulla för det slutliga beslutet görs en viktning av dem. Till skillnad från bedömningen av processlösningarna i avsnitt 4.2, som ska vara objektiv och baserad på fakta, är viktningen subjektiv och ska avspegla de värderingar som beslutsfattaren har.

Viktningen görs dels av huvudkriterierna, men även av underkriterierna inom respektive huvudkriterium i de fall de finns två eller flera underkriterier (se kriteriestrukturen i Figur 1). För att vikta kriterierna ansätts ett viktningspoäng mellan 0–10. Noll innebär att kriterier inte ingår i analysen. Poängen 1–10 används för att ange en relativ skillnad mellan kriterierna. Ansätts samma poäng för alla kriterier erhåller de också samma procentuella vikt då denna beräknas som andelen poäng respektive kriterium har av summan av viktningspoängen.

Huvudkriterierna viktades enligt Tabell 4 och den slutgiltiga viktningen illustreras i Figur 2. Vikningen av underkriterierna till leveranssäkerhet, genomförbarhet, dricksvattenkvalitet och miljöpåverkan under drift presenteras i Tabell 5–Tabell 8 och Figur 3–Figur 6. I Figur 7 presenteras en översikt som illustrerar viktningen för samtliga kriterier.

Tabell 4 Viktning av huvudkriterierna.

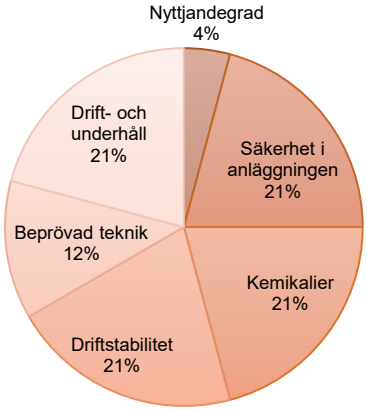
Kriterium	Angiven vikt (0-10)	Viktning (%)
Kapacitet	10	16%
Leveranssäkerhet	10	16%
Genomförbarhet	8	13%
Rådighet	7	11%
Dricksvattenkvalitet	10	16%
Utbyggnadsmöjlighet	3	5%
Arbetsmiljö	8	13%
Miljöbelastning drift	5	8%



Figur 2 Illustration av den procentuella viktningen av huvudkriterierna.

Tabell 5 Viktning av underkriterierna kopplade till leveranssäkerhet.

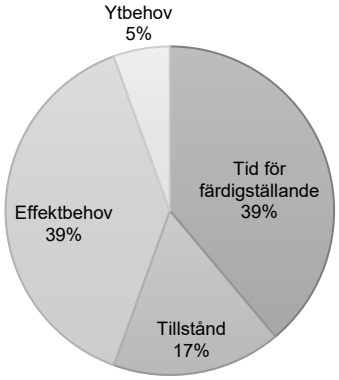
Kriterium	Angiven vikt (0-10)	Viktning (%)
Nyttjandegrad	2	4%
Säkerhet i anläggningen	10	21%
Kemikalier	10	21%
Driftstabilitet	10	21%
Beprövad teknik	6	13%
Drift- och underhåll	10	21%



Figur 3 Illustration av den procentuella viktningen av underkriterierna kopplade till leveranssäkerhet.

Tabell 6 Viktning av underkriterierna kopplade till genomförbarhet.

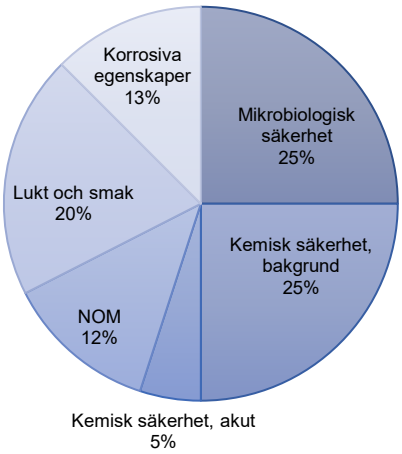
Kriterium	Angiven vikt (0-10)	Viktning (%)
Tid för färdigställande	7	39%
Tillstånd	3	17%
Effektbehov	7	39%
Ytbehov	1	6%



Figur 4 Illustration av den procentuella viktningen av underkriterierna kopplade till genomförbarhet.

Tabell 7 Viktning av underkriterierna kopplade till dricksvattenkvalitet.

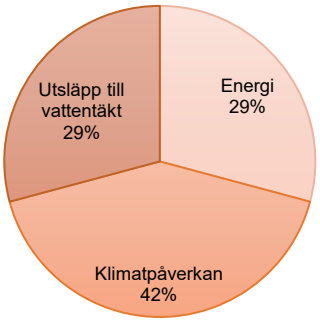
Kriterium	Angiven vikt (0-10)	Viktning (%)
Mikrobiologisk säkerhet	10	25%
Kemisk säkerhet, bakgrund	10	25%
Kemisk säkerhet, akut	2	5%
NOM	5	13%
Lukt och smak	8	20%
Korrosiva egenskaper	5	13%



Figur 5 Illustration av den procentuella viktningen av underkriterierna kopplade till dricksvattenkvalitet.

Tabell 8 Viktning av underkriterierna kopplade till miljöpåverkan under drift.

Kriterium	Angiven vikt (0-10)	Viktning (%)
Energi	7	29%
Klimatpåverkan	10	42%
Utsläpp till vattentäkt	7	29%



Figur 6 Illustration av den procentuella viktningen av underkriterierna kopplade till miljöpåverkan under drift.

Figur 7 *Illustration av samtliga kriteriers sammanslagna vikt. Huvudkriterierna ligger i den inre ringen och i de fall det finns underkriterier återfinns de i den yttre ringen. Storleken på respektive tårtbit motsvarar det aktuella kriteriets vikt då den sammanvägda poängen beräknas för alternativen.*

5 Resultat

5.1 Jämförelse av alternativ

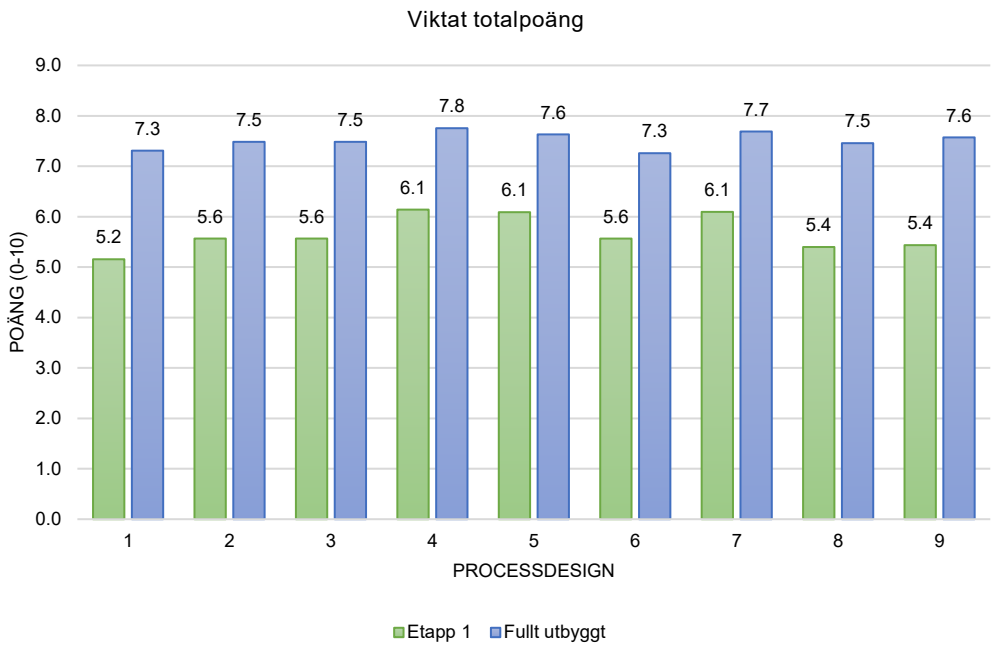
Sammanställningen av hur processlösningarnas bedömts finns presenterad i Tabell 3 (avsnitt 4.2) och ger en överblick över alternativens egenskaper och huruvida de uppnår de krav och mål som kriterierna avspeglar. I detta avsnitt presenteras resultaten som viktade poäng, både viktade totalpoäng och uppdelat i de ingående huvudkriterierna. Resultaten baseras således både på bedömningarna av processlösningarna samt viktningen av kriterierna.

Den viktade totalpoängen, där samtliga kriterier har vägts samman, presenteras i Figur 8 för de nio processlösningarna uppdelat i de två olika etapperna. För etapp 1 (ca år 2030) får alternativ 4, 7 och 5 högst viktat totalpoäng, och efter full utbyggnad är det samma alternativ samt alternativ 9 som för högst totalpoäng. Efter full utbyggnad är det små skillnader mellan samtliga alternativ vad gäller totalpoängen. Efter etapp 1 är det en något större skillnad mellan alternativen men det är inget alternativ som presenterar klart sämre än övriga alternativ om enbart viktad totalpoängen beaktas. Sett till enskilda kriterier avviker dock alternativt 1 med flest kriterier som ej klarar skall-kraven.

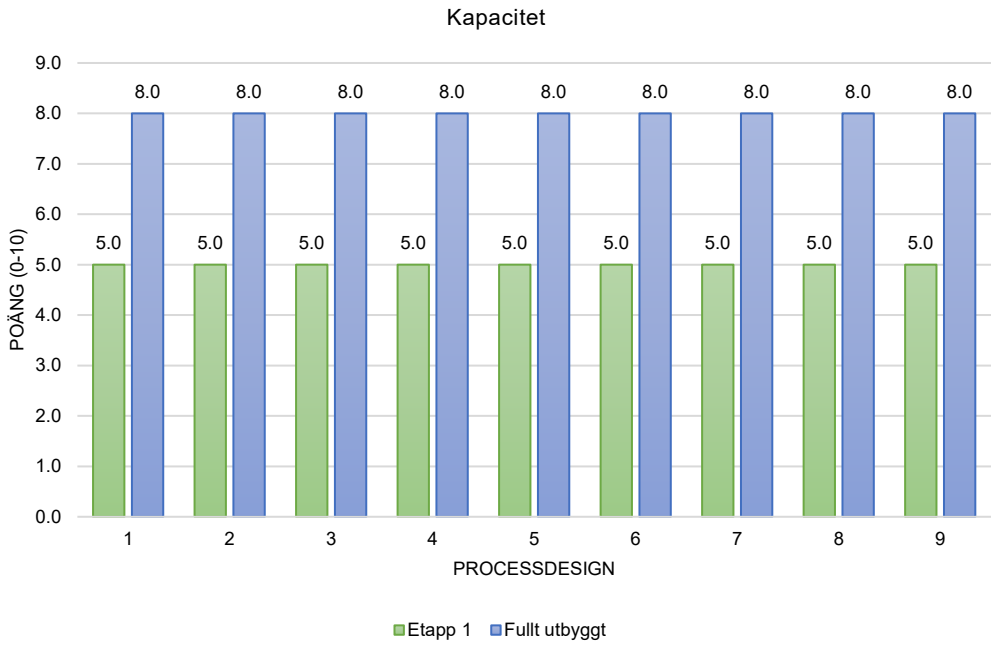
Om hänsyn tas till hur väl processlösningar uppfyller skall-kraven (Tabell 3) ser man att efter full utbyggnad uppfyller samtliga processlösningar, förutom alternativ 1, kraven för de ingående kriterierna med viss osäkerhet (dvs. bedömning Y) eller bättre (bedömning G och G+). Alternativ 1 uppfyller inte skall-kraven avseende försörjning av kemikalier och avsättning av restprodukter, samt erforderliga tillstånd. För etapp 1 har det bedömts att samtliga alternativ inte uppfyller skall-kravet avseende säkerhet och alla alternativ förutom 4, 5 och 7 uppfyller inte heller skall-kravet gällande kemisk säkerhet (bakgrund). För etapp 1 uppfyller alternativ 1 inte heller kraven gällande kemikalieförsörjningen och tillstånd.

Ovan nämnda förutsättningar i kombination med att alternativ 4, 5, 7 och 9 uppfyller kraven med marginal gällande mikrobiologisk säkerhet (dock ej 5) samt lukt och smak, gör att dessa alternativ får högst viktad totalpoäng efter full utbyggnad. Även om alternativ 1 inte uppfyller alla krav efter full utbyggnad uppfylls fem krav med marginal.

För att analysera och se vad som bygger upp totalpoängen för alternativen presenteras i Figur 9–Figur 16 poängen för respektive huvudkriterium. Vissa av kriterierna har inga underkriterier, utan bedömningen är densamma som även framgår av Tabell 3. Men för leveranssäkerhet, genomförbarhet, dricksvattenkvalitet och miljöbelastning under drift har en sammanvägning baserad på vikningen av de ingående kriterierna gjorts (dvs. ett viktat poäng presenteras). Resultaten visar att för kapacitet, rådighet (endast bedömd för etapp 1), utbyggnadsmöjlighet och arbetsmiljö är det ingen skillnad mellan alternativen inom respektive etapp. Av denna anledning kommenteras dessa resultat inte här. Istället ligger fokus på de kriterier där det går att se en skillnad mellan processlösningarna.



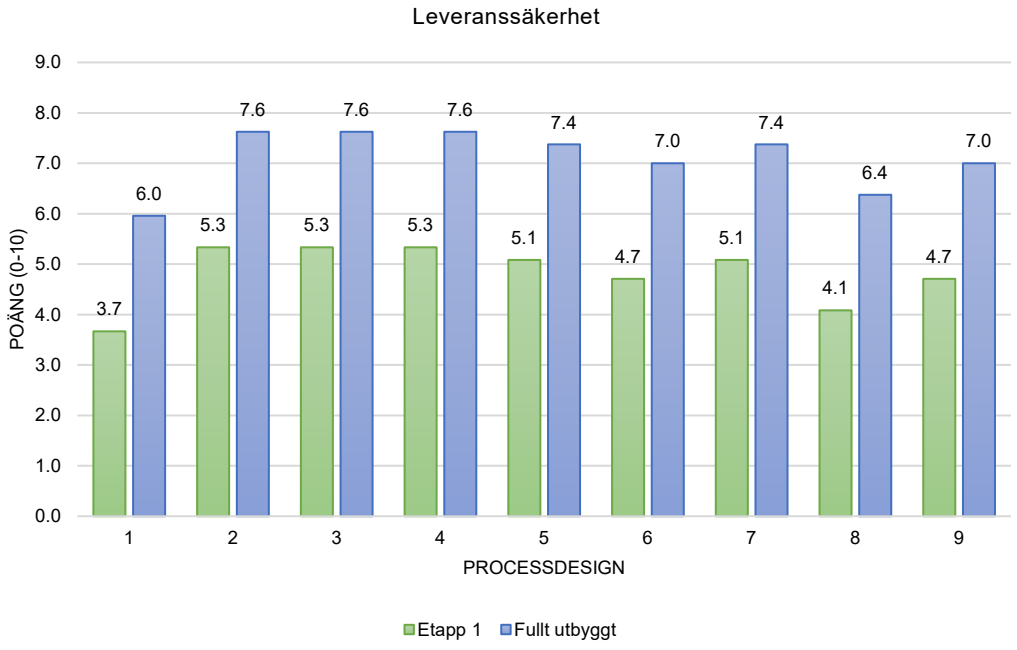
Figur 8 *Viktad totalpoäng för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad).*



Figur 9 *Kapacitetspoäng för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad). Kapaciteten har inga underkriterier.*

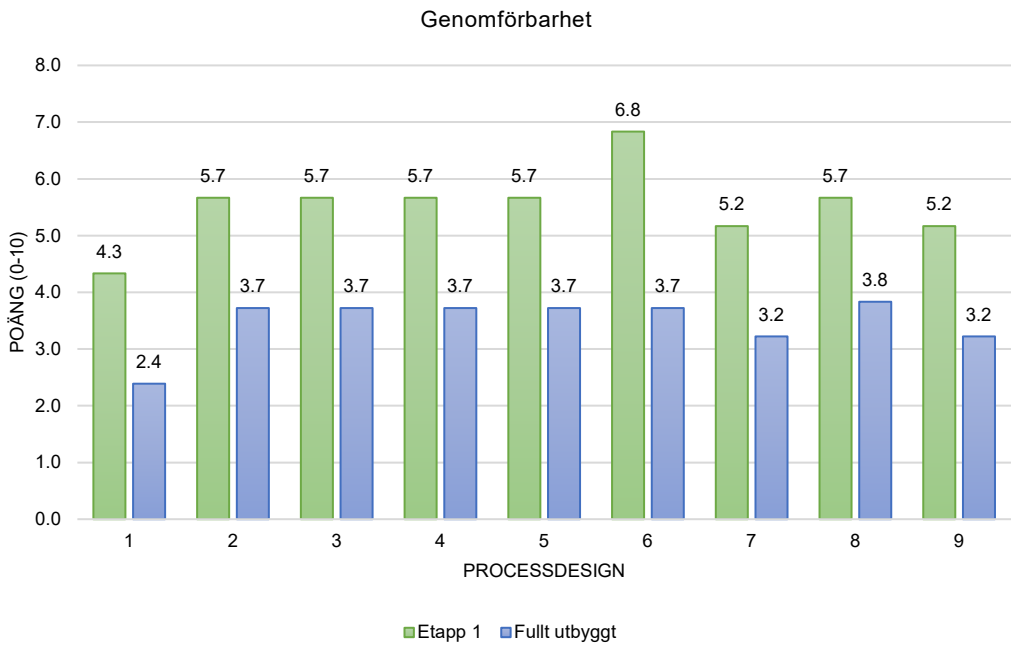
För leveranssäkerheten (Figur 10) är det alternativ 2–4 som har högst poäng, men även alternativ 5 och 7 presterar likvärdigt. Detta gäller för båda etapperna. Alternativ 1, 6, 8 och 9 har bedömts lägre än övriga alternativ med avseende på kriteriet om beprövad teknik, vilket drar ner det sammanvägda poänget för leveranssäkerheten något. Alternativ 8 har också fått en lägre bedömning (Y) än övriga alternativ (G) av driftstabiliteten.

Alternativ 1 uppfyller inte kravet kopplat till försörjning av kemikalier och avsättning av restprodukter, och presterar därför sämst med hänsyn till leveranssäkerheten som helhet.

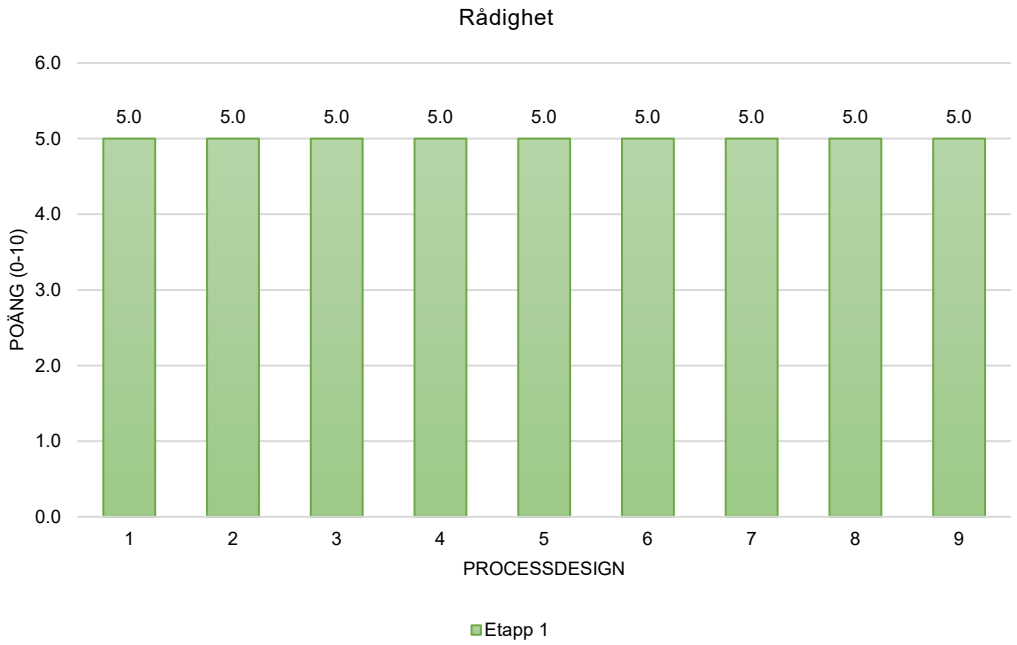


Figur 10 *Viktad poäng inom kategorin leveranssäkerhet för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad).*

Resultaten för genomförbarheten (Figur 11) skiljer sig något åt mellan etapp 1 och full utbyggnad. Efter etapp 1 framstår alternativ 6 som bäst då den bedömts uppfylla kravet om effektbehov på ett bättre sätt än övriga alternativ. Övriga alternativ presterar likvärdigt förutom alternativ 1, som bl.a. inte uppfyller kravet om nödvändiga tillstånd, och alternativ 7 och 9 som också har vissa osäkerheter gällande tillstånden. Efter full utbyggnad är skillnaden mellan alternativen något mindre. Alternativ 1 uppfyller även efter denna etapp inte tillståndskravet och det är även osäkert om alternativ 7 och 9 gör det.



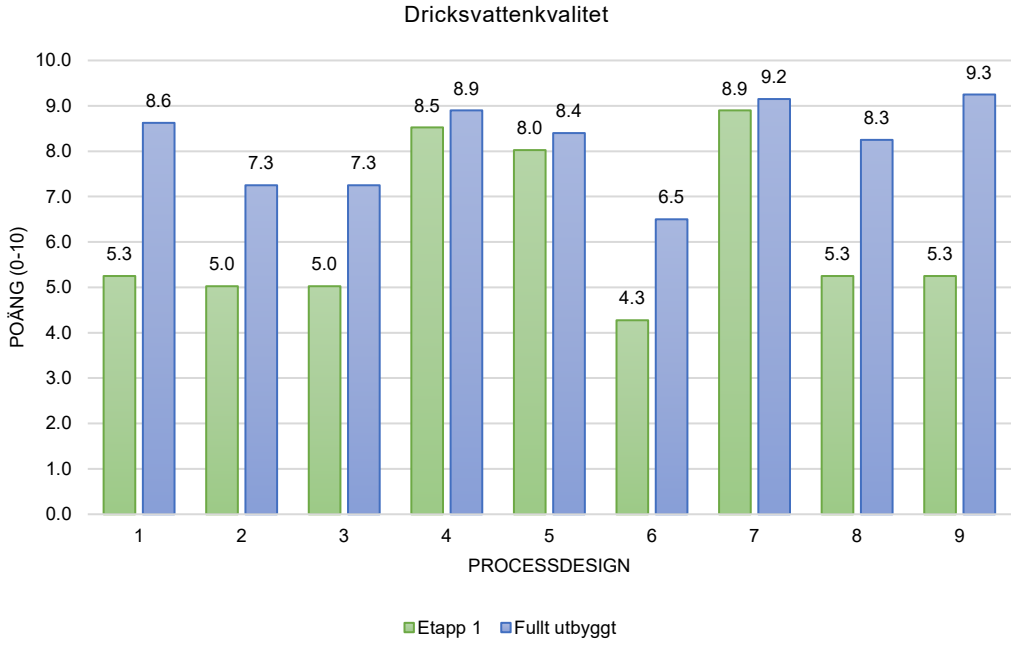
Figur 11 *Viktad poäng inom kategorin genomförbarhet för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad).*



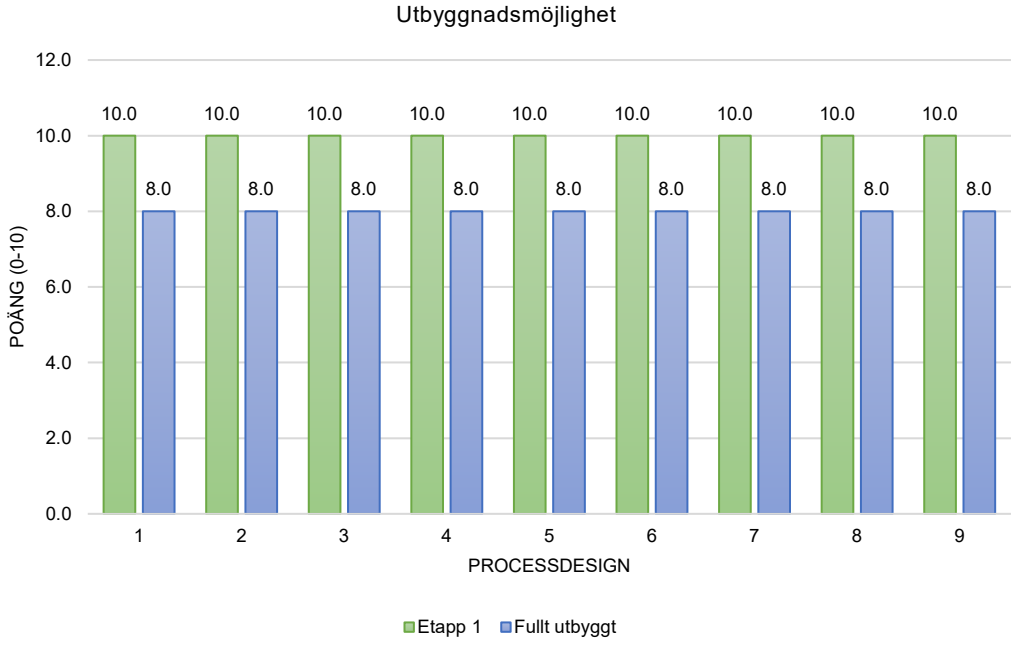
Figur 12 *Rådighetspoäng för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad). Rådigheten har inga underkriterier.*

Skillnaden mellan processlösningarna är störst när det gäller kriterierna om dricksvattenkvalitet. Alternativ 4, 5 och 7 har höga poäng både efter etapp 1 och full utbyggnad. Men efter full utbyggnad har alternativ 9 högst poäng och alternativ 1 och delvis 8 har också höga poäng. Efter etapp 1 är det endast alternativ 4, 5 och 7 som uppfyller kravet om kemisk säkerhet (bakgrund). Dessa alternativ uppfyller även samtliga

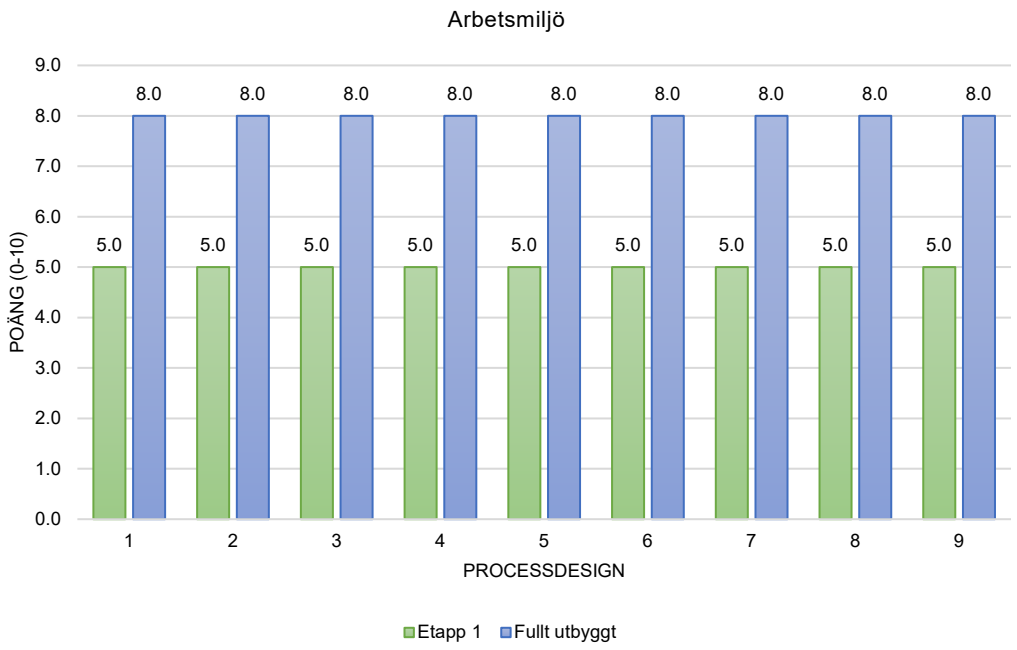
kriterier utan några osäkerheter efter full utbyggnad. Övriga alternativ har osäkerheter kring om kraven kan uppfyllas kopplat till minst ett kriterium. Alternativ 9 uppnår kraven med marginal för flera av kriterierna, vilket förklarar varför detta alternativ har högst poäng.



Figur 13 *Viktad poäng inom kategorin dricksvattenkvalitet för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad).*

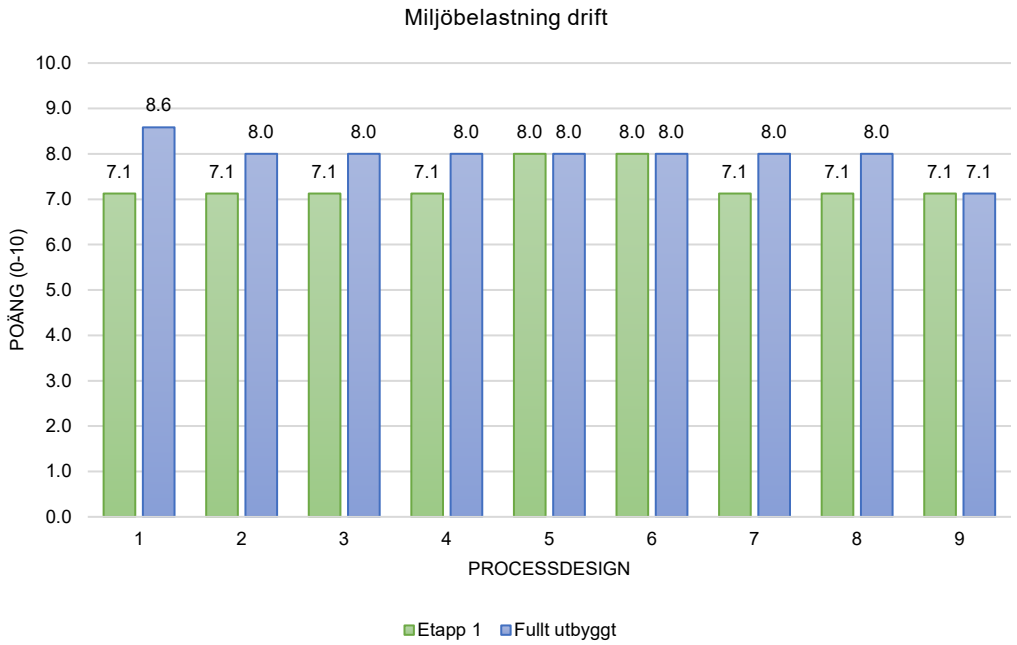


Figur 14 *Poäng för utbyggnadsmöjlighet för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad). Utbyggnadsmöjligheten har inga underkriterier.*



Figur 15 *Arbetsmiljöpoäng för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad). Arbetsmiljön har inga underkriterier.*

För miljöbelastningen under drift av anläggningarna (Figur 16) är det små skillnader mellan alternativen. Anledningen till skillnaderna man kan se i Figur 16 är att efter etapp 1 finns det osäkerheter kring om kravet om utsläpp till vattentäkt uppfylls för samtliga alternativ förutom 5 och 6. Efter full utbyggnad uppfyller alternativ 1 detta krav med marginal och för alternativ 9 finns det osäkerheter kring om energikriteriet.



Figur 16 *Viktad poäng inom kategorin miljöbelastning under drift för de nio alternativen och två utbyggnadsetapperna (etapp 1 och full utbyggnad).*

5.2 Osäkerheter

Bedömningarna av hur processlösningarna presterar är behäftade med osäkerheter på grund av begränsat underlag och andra anledningar. De fyra kriterier där osäkerheterna anses störts är (1) säkerhet i anläggningen och (2) försörjning av kemikalier och utrustning samt avsättning restprodukter (båda är del av leveranssäkerheten), samt NOM (del av dricksvattenkvaliteten) och (4) klimatpåverkan.

För säkerheten i anläggningen har det bedömts svårt att avgöra hur sannolikt det är att olika fel uppstår. Det är inte någon skillnad mellan hur alternativen bedömts med avseende på detta kriterium.

Avseende NOM är skallkravet definierat utifrån mg COD/l hos användare. Det finns osäkerheter kring den omräkningsfaktor som använts och att kravet kan vara för högt då det är svårt att veta hur halterna förändras i framtiden. Alternativen är bedömda på olika sätt vilket gör att osäkerheterna skulle kunna påverka rangordningen av resultaten.

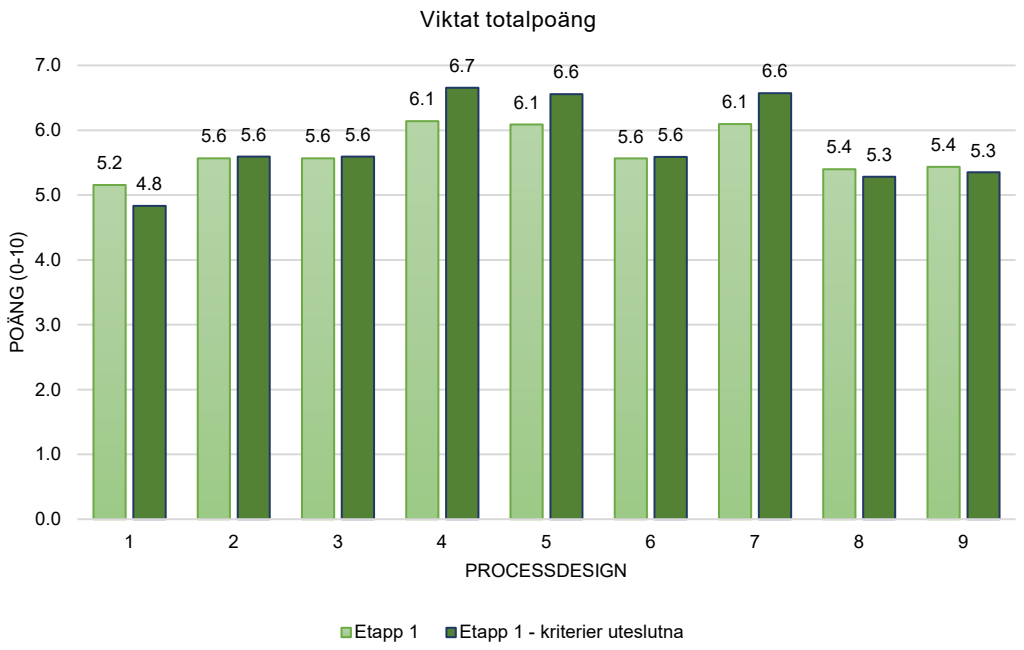
När det gäller försörjningen av kemikalier och avstängningen av restprodukter är det den senare delen som osäkerheterna är förknippad med. Möjligheterna att hantera vattenverksslammet är osäkra. I bedömningen av alternativen är det endast alternativ 1 som har en avvikande bedömning, övriga alternativ är bedömda på samma sätt. Osäkerheterna skulle således kunna påverka alternativ 1.

För klimatpåverkan är det en allmän osäkerhet och svårighet i att bedöma denna effekt och veta vad man ska förhålla sig till. I bedömningarna har processlösningarna klassats på samma sätt varför osäkerheterna troligen påverkar alla alternativ på samma sätt.

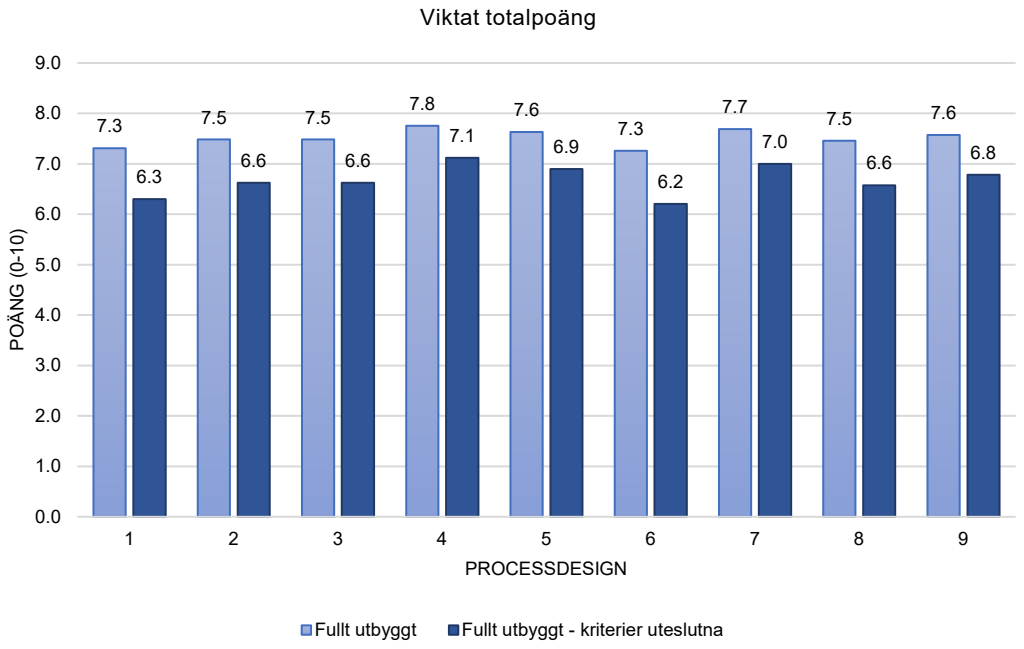
5.3 Känslighetsanalys

För att analysera vad som påverkar resultaten i störst utsträckning kan t.ex. alternativa viktningar användas. I resultatredovisningen gjordes en genomgång av vilket eller vilka alternativ som presterar bäst med avseende på såväl de viktade totalpoängen som de ingående huvudkriterierna. De alternativ som får högt viktat totalpoäng framstår också som bäst eller bland de bästa när enskilda huvudkritiker analyseras. Notera dock att alternativen presterar lika på flera kriterier och skillnaden mellan dem är i många fall små.

Processlösningarna har bedömts likvärdiga inom de två utbyggnadsetapperna med avseende på kriterierna kapacitet, rådighet, utbyggnadsmöjlighet och arbetsmiljö. För att tydligare kunna se skillnaden mellan alternativen har dessa kriterier uteslutits ur analysen (viktats till 0) och dessa resultat visas i Figur 17 och Figur 18. Rangordningen av alternativen ändras inte utan det är fortsatt alternativ 4, 5 och 7 sam har högst viktad totalpoäng efter etapp 1. Även efter full utbyggnad är det dessa alternativ som har högst viktad totalpoäng, tätt följda av alternativ 9.



Figur 17 *Viktad totalpoäng för etapp 1 med ursprungsviktning samt med vikten för kapacitet, rådighet, utbyggnadsmöjlighet och arbetsmiljö = 0.*



Figur 18 *Viktad totalpoäng för ful utbyggnad med ursprungsviktning samt med vikten för kapacitet, rådighet, utbyggnadsmöjlighet och arbetsmiljö = 0.*

6 Diskussion och slutsatser

Generellt kan konstateras att de flesta av processlösningarna framstår tämligen lika om man ser till helhetsbedömningen. Alternativ 4, 5 och 7 får något högre poäng än övriga alternativ efter etapp 1. Efter full utbyggnad framstår även alternativ 9 som ett av de mest fördelaktiga alternativen.

Alternativen har bedömts uppfylla skall-kraven på samma sätt eller lika för flera av kriterierna, vilket bidrar till att det sammanvägda poänget blir lika mellan alternativen. Tittar man på specifika kriterier, framförallt dricksvattenkvalitet, genomförbarhet och leveranssäkerhet kan man däremot se en tydligare skillnad mellan vissa av alternativen. Med avseende på kriteriet *dricksvattenkvalitet* framstår alternativ 4, 5 och 7 som bäst efter etapp 1 och efter full utbyggnad framstår även alternativ 1 och 9 som fördelaktiga. Alternativ 1 och 9 uppfyller dock inte underkriteriet *kemisk säkerhet (bakgrund)* efter etapp 1. För kriteriet *genomförbarhet* får bedömt effektbehov betydelse och alternativ 6 med relativt lågt elbehov blir då gynnsamt och sticker ut som det alternativ med högst poäng. När det gäller kriteriet *leveranssäkerhet* är presterar alla alternativ undermåligt med avseende på underkriterier *säkerhet i anläggningen* efter etapp 1. Detta beror på att de begränsningar som finns i befintlig anläggning kommer finnas kvar till dess att den ersätts. Alternativ 2–4 framstår dock som bäst efter både etapp 1 och fullt utbyggt.

Den metodik som använts för att beräkna de viktade poängen tillåter kompensation mellan kriterierna. Detta innebär att om ett alternativ presterar dåligt med avseende på ett kriterium kan det kompenseras genom att det med marginal uppfyller kraven med avseende på ett eller flera andra kriterier. Av denna anledning är det viktigt att tolka de viktade totalpoängen i kombination med bedömningarna som visas i Tabell 2. Alternativ som inte uppfyller ett eller flera skall-krav kanske ska diskvalificeras. Samtidigt finns det osäkerheter i bedömningar som gjorts och om ett alternativ presterar bra med avseende på övriga kriterier kan det vara rimligt att titta närmare på de aspekter som alternativet inte uppfyller och se om det t.ex. kan göras några justeringar i processlösningen.

Sammantaget framstår alternativ 4, 5 och 7 som de som bäst uppfyller de krav som de analyserade kriterierna är kopplade till. Skillnaden mellan alternativen är totalt sett liten och anledningen till att dessa alternativ får högst poäng är till vis del att de uppfyller kraven med marginal för några av kriterier. Resultaten från denna analys bör ses som underlag för att prioritera vilka alternativ som är mest rimliga att arbeta vidare med. Eftersom skillnaden mellan alternativen är små kan en vidareutveckling av multikriterieanalys övervägas. En sådan vidareutveckling skulle bland annat kunna fokusera på att:

- Komplettera och vid behov göra kriterierna mer detaljerade för att fånga de aspekter som är avgörande och som beskriver skillnaden mellan alternativen.
- Förfina bedömningarna av alternativen (nu gjorda med en fyrgradig skala) för att enklare kunna visa på skillnaden mellan alternativen.
- Ta hänsyn till osäkerheterna i bedömningarna för att kunna visa vilka alternativ som är förknippade med de största osäkerheterna och om detta påverkar prioriteringen av alternativen.

Bilaga A: Beskrivning av kriterier och bedömningar

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
Kapacitet	Max kapacitet>maxdygns förbrukning	Maxkapacitet ska klara maxdygnsförbrukning	R - skallkrav klaras ej (maxdygn) Y - skallkrav klaras med maxkapacitet men ej med uthållig kapacitet G - skallkrav klaras med uthållig kapacitet G+ skallkrav klaras med högre krav än N-1	Maxdygnsförbrukning beräknad utifrån RUFSbas. Maxdygnsförbrukning baserad på historiskt kvot mellan maxdygn och medeldygn (nu 1,35).
Leveranssäkerhet (tillräckligt med vatten som klarar krav för dricksvatten-kvalitet)	Nyttjandegrad (Maxdygnsförbrukning 2030, 2050/ maxproduktionskapacitet 2030, 2050)	Ej skallkrav	R > 90 % Y 80-90 % G <80 %	Bedömning gjord med hjälp av skala för HBI. Beräkning görs för 2030 och 2050. Det sämsta resultatet avgör utfall. Bedömning enligt HBI: Utnyttjandegrad under maxdygn (med tjänligt vatten). G<80%, R>90%.
	Säkerhet i anläggningen	Det ska inte finnas några SPOF där det inte går att hantera konsekvensen utan stora störningar i DV-produktion (leveransavbrott > 5 dagar från Görväln). Dessa SPOF benämns kritiska SPOF:ar om det inte kan uteslutas att de inte utgör någon risk.	R - SPOF som ej kan hanteras med reservvatten Y - SPOF kan hanteras med reservvatten G - SPOF:ar finns ej	För att klassas som SPOF så ska ett fel föranleda risk för leveransavbrott från Görväln eller kraftigt minskad kapacitet att leverera tjänligt vatten > 50 %. Avser endast fel som inte kan avhjälpas med redundans i anläggningen. Kritisk SPOF är sådan som kan leda till längre (>5 d) och i princip totalt leveransavbrott (så omfattande att det finns risk för nödvattenläge).

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Försörjning kemikalier och utrustning samt avsättning restprodukter	Dricksvattenförsörjning ska ej vara beroende av kritiska insatsvaror där leverans över tid inte kan garanteras. Dessa benämns "leverans-SPOF" (DSPOF)	R ≥ 1 kritisk DSPOF Y > 1 DSPOF G = 0 DSPOF	För att klassas som DSPOF så ska utebliven leverans föranleda risk för leveransavbrott från Görväln eller kraftigt minskad kapacitet att leverera tjänligt vatten > 50 %. Avser endast leveranser som inte kan avhjälpas med annan lösning för anläggningen (exempelvis byte av fällningskemikalie). Kritisk DSPOF är sådan som kan leda till längre (>5 d) och i princip totalt leveransavbrott (så omfattande att det finns risk för nödvattenläge). Om det "enbart" innebär leverans av tjänligt med anmärkning så är det att betrakta som en ej kritisk DSPOF.
	Driftstabilitet	Instabiliteter i driften får ej orsaka betydande risk för brister avseende leveranssäkerhet	R = Instabil process med väsentlig risk för brister m a p DV-kvalitet Y = Viss instabilitet kan förekomma G= Stabil process.	Svårt att bedöma processer där egen erfarenhet saknas. Processer som kräver daglig handpåläggning anses ej som stabila.
	Beprövad teknik	Ej skallkrav, men om osäkerhet föreligger behöver det finns en plan att hantera detta.	R=Erfarenheter saknas från DV-produktion Y=Erfarenhet från större anläggningar (>20 000 p) för DV-produktion saknas. G=Erfarenheter finns från fungerande större anläggningar G+ Etablerad teknik som anses fungera väl	Detta kriteriet avser omfattningen av de drifterfarenheter som finns samlat hos andra vattenverksoperatörer. Beprövad teknik betyder att drifterfarenheter är omfattande och övervägande positiva.

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Drift- och underhåll	Drift- och underhåll ska kunna ske så att säker DV-produktion alltid kan upprätthållas	R=Drift- och underhåll svårt att klara utan risk för större produktionsstörningar så att medeldygnsbehovet inte kan tillgodoses. Y=Drift- och underhållsarbete medför att maxdygnsförbrukning inte kan tillgodoses, men medeldygn klaras. G=Drift- och underhållsarbete kan genomföras på ett tillfredställande sätt. Maxdygnsbehovet kan alltid tillgodoses.	
Genomförbarhet	Tid för färdigställande	Etapp I ska vara klart senast 2030	R=Kan ej vara klart 2030 Y=Kan vara klart 2030, men osäkert G=Kan vara klart 2026, men osäkert G+=Kan vara klart 2026	2026 behövs ökad produktionskapacitet, men den kan eventuellt tillgodoses på annat sätt under en övergångsperiod. Detta behöver utredas tillsammans med SVOA.
	Tillstånd	Erforderliga tillstånd behöver finnas	R=Tillstånd erhålls ej Y=Osäkert om tillstånd kan erhållas G=Tillstånd bör kunna erhållas G+=Säkert att tillstånd kan erhållas (alternativt behövs ej)	Rör bland annat frågor om utsläpp av retur- och reströmmar.
	Effektbehov	Nätägare behöver säkerställa att NV får tillräcklig effekt till framtida anläggning.	R = Tillräcklig effekt går ej att få fram inom rimlig tid Y = Betydande osäkerhet när det gäller levererad effekt G = Tillräcklig effekt kommer finnas G+ = Tillräcklig effekt finns redan.	

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Ytbehov	Skall få plats på Skäftingeholmen utan att framtida utbyggnadsmöjligheter försvinner	R=För ytkrävande för att få plats på S-holmen Y=Får plats, men framtida utbyggnadsmöjligheter begränsas G=Får plats utan att framtida utbyggnadsmöjligheter nämnvärt påverkas G+ kompakt lösning som inte påverkar framtida utbyggnadsmöjligheter	Hur viktigt är detta krav? Det bör vara möjligt att ordna ny försörjning genom att få rådighet över ytterligare mark som behövs för dricksvattenproduktion.
Rådighet	Se kommentar	Se kommentar	R= NV saknar rådighet över DV-produktion vid medeldygnsförbrukning och stabila produktionsvillkor Y= NV saknar rådighet över DV-produktion vid maxdygnsförbrukning och mindre störningar i produktion/distribution (och är då beroende reservvatten) G= NV har rådighet att hantera maxdygnsförbrukning och mindre störningar i produktion/distribution (kan hanteras utan användning av reservvatten) G+ = NV har rådighet att hantera maxdygnsförbrukning och större störningar i produktion/distribution	Hur angeläget är det att Norrvatten har egen förmåga att producera och distribuera dricksvatten med rätt kvalitet. Hur värdera beroendet av andra? Värdering görs utifrån nuvarande kapacitet för NV:s grundvattenverk? Rådighet kan även variera över tid. Denna bedömning görs beträffande rådighet på längre sikt.
Dricksvattenkvalitet	Mikrobiologisk säkerhet	7b-7v-5,5p	R=Klarar ej skallkrav Y=Klarar troligtvis skallkrav G=Klarar säkert (med stor sannolikhet) skallkrav G+ klarar med god marginal skallkrav (> 1 log/patogengrupp)	MBA behöver kompletteras med QMRA för att ge en mer fullständig bild av förväntad barriärverkan

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Kemisk säkerhet, bakgrund	Möjlighet till kemisk barriär ska finnas	R=Klarar ej skallkrav Y=Möjlighet till barriär finns G=Barriär finns, men är ej komplett G+ fullständig kemisk barriär	PFAS idag identifierat som viktigaste att reducera och ges därför egen vikt. För övrigt i proportion till total OMP-reduktion. Skattat värde för "normal" drift med upp till två kolfilterbyten per år.
	Kemisk säkerhet, akut	Pulverkol eller motsvarande ska finnas	R=Klarar ej skallkrav Y=Finns, men funktionen osäker i processlösningen G=Finns och bedöms kunna fungera	Akuta kemiska föroreningar behöver inte kunna renas i processen ifall det kan lösas genom alternativt intag/reservvatten. Om det finns risk för att pulverkol kan skada/allvarligt störa nedströms liggande processer så indikeras det med gult (Y).
	NOM	< 6 mg TOC/l i utgående DV	R=Klarar ej skallkrav Y=Klarar troligtvis skallkrav, men kan kortare perioder gå över gräns för tjänligt med anmärkning G=Klarar säkert skallkrav G+ klarar med god marginal skallkrav (< 4 mg TOC/l max)	Skallkravet avser mg COD/l hos användare. Osäkerhet föreligger pga. osäker omräkningsfaktor och det finns risk för att skallkravet är för högt satt. Poäng och färgbedömning på förväntad maxkoncentration.
	Lukt och smak	Lukt- och smakbarriär ska finnas	R=Klarar ej skallkrav Y=Finns, men funktionen osäker i processlösningen G=Finns, men bara ett steg G+ Kraftfull barriär	BAC bedöms som G, medan ozon+BAC eller GAK bedöms som G+. BAC med kort uppehållstid bedöms Y.

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Korrosiva egenskaper	Ska klara Livsmedelsverkets riktvärden för korrosion	R=Klarar ej skallkrav Y=Osäkert om skallkrav klaras G=Skallkrav klaras G+ Skallkrav klaras med marginal (50 % än korrosionsindex)	Alkalinitet: 50 – 150 mg/l HCO3. Högre värde för att balansera höga klorid- och sulfathalter samt för att motverka kvalitetsförändringar vid långa uppehållstider. Kalcium: 20-60 mg/l Ca Klorid: <50 mg/l pH: >8 Sulfat <100 mg/l Korrosionshastighet enligt SVU-rapport 2006-05: (Cl + 2*SO4)/alk.*Ca/Si/TOC (1/mg/l)
Utbyggnadsmöjlighet		Ej skallkrav, men kraven på flexibilitet måste då kunna tillgodoses på annat sätt (exempelvis via reservvatten).	R=Flexibilitet saknas. Högre reningseffekt eller kapacitet kan bara klaras genom att investera i en ny anläggning. Y=Viss flexibilitet finns, men ej med i anläggningsdesign (det finns ytor mm reserverade). G=Anläggningsdesign medger utbyggnad för att klara högre produktion och rening. G+ Anläggningen byggd för installation av ytterligare utrustning som klara högre produktion och rening.	Beskriver hur väl systemet kan anpassas till variationer i råvattenkvalitet, krav på dricksvattenkvalitet och förändringar i DV-användning. När det gäller råvattenkvalitet och dricksvattenanvändning så bygger denna bedömning på att hantera avvikelser utöver de dimensionerande kriterier som angetts, krav på dricksvattenkvalitet handlar om förmåga att exempelvis klara högre krav på kemiska ämnen.
Arbetsmiljö		Arbetsmiljö ska vara tillfredställande	R = Ej acceptabel arbetsmiljö Y = Acceptabel arbetsmiljö, men det finns frågetecken kring risker och arbetsförhållanden G= God arbetsmiljö där risker har förebyggts G+=God arbetsmiljö där risker ej finns eller är mycket små	I arbetsmiljöaspekter ingår kemikaliehantering, buller, lukt, samt övriga risker som vibrationer, fallrisker etc. G+ indikerar att förekomst att farliga kemikalier (som lut) inte förekommer, men G ges då de kan hanteras på ett tillfredställande sätt.

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
Miljöbelastning drift	Energi (produktion+transport)		R > 2,5 kWh/m3 1,25 < Y < 2,5 G < 1,25 kWh/m3 G+ < 0,46 kWh/m3	Avser förbrukningskemikalier till processen, ex. för fällning, rengöring eller regenerering. Vi bör få med insatsresurser som är att betrakta som förbrukningsvara (membran, aktivt kol mm, UV-lampor...). Inkluderar även transporter samt hantering av restprodukter (slam, förbrukat kol, membran mm) Miljöeffekt beräknas på förväntad medelförbrukning 2030. När det gäller klimatpåverkan har målen för kommuner m fl. skärpts avsevärt och man siktar ofta på klimatneutralitet, men här ansätts att klimatpåverkan 2030 är 50 % av den som var 2018/2019. Naturvårdsverket anger 8,9 ton CO2-ekv/inv. 2017. Hälften av detta är knappt 4,5 ton CO2-ekv/inv. R = Klimatpåverkan > 3 % av invånarens utsläpp 2030 = Y = Klimatpåverkan > 1 % av medelkommuninvånarens utsläpp G = Klimatpåverkan < 1 % av
	Klimatpåverkan		R > 2,7 kg CO2/m3 Y > 0,9 kg CO2/m3 G < 0,9 kg CO2/m3 G+ <0 (klimatpositiv)	

Kriterium	Underkriterium	Skall-krav	Vägledning vid bedömning	Kommentarer till bedömning
	Utsläpp till vattentäkt		R=Ökade utsläpp av kemikaliepåverkade restströmmar jämför med idag. Y=Motsvarande utsläpp som idag. G=Inga utsläpp av kemikaliepåverkade restströmmar (men koncentrade strömmar av naturligt organiskt material kan släppas ut) G+=Inga utsläpp till Mälaren. Restströmmar hanteras i slutna processer eller får ledas till avlopp.	medelkommuninvånarens utsläpp G+ <0

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
DRICKS – CENTRUM FÖR DRICSKVATTENFORSKNING
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
www.chalmers.se, www.dricks.chalmers.se

CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY