
RAPPORT

VA SYD

Kostnads-nyttanalyt av avloppsövertöring Lund-Malmö

UPPDRAGSNUMMER 13011693



Bild VA SYD - Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne

SLUTVERSION

2021-02-19

Sweco Environment AB

VA-PROCESS SYD

JOSÉ-IGNACIO RAMIREZ, NILS-PETTER SKÖLD, MARIKA KARRAS, TABITA GRÖNDAL, ANDREAS ASKER,
KONRAD EKENBERG, LARS ROSÉN, HÅKAN ASMOARP

Sammanfattning

Vid en avveckling av avloppsreningsverket i Källby står VA SYD inför val av teknisk lösning för överföringen av avloppsvatten mellan Lund och Malmö. Två konceptalternativ har tidigare tagits fram för överföringen.

- Ledningsalternativet innefattar två parallella ledningar med 1100 mm innerdiameter längs en sträcka på ca 14 km med fyra pumpstationer.
- Tunnelalternativet innefattar en tunnel med ca 3 m i innerdiameter längs en sträcka på ca 10 km som innefattar nio vertikala anläggningsschakter utmed sträckan

Sweco har fått i uppdrag av VA SYD att ta fram en kostnads-nyttoanalys för att jämföra de två alternativen ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Denna utredning syftar därför till att skapa ett beslutsunderlag i form av en kostnads-nyttoanalys som ska åskådliggöra vilket av de två överföringsalternativen (ledning eller tunnel) som bedöms vara samhällsekonomiskt mest fördelaktigt, med Ledningsalternativet som referens.

Det övergripande målet är att bidra till en transparent och hållbar beslutsprocess för VA SYD och rekommendera det alternativ som väntas vara mest samhällsekonomiskt lönsamt.

Swecos analys är baserad på två utredningar som studerat tunnelns och ledningens läge i plan och profil, byggbarhet, tid och kostnader för anläggning samt risker.

Ledningsalternativet har utretts av WSP. Tunnelalternativet utreds av Niras/Tyréns.

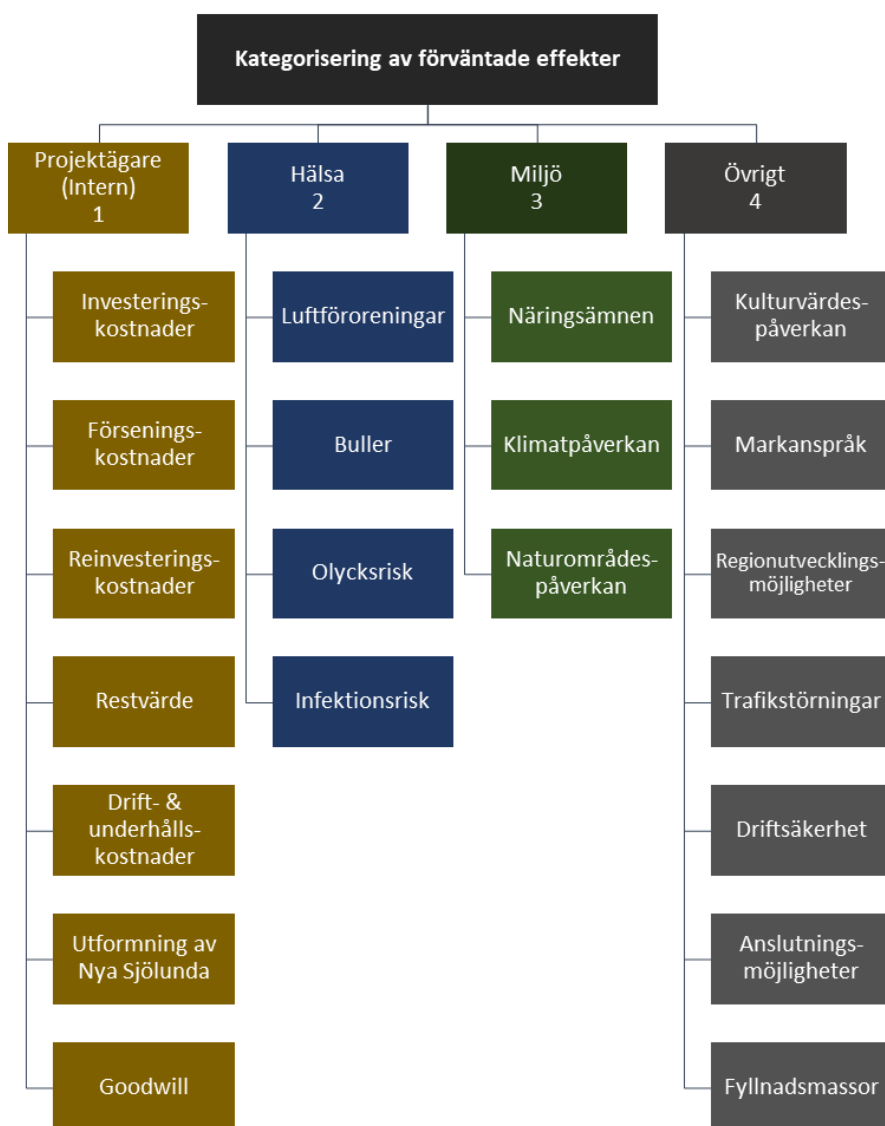
Kostnadsnyttoanalysen har utförts i fem huvudsakliga steg:

1. Beskrivning av överföringsalternativ och referensalternativ och vilka effekter de förväntas medföra både i anläggnings- och driftskede identifieras.
2. Bedömning av effekternas konsekvenser i samhället och utvärdering om de kan ses som positiva (nyttor) eller negativa (kostnader).
3. Monetarisering, dvs kvantifiering i kronor av identifierade kostnads- och nyttoposter. Detta görs i den utsträckning som det är möjligt utifrån tillgänglig information, varefter den samhällsekonomiska lönsamheten beräknas, uttryckt som ett s.k. nettonuvärde, *NNV* (summan av alla nyttor minus summan av alla kostnader för den studerade tidsperioden).
4. Känslighetsanalyser med hänsyn till ingångsvariablernas osäkerheter, samt utvärdering av eventuell påverkan på resultatet från icke-monetariserade nyttor och kostnader.
5. Översiktlig fördelningsanalys över vilka aktörer som betalar respektive drar nytta av åtgärderna.

Effekter som identifierats och utvärderats har kategoriserats beroende på om de bedöms påverka projektägaren internt eller om de bedöms påverka övriga samhället (d.v.s. externa effekter). Fyra kategorier (1-4) har använts i denna analys:

1. *Interna effekter* är de effekter som påverkar projektägaren
2. *Externa hälsoeffekter* är de externa effekter som påverkar samhället och dess invånares hälsa
3. *Externa miljöeffekter* är de externa effekter som påverkar miljön och naturens förmåga att generera ekosystemtjänster
4. *Övriga externa effekter* är de externa effekter som inte kan kategoriseras i ovanstående tre kategorier och kan t.ex. involvera trafikstörningar eller plan- och markfrågor.

De effekter som utvärderats för de två överföringsalternativen är sammanställda och kategoriserade i Figur A.



Figur A Överblick av kategoriserade effekter

Osäkerheter i analysens ingångsvariabler har hanterats genom att ansätta respektive variabel med en osäkerhetsfördelning. Det har möjliggjort beräkningar av resultatets osäkerheter, via Monte Carlo-simulering, som anges i form av förväntat värde (medelvärde), ett rimligt lägsta värde (5-percentil, P5) och ett högsta rimligt värde (95-percentil, P95). Effekterna har värderats i monetära värden i så stor utsträckning som möjligt. Överföringsalternativens nuvärden (NV) är sammanställda i sammanställda i Tabell A, för en tidshorisont på 100 år och en diskonteringsränta på 3,5%.

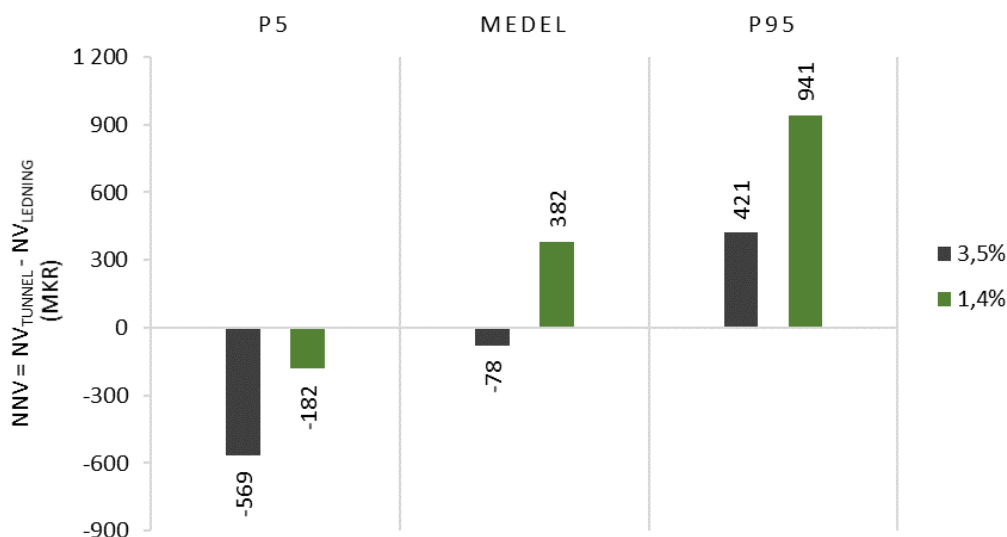
Tabell A Sammanställning av analyserade konsekvensers nuvärde (Mkr).

	Ledningsalternativet (Referensalternativ)	Tunnelalternativet
1) Interna konsekvenser	-1245 (P5 = -1421; P95 = -1094)	-1752 (P5 = -2107; P95 = -1447)
Investeringskostnader	-1020 (P5 = -1174; P95 = -886)	-1709 (P5 = -2065; P95 = -1403)
Förseningskostnader	-17 (P5 = -23; P95 = -11,6)	-1 (P5 = -3; P95 = 0)
Återinvesteringskostnader	-101 (P5 = -167; P95 = -50)	-3 (P5 = 0; P95 = 0)
Restvärde	15 (P5 = 4; P95 = 23)	14 (P5 = 0; P95 = 27)
Drift- och underhållskostnad	-122	-53
Nya Sjölanda	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Goodwill	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
2) Externa hälsokonsekvenser	-19 (P5 = -97; P95 = -1)	-0,5 (P5 = -0,6; P95 = -0,4)
Luftföroreningar	-18 (P5 = -96; P95 = -0,2)	-0,04 (P5 = -0,05; P95 = -0,03)
Buller	-0,06 (P5 = -0,13; P95 = -0,02)	-
Olycksrisk	-0,7 (P5 = -0,9; P95 = -0,6)	-0,46 (P5 = -0,54; P95 = -0,4)
Infektionsrisk	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
3) Externa miljökonsekvenser	-141 (P5 = -169; P95 = -115)	-60 (P5 = -109; P95 = -16)
Näringsämnen	-0,4 (P5 = -1,4; P95 = 0)	152 (P5 = 134; P95 = 171)
Klimatpåverkan	-140 (P5 = -169; P95 = -115)	-213 (P5 = -258; P95 = -173)
Naturområdespåverkan	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
4) Övriga konsekvenser	-345 (P5 = -648; P95 = -162)	-15 (P5 = -27; P95 = -7)
Kulturmiljö	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Markanspråk	-335 (P5 = -638; P95 = -152)	-12 (P5 = -25; P95 = -5)
Regionutvecklingsmöjligheter	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Trafikstörningar	-10,2 (P5 = -10,8; P95 = -9,5)	-2,1 (P5 = -2,6; P95 = -1,7)
Driftsäkerhet	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Anslutningsmöjligheter	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Fyllnadsmassor	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>

Tunnelalternativets nettonuvärde (NNV), i förhållande till Ledningsalternativet, har beräknats genom att subtrahera Ledningsalternativets NV från Tunnelalternativets NV.

Sammantaget NNV för Tunnelalternativet i förhållande till ledningsalternativet har beräknats för två reala samhällsekonomiska diskonteringsräntor, 3,5% och 1,4% över en tidshorisont på 100 år. Resultatet presenteras i Figur B.

Jämförelsen av räntesatserna är utförd för att se hur slutresultatet varierar med val av räntesats. Den högre räntesatsen (3,5%) anses representera produktiviteten i samhället, medan den lägre räntesatsen (1,4%) anses ta större hänsyn till rättvisa mellan generationer.



Figur B Tunnelalternativets sammantagna nettonuvärde (NNV) i förhållande till Ledningsalternativets beräknade nuvärde för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5% respektive 1,4%.

Uppdelningen av Tunnelalternativets *nuvärden* i förhållande till Ledningsalternativets *nuvärden* redovisas för respektive konsekvenskategori i Tabell B. Tunnelalternativets *nuvärden* i förhållande till Ledningsalternativets *nuvärden* är positiva för samtliga externa effektkategorier (hälsomässigt, miljömässigt och övrigt), men negativa för den interna effektkategorin, detta för båda räntesatserna 3,5% och 1,4%.

Tabell B Tunnelalternativets nuvärde minus Ledningsalternativets nuvärde för respektive konsekvenskategori.

	Räntesats = 3,5%	Räntesats = 1,4%
1) Interna konsekvenser	-507 (P5 = -893; P95 = -148)	-201 (P5 = -674; P95 = 202)
2) Externa hälsokonsekvenser	19 (P5 = 1; P95 = 97)	19 (P5 = 1; P95 = 98)
3) Externa miljökonsekvenser	80 (P5 = 25; P95 = 134)	233 (P5 = 166; P95 = 296)
4) Övriga konsekvenser	331 (P5 = 154; P95 = 630)	331 (P5 = 152; P95 = 625)

Det är framförallt Tunnelalternativets mindre behov av återinvesteringar, lägre näringsämnesbelastning per år och mindre omfattande markanspråk som medför dess stora nyttor i förhållande till Ledningsalternativet (se Tabell A). Motsvarande är det framförallt Tunnelalternativets betydligt mer omfattande investeringskostnad som medför dess stora kostnader i förhållande till Ledningsalternativet (se Tabell A).

En övergripande fördelningsanalys har gjorts i denna studie, för att belysa vem som gynnas eller drabbas av de olika konsekvenserna. VA SYD med abonnenter kommer att betala åtgärden, men effekterna till följd av den kan åtminstone delvis komma att tillfalla olika privata aktörer, såsom markägare, verksamhetsutövare och allmänheten som bor i närheten av anläggningen. Tunnelalternativet gynnar allmänheten och samhället på lokala, regionala och internationella skalor, via de externa hälso- och miljöeffekterna. Övriga effekter som kulturvärdespåverkan, markanspråk gynnar flera aktörer, VA SYD, liksom samhället på flera skalor.

Val av diskonteringsränta har stor inverkan på det slutgiltiga resultatet. Tunnelalternativets främsta kostnader sker vid analysens start (år noll) och två av dess främsta nyttor inträffar över tid (lägre återinvesteringar och lägre näringsämnesbelastning per år). Den räntesats som medför att medelvärdet för överföringsalternativets monetariserade konsekvenser är likvärdiga (medel- $NNV=0$) är beräknad till 2,9%.

Utifrån analysens monetariserade konsekvenser framstår Ledningsalternativet som mest samhällsekonomiskt fördelaktigt vid en räntesats på 3,5% med ett förväntat NNV på -78 Mkr (P5 = -569 Mkr; P95 = 421 Mkr). Däremot framstår istället Tunnelalternativet som mest samhällsekonomiskt fördelaktigt vid en räntesats på 1,4% med ett förväntat nettonuvärde på 382 Mkr (P5 = -182 Mkr; P95 = 941 Mkr). Sannolikheten för att Tunnelalternativet ska vara det samhällsekonomiskt bästa alternativet har beräknats till 39% vid 3,5% diskonteringsränta och till 88% vid 1,4% diskonteringsränta.

Merparten av de icke monetariserade konsekvenserna bedöms leda till nyttor för Tunnelalternativet jämfört med Ledningsalternativet.

Sannolikheten för att de icke-monetariserade konsekvenserna ska kunna ändra resultatets rangordning till Tunnelalternativets fördel vid en räntesats på 3,5% bedöms vara måttlig. Medan sannolikheten för att de icke-monetariserade konsekvenserna ska kunna ändra resultatets rangordning till Ledningsalternativets fördel vid en räntesats på 1,4% bedöms som obefintlig.

Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. I detta fall kommer valet av åtgärd att ha inverkan över flera generationer eftersom tidshorisonten är lång. Åtgärderna har också externa effekter som kontinuerligt berör miljö och klimat över den analyserade tidshorisonten. Det finns därför motiv för att i enlighet med exempelvis Stern (2006) och Johansson & Krström (2018) överväga en lägre diskonteringsränta, för att inte värdera ner framtida effekter i för stor utsträckning i förhållande till dagens kostnader. Som ovan beskrivits var ett skäl till att Stern (2006) i sin så ofta refererade och inflytelserika analys ("Review on the Economics of Climate Change") använde en relativt låg diskonteringsränta, var att en mycket lång tidshorisont är relevant i en analys av samhällsekonomisk lönsamhet av klimatåtgärder.

Tunnelalternativet bedöms därför sammantaget som det mest samhällsekonomiskt fördelaktiga åtgärdsalternativet för den framtida överföringen mellan Lund-Malmö.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Organisation	2
1.4	Avgränsning	3
1.5	Genomförande	4
2	Förutsättningar	5
2.1	Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne	5
2.2	Tidigare utredningar Överföring Lund-Malmö	6
3	Teori - samhällsekonomisk analys	7
3.1	Olika typer av ekonomiska värden	8
3.2	Kostnads-nyttoanalys	9
3.3	Diskontering och tidshorisont	10
3.4	Osäkerheter	11
4	Metodik	12
5	Överföringsalternativ	14
5.1	Referensalternativ –Ledningsalternativ	14
5.2	Tunnelalternativet	16
6	Identifierade effekter	19
6.1	Interna effekter VA SYD	20
6.1.1	Investeringskostnader	20
6.1.2	Förseningskostnader	20
6.1.3	Reinvesteringskostnader	20
6.1.4	Restvärde	20
6.1.5	Drift- och underhållskostnader	20
6.1.6	Utformning av Nya Sjölanda	20
6.1.7	Goodwill	21
6.2	Externa hälsoeffekter	21
6.2.1	Luftföroreningar	21
6.2.2	Buller	22
6.2.3	Olycksrisk	23
6.2.4	Infektionsrisk	23
6.3	Externa miljöeffekter	24
6.3.1	Näringsämnen	24
6.3.2	Klimatpåverkan	24
6.3.3	Naturområdespåverkan	25

6.4	Övriga effekter	26
6.4.1	Kulturvärdespåverkan	26
6.4.2	Markanspråk	27
6.4.3	Regionutvecklingsmöjligheter	27
6.4.4	Trafikstörningar	27
6.4.5	Skyddsobjekt	Fel! Bokmärket är inte definierat.
6.4.6	Anslutningsmöjligheter	28
6.4.7	Fyllnadsmassor	28
7	Konsekvensanalys	30
7.1	Interna effekter VA SYD	30
7.1.1	Investeringskostnader	30
7.1.2	Förseningskostnader	31
7.1.3	Reinvesteringskostnader	33
7.1.4	Restvärde	34
7.1.5	Drift- och underhållskostnader	35
7.1.6	Utformning av Nya Sjölanda	36
7.1.7	Goodwill	36
7.2	Externa hälsoeffekt	37
7.2.1	Luftföroreningar	37
7.2.2	Buller	41
7.2.3	Olycksrisk	44
7.2.4	Infektionsrisk	44
7.3	Externa miljöeffekter	45
7.3.1	Näringsämnen	45
7.3.2	Klimatpåverkan	48
7.3.3	Naturområdespåverkan	53
7.4	Övriga effekter	55
7.4.1	Kulturvärdespåverkan	55
7.4.2	Markanspråk	56
7.4.3	Regionutvecklingsmöjligheter	61
7.4.4	Trafikstörningar	62
7.4.5	Skyddsobjekt	Fel! Bokmärket är inte definierat.
7.4.6	Anslutningsmöjligheter	64
7.4.7	Fyllnadsmassor	65
7.5	Sammanställning av konsekvenser	65
8	Resultat	67
8.1	Nettonuvärde	67
8.2	Känslighetsanalys	70
8.3	Icke-monetära värden	72
9	Fördelningsanalys	75

10	Slutsatser	76
11	Referenser	78

Bilagor

Bilaga 1 - Schematiska flödesschema

Bilaga 2 - Emissionsfaktorer

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Malmö-Lundregionen och Sydvästra Skåne är en tillväxtregion och har en mycket stark befolkningstillväxt. Avloppsvattnets mängd ökar och dagens avloppsreningsverk kan inte ta hand om den ökande föroreningsmängden, samtidigt som miljölagstiftningen blir skarpare. I denna region studeras möjligheter till att samverka och samordna avloppsreningen. Både VA SYD och AB Malmöregionens Avlopp (ABMA) har ett intresse av att samordna och centralisera regionens avloppssystem, till Nya Sjölunda avloppsreningsverk. ABMA har ett behov av att förstärka kapaciteten i sitt ledningsnät från Hjärup in mot Sjölunda avloppsreningsverk, medan VA SYD planerar att avveckla Källby avloppsreningsverk i Lund och istället leda avloppsvattnet till Nya Sjölunda avloppsreningsverk.

VA SYD har därför valt att möta utmaningarna genom en regional satsning; "Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne" (VA SYD, 2020a).

Vid en avveckling av Källby står VA SYD, inför val av teknisk lösning för överföringen av avloppsvatten mellan Lund och Malmö. Två konceptalternativ har tagits fram för överföringen av avloppsvattnet från Lund till Malmö (Figur 1-1):

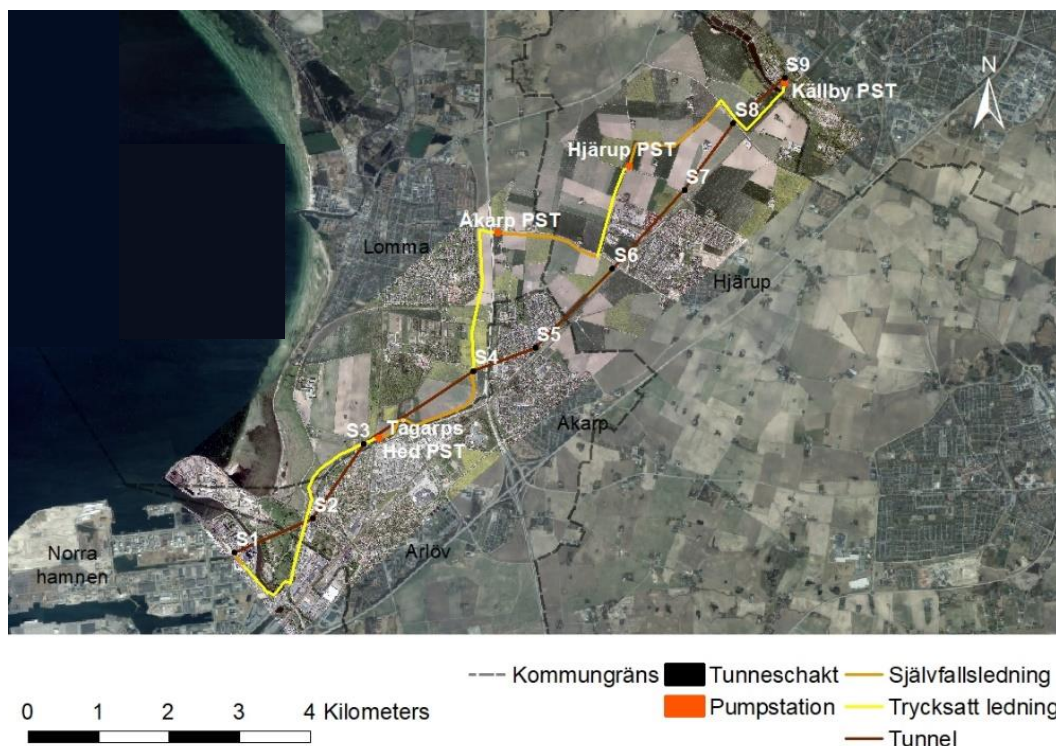
- Ledningsalternativet innefattar två parallella ledningar 1100 mm innerdiameter längs en sträcka på ca 14 km med fyra pumpstationer.
- Tunnelalternativet innefattar en tunnel med ca 3 m i innerdiameter längs en sträcka på ca 10 km som innefattar nio vertikala anläggningsschakter utmed sträckan (benämnda S1-S9)

Sweco har av VA SYD fått i uppdrag att ta fram denna kostnads-nyttanalys för att jämföra de två alternativen ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Swecos analys är baserad på två utredningar som studerat tunnelns och ledningens läge i plan och profil, byggharhet, tid och kostnader för anläggning samt risker.

Ledningsalternativet har utretts av WSP (2020a) och innefattar två parallella ledningar (1100 mm innerdiameter vardera) som anläggs utmed en ca 14 km lång ledningssträcka från Källby till Sjölunda reningsverk (Nya Sjölunda). Överföring kommer att vara trycksatt för ca 9 km och självfall för ca 5 km.

Tunnelalternativet utreds av Niras/Tyréns (2020a) och innefattar en ca 10 km lång borrhad tunnel med självfall från Källby till Sjölunda avloppsreningsverk. Tunnelns innerdiameter kommer att vara ca 3 meter och dess ytterdiameter ca 3,7 meter. Vid Sjölunda avloppsreningsverk kommer man med hjälp av pumpar lyfta avloppsvattnet till +6 m (RH2000).



Figur 1-1 Översiktskarta av överföringsalternativens sträckning från Lund (Källby) till Malmö (Nya Sjölanda).

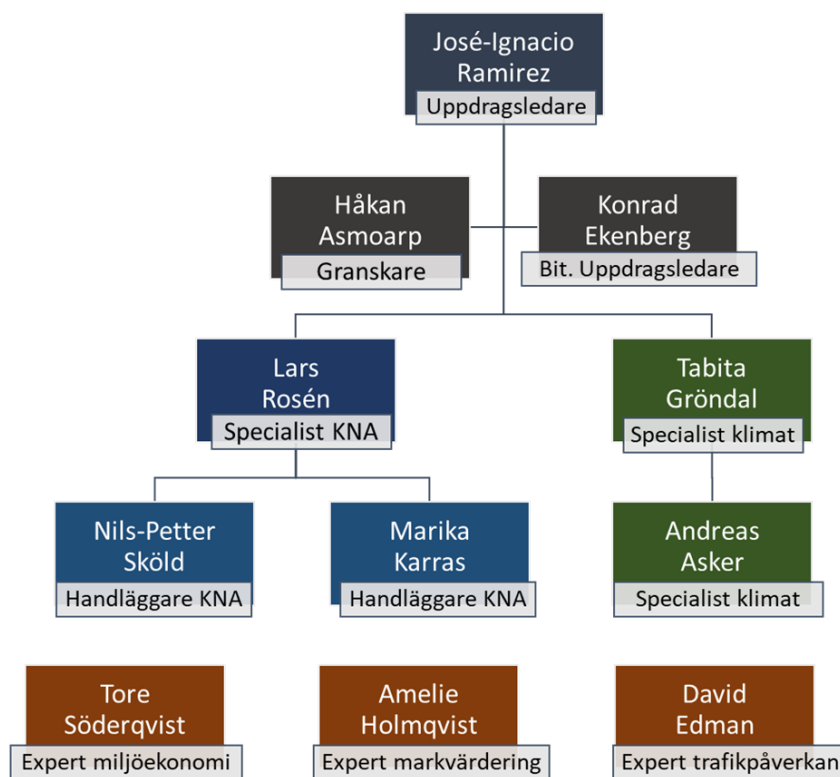
1.2 Syfte

Denna utredning syftar till att skapa ett beslutsunderlag i form av en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys som ska åskådliggöra vilket av de två överföringsalternativen (ledning eller tunnel) som ger upphov till mest nytta i förhållande till dess kostnader i samhället (i huvudsak den framtida Sydvästra skånska tillväxtregionen), i ett hundraårs perspektiv.

Det övergripande målet är att bidra till en transparent och hållbar beslutsprocess för VA SYD och rekommendera det alternativ som väntas vara mest samhällsekonomiskt lönsamt.

1.3 Organisation

Ett övergripande organisationsschema av medverkande i analysen från Sweco och VA SYD är sammanställt Figur 1-2.



Figur 1-2 Organisationsschema av medverkande från Sweco och underkonsulter. Från VA SYD har följande personer ingått i arbetsgruppen: Stefan Milotti (projektledare), Annika Sundström, Lena Hellberg, Charlotte Rask, Göran Johnsson, Jan Hartlén (beställarstöd)

1.4 Avgränsning

Kostnads-nyttoanalysen genomförs som en jämförelse mellan två överföringsalternativ, med fokus på alternativskiljande effekter. Att analysera det nuvarande systemet (ett s.k. nollalternativ), eller åtgärdernas effekter jämfört med det, har inte ingått i uppdraget. Tidigare studier har utgjort beslutsunderlag för att Källby avloppsreningsverk ska läggas ner och Lunds avloppsvatten överförs till Malmö.

Analysen utgår även från de linjesträckningar och dimensioner som tidigare har tagits fram av övriga konsulter. Det ingår inte i uppdraget att ändra dessa linjesträckningar eller dimensioner.

Avseende alternativens dimensionering har tillrinningsvolymerna som beskrivs i underlagsrapporterna antagits vara likvärdiga för hela den analyserade tidshorisonten (100 år). Medelflödet (huvudsakligen spillvatten) väntas öka med 1% per år med avseende på förväntad befolkningsökning i regionen.

Analysen har i huvudsak baserats på uppgifter som funnits tillgängliga hos VA SYD samt i tidigare genomförda utredningar. Denna analys, liksom i princip alla liknande

studier/analyser, har därmed fått baseras på delvis ofullständig information. Därför har osäkerheter så långt som praktiskt möjligt uppskattats för den data som används för analysen.

Analysen har, som ovan nämnts, gjorts för en tidshorisont på 100 år. Det har antagits att förhållanden vad gäller trafik, bebyggelse, etc. inte förändras under denna tidsperiod utöver vad som redan ingår i gällande översiktsplaner och fördjupade översiktsplaner.

1.5 Genomförande

Arbetet med kostnads-nyttoanalysen har utförts i samarbete med medarbetare på VA SYD i åtta steg, beskrivna 1-8 nedan:

1. Inläsning av material och förberedelse av Workshop
2. Gemensam workshop med VA SYD för att identifiera och beskriva de risker och effekter som alternativen kan väntas medföra, samt bestämma val av referensalternativ och tidshorisont.
3. Fördjupad beskrivning av alternativen och dess effekter baserat på resultaten från den inledande workshopen och övrigt underlagsmaterial
4. Sammanställning av projektkostnader från befintliga underlag från WSP och Niras/Tyréns
5. Upprättande av beslutsmodell och ekonomisk värdering av konsekvenser (utöver projektkostnader) i den utsträckning som det går utifrån schablonuppskattade litteraturvärden samt sakkunniga på Sweco, WSP, Niras/Tyréns och VA SYD
6. Beräkning av överföringsalternativens samhällsekonomiska nettonuvärde och kvalitativ utvärdering av konsekvenser som inte kunnat monetariserats, för att se vilken eventuell påverkan de kan medföra på resultatet. I tillägg utförs även en översiktlig fördelningsanalys över vilka aktörer som betalar för respektive drar nytta av åtgärderna.
7. Osäkerhets- och känslighetsanalyser av ingångsvariablers påverkan på nettonuvärdet utförs med hjälp statistisk simulering. Känslighetsanalyserna utförs för att ge vägledning om vilka kostnads-nyttoposter som kan vara mest angelägna att studera vidare för att minska resultatets osäkerhet.
8. Sammanställning av denna rapport

Metodiken för den samhällsekonomiska analysen är beskriven i kapitel 4.

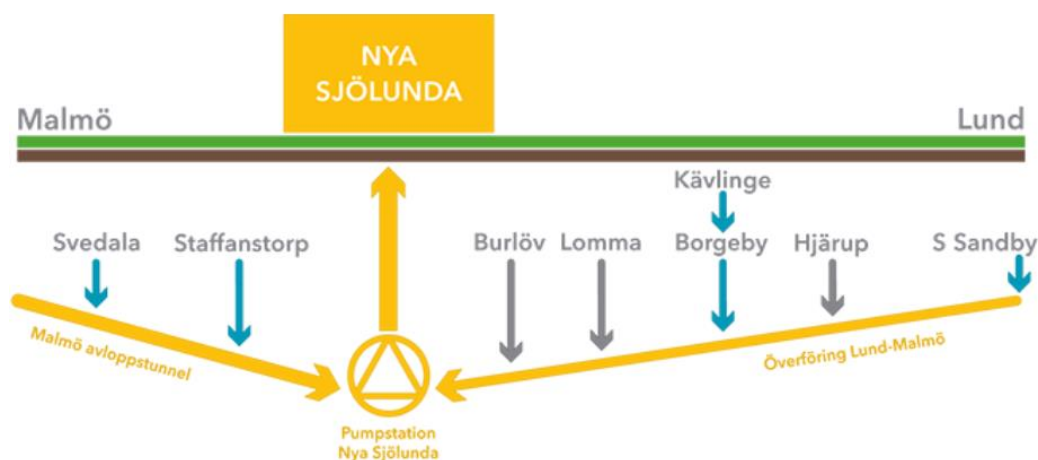
2 Förutsättningar

2.1 Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne

Malmö-Lundregionen har en mycket stark befolkningstillväxt. Avloppsvattnets mängd ökar och dagens avloppsreningsverk kan inte ta hand om den ökande föroreningsmängden, samtidigt som miljölagstiftningen blir skarpare. VA SYD har därför valt att möta utmaningarna genom en regional satsning; "Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne" (VA SYD, 2020a).

Tre stora byggprojekt är beroende av varandra för att lyckas med den regionala satsningen "Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne" och dessa planeras parallellt:

- Att bygga om och bygga ut Sjölunda ARV till en modern regional anläggning (Nya Sjölunda)
- Att bygga en avloppstunnel i centrala Malmö för att ersätta det befintliga tryckavloppssystemet
- Att bygga infrastruktur för att leda avloppsvatten från Lund till Malmö (från Källby till Nya Sjölunda), se sträckning Överföring Lund-Malmö i Figur 2-1.



Figur 2-1 Konceptuell illustration av "Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne" med Nya Sjölunda som nav i en regional lösning (VA SYD, 2020b). Grå pilar hänvisar till anslutningar i närtid och blå pilar hänvisar till möjliga framtida anslutningar (Södra Sandby kommer troligen inte inkluderas)

Reduktionen av antalet mindre reningsverk i regionen kommer att påverka hela regionens vattenmiljö positivt. Dels för att det renade vattnet från ett regionalt verk i Malmö späds ut i ett större Öresund, istället för i mindre vattendrag i inlandet där djur och växter påverkas mer negativt. Dels för att en regional anläggning möjliggör en satsning på både kapacitet och teknik, såsom avancerad läkemedelsrening för en kraftigt förbättrad vattenmiljö.

I Malmö moderniseras även det föråldrade och underdimensionerade tryckavloppssystemet under centrala Malmö med anläggandet av en avloppstunnel – för att kunna hantera ett större flöde och för att förebygga återkommande utsläpp av orenat avloppsvatten (vid större regn släpps i nuläget vatten ut från ledningarna innan det nått reningsverket, så kallat bräddning).

Ett inriktningsbeslut har tagits av Lunds kommunfullmäktige i december 2016 om att Källby ARV ska avvecklas före 2032 och att stadens avloppsvatten istället ska föras vidare till Malmö, som ett steg ”Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne”.

2.2 Tidigare utredningar Överföring Lund-Malmö

De utredningar som genomförts tidigare är:

- Avloppstunnel Källby-Sjölunda (Ramböll, 2019). Denna utredning innefattade första analys av Tunnelalternativet för ÖLM
- Wastewater tunnel (Avloppstunnel) Källby-Sjölunda (Niras/Tyréns, 2020a). Pågående uppdrag gällande Tunnelalternativet för ÖLM
- 6792 Överföring Lund-Malmö ledning Källby-Sjölunda, inklusive två tillhörande PM (WSP, 2020b). Denna utredning och PM nedan gäller en förprojektering och kostnadskalkyl för Ledningsalternativet
 - 6792 Överföring Lund-Malmö ledning Källby-Sjölunda Fördjupad förprojektering
 - 6792 Överföring Lund-Malmö ledning Källby-Sjölunda PM komplettering till Fördjupad förprojektering

3 Teori - samhällsekonomisk analys

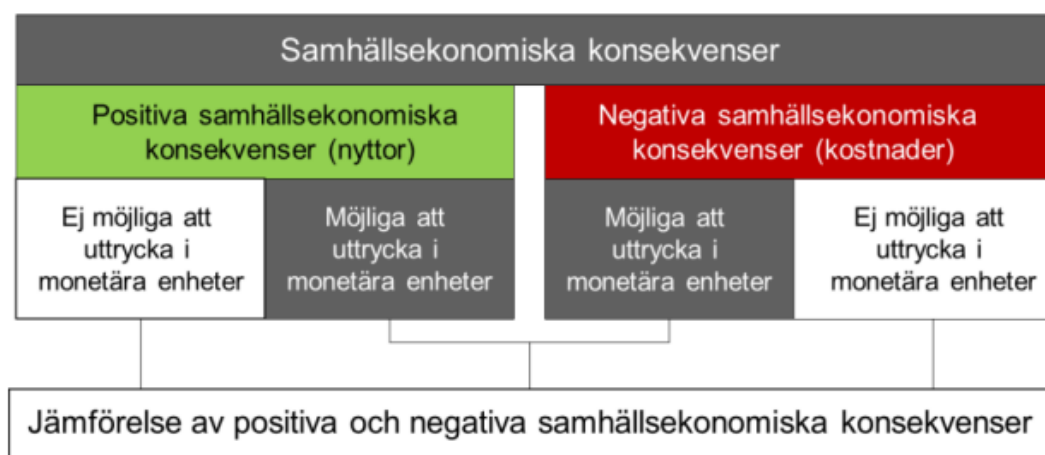
Samhällets resurser är begränsade och det ligger i samhällets intresse att utforma strategier och åtgärder som säkerställer en effektiv resursfördelning som tillvaratar så många behov som möjligt. Vid val av åtgärder är det därför viktigt att se till vilka samhällsekonomiska konsekvenser som respektive insats kommer att medföra.

Ett standardverktyg för att utvärdera samhällsekonomiska konsekvenser är kostnads-nyttanalyser (KNA), se exempelvis Trafikverket (2020a) eller Johansson och Kriström (2018). I en KNA jämförs positiva (nyttor) och negativa (kostnader) konsekvenser i samhället i förhållande till ett referensalternativ. Genom att värdera åtgärdernas nyttor och negativa konsekvenser i ekonomiska termer, i den utsträckning som det är möjligt, skapas en gemensam nämnare från vilken det är möjligt att jämföra och prioritera överföringsalternativen utifrån deras samhällsekonomiska lönsamhet.

Samhällsekonomisk lönsamhet kännetecknas av att summan av samtliga nyttor för alla berörda individer och företag överstiger summan av samtliga kostnader för alla individer och företag. I en samhällsekonomisk analys inkluderas både projektägarens (interna) och övriga samhällets (externa) konsekvenser. Den samhällsekonomiska analysen är således inte en analys av pengaflöden, utan pengar används istället som ett verktyg för att värdera välfärdsförändringar i samhället.

Tillvägagångssättet för en samhällsekonomisk analys illustreras övergripande i Figur 3-1.

Samhällsekonomiska analyser kan användas för att ge transparenta och övergripande underlag i beslutprocesser där utfallet väntas påverka samhället i stort.



Figur 3-1. Övergripande beskrivning av samhällsekonomiska nyttor och kostnader

En kostnads-nyttanalys bör även kompletteras med en analys av *fördelningseffekter*. En *fördelningsanalys* visar hur nyttor och kostnader fördelar sig på olika grupper/branscher/sektorer i samhället.

Det kan även vara viktigt att analysera politiska, administrativa och juridiska hinder och möjligheterna att genomföra olika handlingsalternativ. Analys/värdering av politiska, administrativa och juridiska hinder och möjligheter ligger utanför uppdraget.

Det är endast i undantagsfall som det går att uttrycka alla identifierade positiva och negativa effekter i monetära enheter. Om kriteriet för samhällsekonomisk lönsamhet är uppfyllt eller inte kan ofta endast delvis utvärderas genom en jämförelse av monetära mått. I jämförelsen måste även de samhällsekonomiska konsekvenser som inte har mätts i monetära termer vägas in, se Figur 3-1. I en KNA behöver därför effekter som inte värderats i ekonomiska termer beskrivas kvalitativt och åtföljas av en bedömning av i vilken grad de skulle kunna påverka utfallet i analysen. I detta uppdrag har därför också effekter som inte kunnat monetariserats bedömts kvalitativt, se avsnitt 8.3.

En kostnads-nyttoanalys är också ofta förknippad med osäkerheter på grund av ofullständigt underlag för de ekonomiska värderingarna. Det är därför viktigt att genomföra osäkerhets- och känslighetsanalyser för att utvärdera analysens tillförlitlighet som beslutsunderlag. I detta uppdrag har en osäkerhets- och känslighetsanalys utförts, se avsnitt 8.2.

3.1 Olika typer av ekonomiska värden

Det samhällsekonomiska värdet av resurser och tjänster kan uppskattas på flera olika sätt. Nedan beskrivs sju typer av värden som en åtgärd kan påverka, antingen positivt eller negativt:

- *Direkta användarvärden* är de värden som är direkt kopplade till nyttjandet av en resurs eller tjänst. Det kan t.ex. vara ett geografiskt område avseende produktion av mat eller spannmålsprodukter alternativt dess möjligheter för rekreationsaktiviteter.
- *Indirekta värden* genereras genom ett indirekt nyttjande av en resurs eller tjänst och kan t.ex. innefatta ett områdes bidrag till renare luft eller vatten.
- *Optionsvärden* är värdet av att kunna dra nytta av resurs eller tjänst i framtiden.
- *Altruistiska värden* är de värden som uppkommer från att även andra kan dra nytta av en resurs eller tjänst. En förbättrad vattenkvalité kan t.ex. vara värdefullt för flera olika intressenter.
- *Bequest värden* är värdet allmänheten sätter på att framtida generationer får ta del av eller uppleva en resurs eller tjänst, som t.ex. arkeologiska eller kulturella arv.
- *Existensvärden* innebär det värde en resurs eller tjänst anses ha enbart på grund av dess existens och är alltså oberoende av huruvida det nyttjas eller ej. Det kan t.ex. röra sig om det värde en person sätter till bibehållandet av en utrotningshotad art.
- *Hedoniska värden* syftar på de värden som uppstår från en resurs eller tjänsts påverkan på ens välbefinnande och vilka välbehag som den tillfredsställer.

8(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

Notera att en resurs eller tjänst kan omfattas av flera av dessa värden. Det bör betonas att en ekonomisk värdering i kvantitativa termer, d.v.s. en monetarisering, av en åtgärds konsekvens kan vara svår att göra. Flera av de ovanstående värdeslagen saknar i de flesta fall ett motsvarande marknadsvärde, varpå ytterligare ekonomiska värderingsmetoder kan behövas för att ge ett ekonomiskt mått på deras betydelse för samhället.

Exempel på ekonomiska värderingsmetoder kan bland annat innefatta *betalningsviljestudier* eller *avslöjade preferenser*. Den förstnämnda metoden undersöker vad man kan vara villig att betala för en viss vara eller tjänst som, i nuläget, saknar ett marknadsvärde. Det kan t.ex. röra sig om vad människor är villiga att betala för att förbättra en sjös vattenkvalité eller förbättra ett områdes tillgång till rekreationsaktiviteter. Medan *avslöjade preferenser* ser till hur en vara eller tjänst med ett satt marknadsvärde, som t.ex. fastighetspriser, förändras beroende på dess tillgång till en vara eller tjänst, som saknar ett direkt marknadsvärde som t.ex. närhet till natur och grönområden.

3.2 Kostnads-nyttoanalys

I en KNA vägs det totala värdet av en åtgärds identifierade nyttor mot det totala värdet av åtgärdens kostnader, för att se om dess nyttor är större än dess kostnader. Som ovan beskrivits mäts alla nyttor och kostnader mot ett referensalternativ.

Om en åtgärd förväntas att bidra med nyttor eller kostnader över en längre tidsperiod och om kostnader och nyttor då uppstår vid olika tidpunkter används en diskonteringsränta (se kapitel 3.3) över tidsperioden för att visa hur värdet av framtida nyttor och kostnader värderas idag. Diskonterade nuvärden beräknas för alla kostnader och nyttor och ett nettonuvärde (NNV) som är summan av alla nuvärdesberäknade kostnader minus alla nuvärdesberäknade nyttor kan således beräknas enligt:

$$NNV = \sum_{t=0}^T \frac{N_t - K_t}{(1+r)^t}$$

där T är den bestämda tidshorizonten, t är ett givet år, N_t är det givna årets aggregerade nyttor, K_t är det givna årets aggregerade kostnader och r är den tillämpade diskonteringsräntan.

Samhällsekonomisk lönsamhet kännetecknas av ett positivt NNV. Det vill säga att summan av samtliga nyttor för alla berörda individer och företag överstiger summan av samtliga kostnader för alla individer och företag. Med andra ord ska vågskålen med de totala nyttorna väga tyngre än vågskålen med de totala kostnaderna för att en åtgärd eller ett projekt skall vara lönsamt.

Notera att användningen av kostnads-nyttoanalyser främjar att effekter ska värderas i ekonomiska termer, vilket kan vara komplicerat för en del nyttor/kostnader. Om t.ex. en åtgärds NNV är negativt, så kan man beräkna det ekonomiska nettovärdet som dess icke-monetariserade nyttor och kostnader måste uppnå per år för att åtgärden ska vara lönsam, via:

$$N_{\text{Icke-monetariserad}} > \frac{-NNV_{\text{min}}}{\sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t}}$$

3.3 Diskontering och tidshorisont

Diskontering är ett vanligt begrepp inom samhällsekonomiska beräkningar. Det innebär en omräkning med hjälp av en räntesats för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte kan jämföras direkt med varandra. En diskonteringsränta används därför för att räkna om alla nyttor och kostnader i kostnads-nyttoanalysen till ett nuvärde.

Allmänt gäller att desto högre diskonteringsränta och desto längre fram i tiden en konsekvens inträffar desto lägre blir dess nuvärde. Om diskonteringsräntan däremot är noll värderas framtida kostnader och nyttor lika högt som dagens kostnader och nyttor.

Diskontering är en omdebatterad metod, eftersom kostnaderna för exempelvis en infrastrukturanläggning i huvudsak utfaller tidigt i anläggningens livstid medan nyttor från anläggningen är mera jämnt fördelade över hela anläggningens livstid.

För samhällsekonomiska beräkningar av infrastruktur rekommenderar Trafikverket en räntesats på 3,5 % (Trafikverket 2020), baserat på produktiviteten i samhället. I olika sammanhang där exempelvis hänsyn till rättvisa mellan generationer är en tungt vägande aspekt förordas lägre räntesatser eller fallande räntesatser över tid (se exempelvis Johansson och Kriström (2018)). I exempelvis den s.k. Stern-rapporten för samhällsekonomiska kalkyler av klimateffekter (Stern, 2006) rekommenderas en räntesats på 1,4 %. Diskontering i samhällsekonomiska kalkyler av klimatåtgärder diskuteras också ingående av exempelvis Söderqvist (2006). Där beskrivs hur det kan vara rimligt att använda räntesatser nära marknadsräntan för kortare tidsperioder, medan det kan vara försvarbart att använda lägre räntesatser för längre tidsperioder som berör flera generationer, se även Johansson & Kriström (2018).

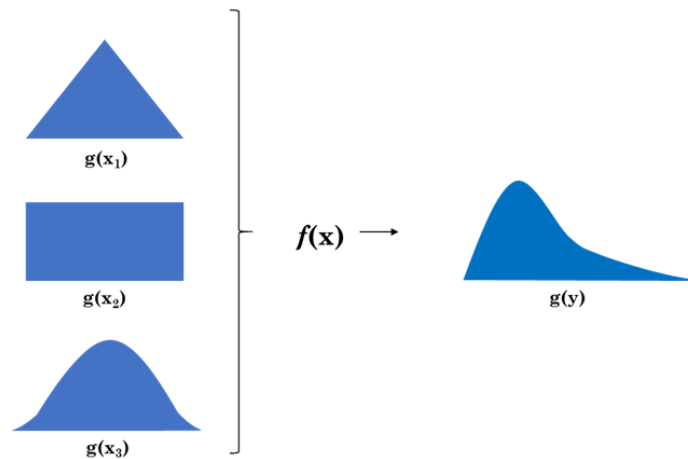
Valet av diskonteringsränta kan påtagligt påverka utfallet i en kostnads-nyttoanalys, såväl vad gäller nettonuvärdets absoluta storlek, men i vissa fall också rangordningen av alternativ. Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. Vid genomförandet av en kostnads-nyttoanalys kan det vara svårt att avgöra vilken räntesats som ska användas. I sådana fall är det lämpligt att genomföra en känslighetsanalys med olika diskonteringsräntor och på så vis undersöka hur slutresultatet varierar med valet av räntesats.

Tidshorisonten är också av stor betydelse bl.a. eftersom en längre tidshorisont innebär att åtgärden medför potentiella nyttor under en längre tid. I analyserna antas vanligen att förhållanden rörande bebyggelse, markanvändning, samhällsfunktioner, m.m. är konstant under den valda tidshorisonten. Vid en lägre diskonteringsränta kan tidshorisontens längd ha stor inverkan på analysens utfall.

3.4 Osäkerheter

Vid samhällsekonomiska analyser finns ofta osäkerheter kring dess ingående variabler, som t.ex. vad en faktisk anläggningskostnad kan komma att uppgå till eller hur stor effekt som en åtgärd kommer att medföra.

Genom att representera osäkerheter i analysens ingångsvariabler med osäkerhetsfördelningar kan man beräkna utgångsvariabelns kombinerade osäkerhet, via t.ex. Monte Carlo-simulering (Figur 3-2). Det är en metod som baseras på ett slumpmässigt urval av värden från respektive ingångsvariabelns fördelning ett visst antal gånger (iterationer). Dessutom möjliggör också detta arbetssätt att känslighetsanalyser kan utföras för att utvärdera hur stor påverkan respektive ingångsvariabel har på resultatvariabelns (exempelvis nettonuvärdets) osäkerhet.



Figur 3-2. Konceptuell illustration av Monte Carlo-simulering, där osäkerheter i ingångsvariablerna ($x_1 - 3$) skapar en kombinerad osäkerhetsfördelning för utgångsvariabeln (y)

I denna utredning har Monte Carlo-simuleringar utförts i Excel, med hjälp av plug-in programmet @Risk, för 10 000 iterationer, där ingångsvariablernas respektive fördelningar har baserats på information från litteraturvärden, underlagsrapporter (från WSP, Niras/Tyréns) och erfarenhetsbaserade uppskattningar av sakkunniga på Sweco, och VA SYD.

4 Metodik

Kostnadsnyttoanalysen har övergripande utförts i fem steg:

1. Inledningsvis beskrivs överföringsalternativ och referensalternativ och vilka effekter de förväntas medföra både i anläggningskedje och drift identifieras. Se kapitel 5 och kapitel 6.
2. Steg två innefattar bedömning av effekternas konsekvenser i samhället och utvärdering om de kan ses som positiva (nyttor) eller negativa (kostnader). Se kapitel 7.
3. I steg tre monetariseras, i den utsträckning som det är möjligt, överföringsalternativens konsekvenser och dess nettonuvärden beräknas. Se kapitel 7 och kapitel 8.
4. I steg fyra utförs känslighetsanalyser med hänsyn till ingångsvariablernas osäkerheter, samt utvärdering av eventuell påverkan på resultatet från icke-monetariserade nyttor och kostnader. Se kapitel 8.
5. Steg fem innefattar en översiktlig fördelningsanalys över vilka aktörer som betalar respektive drar nytta av åtgärderna. Se kapitel 9.

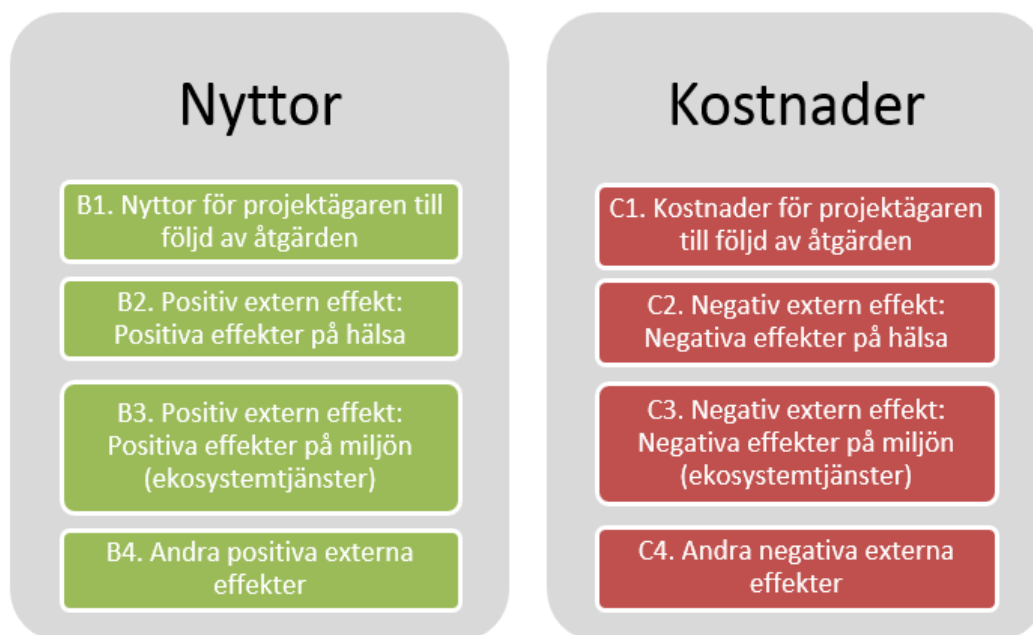
Distinktionen mellan "effekt" och "konsekvens" är baserad på 6 kap. miljöbalken¹ där "effekt" definieras som den förändring som uppkommer i omgivningen, medan "konsekvens" beskriver omfattningen av denna förändring.

Identifierade effekter har även kategoriserats beroende på om de bedöms påverka projektägaren internt eller om de bedöms påverka övriga samhället (d.v.s. externa effekter). Fyra kategorier (1-4) har använts i denna analys:

1. *Interna effekter* är de effekter som påverkar projektägaren
2. *Externa hälsoeffekter* är de externa effekter som påverkar samhället och dess invånares hälsa
3. *Externa miljöeffekter* är de externa effekter som påverkar miljön och naturens förmåga att generera ekosystemtjänster
4. *Övriga externa effekter* är de externa effekter som inte kan kategoriseras i ovanstående tre kategorier och kan t.ex. involvera trafikstörningar eller plan- och markfrågor.

Effekter som bedömdes medföra positiva konsekvenser i förhållande till referensalternativet kategoriserades som nyttor medan effekter som bedömdes medföra negativa konsekvenser i förhållande till referensalternativet kategoriserades som kostnader, illustrerat i Figur 4-1.

¹ Prop. 2016/17:200 Miljöbedömningar, s. 75-76



Figur 4-1 kategorisering av nyttor och kostnader

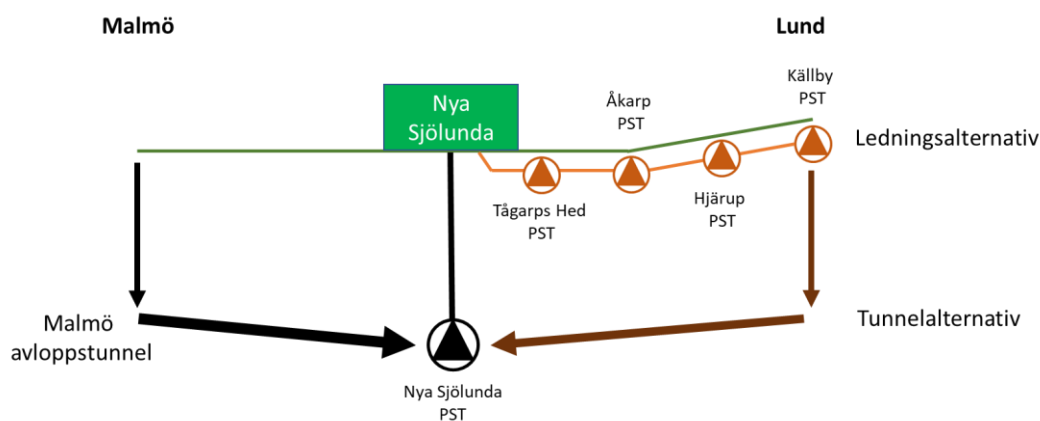
Nyttor och kostnader sammanställdes över tidshorisonten till ett nettonuvärde, enligt kapitel 3. Ett positivt nettonuvärde indikerar att åtgärden är en lönsam investering ur ett samhällsperspektiv, medan ett negativt nettonuvärde indikerar att referensalternativet är att föredra.

5 Överföringsalternativ

Två överföringsalternativ har utvärderats i analysen; ledning och tunnel. Tidigare utredningar har visat att det finns ett stort samhällsekonomiskt värde av att utveckla Källby reningsverk och leda avloppsvattnet till Malmö (Nya Sjölunda) (VA SYD, 2016). Analysens referensalternativ ska därför inte ansättas till nollalternativet, utan har istället valts till det alternativ som har lägst projektkostnad (sammanställda i avsnitt 7.1.1); Ledningsalternativet.

Utvärdering av alternativens konsekvenser kommer därför att göras i förhållande till varandra, där nyttor och kostnader utvärderas utefter hur mycket bättre eller sämre som Tunnelalternativet förväntas prestera gentemot Ledningsalternativet.

Figur 5-1 visar en konceptuell bild över de två överföringsalternativen. Ledningsalternativet är illustrerat i orange och Tunnelalternativet i brunt. Malmö avloppstunnel, illustrerat i svart, kommer att anläggas oberoende av val av överföringsalternativ. Åtgärderna förväntas skilja sig åt i såväl lagringskapacitet som förväntat maxflöde och anläggningsdjup. I kommande kapitel har de viktigaste förutsättningarna för respektive alternativ sammanfattats, med särskilt fokus på alternativskiljande aspekter. För mer detaljer hänvisas till de enskilda utredningarna från WSP (2020a) och Niras/Tyréns (2020a).



Figur 5-1 Konceptuell bild av de två överföringsalternativen baserad på bild från VA SYD (2019a) se även bilaga 1 där anslutningar till överföringsalternativen framgår.

5.1 Referensalternativ –Ledningsalternativ

Ledningen är dimensionerad för ett maxflöde på 2500 l/s och kommer att innefatta två parallella ledningar om 1100 mm innerdiameter. Den ca 14 km långa ledningssträckan kommer att anläggas på ca 3-4 m djup och med 5 m avstånd mellan ledningarna (WSP, 2020a).

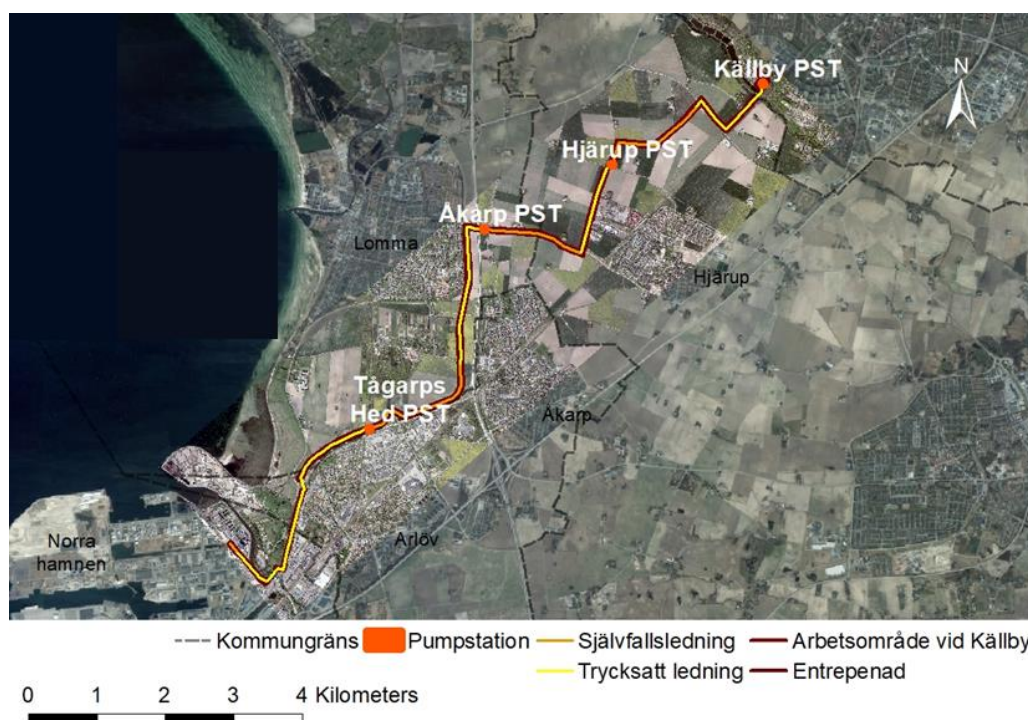
Ett utjämningsmagasin om 10 000 m³ kommer även anläggas vid Källby för att magasinera vatten vid högflöden och i den mån det är möjligt att reducera bräddningar.

Den dominerande jordarten i de översta ca 0,5-1 m längs den aktuella sträckan är moränlera, utöver södra delen som visat på jordlager bestående av fyllning. Det bedömda jorddjupet förväntas vara mer än 10 m.

Marken lutar svagt från Lund ned mot Malmö, men inte tillräckligt för ett fungerande självfall, då ledningarna i så fall skulle behöva anläggas väldigt djupt över den långa sträckan. Föreslaget är en kombination av självfallsledningar och tryckledningar. Målet är att avloppsöverföringen ska ske med självfall på så många sträckor som möjligt för att underlätta framtida anslutningar.

Ledningsalternativet passerar genom fem kommuner (Lund, Staffanstorps, Lomma, Burlövs och Malmö). Fyra pumpstationer kommer att anläggas utmed sträckan; Källby, Hjärup, Åkarp och Tågarps Hed (se Figur 5-2). Ledningsalternativet kommer även medföra att två befintliga pumpstationer behålls i drift vid Arlövs och Hjärup. Sex tillkopplingspunkter har föreslagits för det existerande avloppsvattensystemet utmed sträckan, för att ta emot vattnet från Källby, Borgeby/Kävlinge, Hjärup, Lomma, Åkarp/Burlövs och Arlövs. Ledningsalternativets flödesschema är illustrerat i Bilaga 1.

Ledningssträckan förväntas i nuläget att anläggas genom schaktfri förläggning vid följande passager; Höje å, väg 108, väg 896, väg E6, väg 874, Lommabanan, väg E6:1 västkustvägen, väg E6:1 och Sege å (WSP, 2020c).



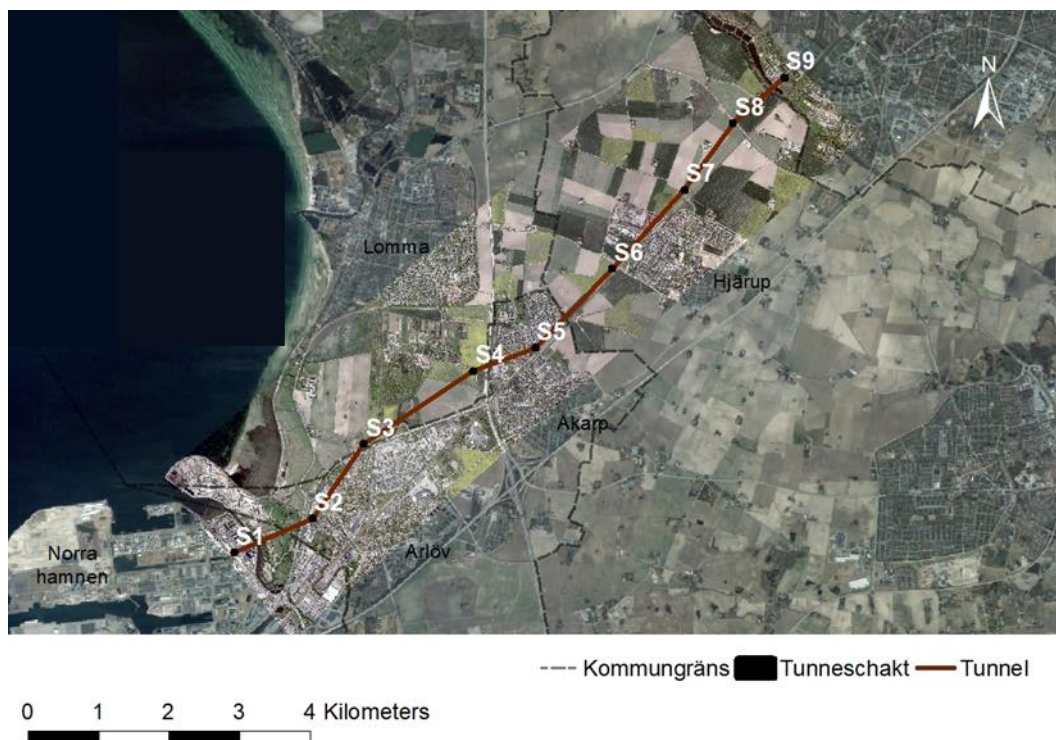
Figur 5-2 Översiktskarta av Ledningsalternativets sträckning och dess pumpstationer (PST)

Ledningsmaterial är ännu inte fastställt men antas i detta skede vara Weholite rör SN4 DN1200 för självfallsledningar och PE ledningar tryckklass PN6, SDR 26, DN1100 för tryckledning. PE-rör finns idag i dimensioner upp till 1200 mm i ytterdiameter och 22 meters längd. Skarvning av rören sker genom svetsning vilket ger dragsäkra fogar. PE-rör har även viss flexibilitet varför längre sträckor kan svetsas på marknivå för att sedan lyftas ned i schakten – ett förfarande som kan minska montagetiden något i förhållande till andra ledningsmaterial.

5.2 Tunnelalternativet

Förslag på tunnelsträckning från Källby i Lund (-11,43 m; RH2000) till Sjölundavägen i Malmö (-24,75 m; RH2000) är utformad i planläge och är ca 10,5 km på ca 30 meters djup och med en lutning på ca 0,13 % (Niras/Tyréns, 2020a). Tunnelalternativet passerar genom fem kommuner (Lund, Staffanstorps, Lomma, Burlövs och Malmö) och kommer innefatta fem tillkopplingspunkter för det existerande avloppsvattensystemet utmed sträckan vid Källby, Kävlinge, Hjärup, Lomma/Åkarp/ Burlöv och Arlövs (Figur 5-3).

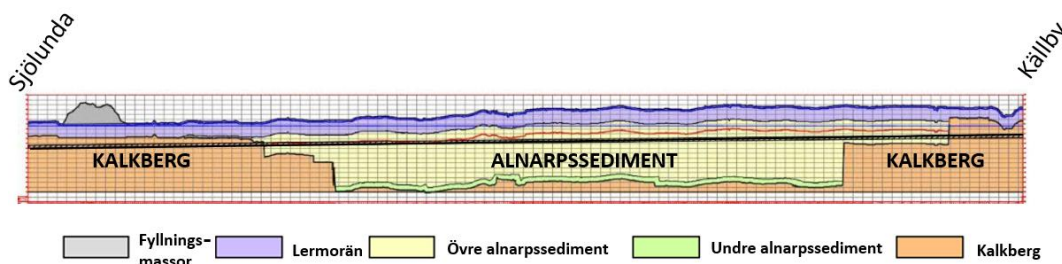
Tunnelalternativets flödesschema är illustrerat i Bilaga 1.



Figur 5-3 Tunnelns sträckning och placering av tunnenschakt med tillkopplingsmöjligheter till det existerande avloppsvattensystemet (Niras/Tyréns, 2020a).

Utifrån angiven sträcka har Tyréns och Niras tagit fram en geologisk modell. De yttliga jordlagren utgörs vanligen av moränlera med intermoräna skikt. En del av sträckan går

genom Alnarpsränkan som består av två huvudsakliga stratigrafiska enheter², se Figur 5-4. Utmed Tunnelalternativets sträckning är den övre ca 20-60 meter mäktig och består av glaciala och postglaciala sediment i en mängd olika fraktioner, mestadels finkornig sand, silt och lera. Den undre delen består huvudsakligen av 30–40 meter sand avsatt innan senaste istiden. Detta undre sandlager utgör tillsammans med kalkberget en viktig grundvattenakvifer.



Figur 5-4 Geologisk längdsektion för Tunnelalternativet (Niras/Tyréns, 2020a)

Hydraulisk modellering av framtida flöden från Lunds kommun har visat att tunnelschaktet i Källby ska kunna hantera maxflöde om 7 m³/s för att klara extremregn. Tunneln har därför dimensionerats med en innerdiameter till 3 m, motsvarande 7,07 m² i tvärsnittsarea, och en ytterdiameter om 3,7 m, motsvarande 10,75 m² i utgrävningsarea och 3,7 m² konstruktionsbetong per m tunnel. Tunnelns utformning kommer också medföra en magasineringskapacitet om ca 82 000 m³.

Pipe jacking med en TBM (tunnel boring machine) i spetsen har förordats som det bästa valet som tunneldrivningssystem (Figur 5-5). Detta beror dels på att det systemet klarar de befintliga förhållandena bäst, dels för att den lämpar sig bra för bedömd tunneldiameter. Pipe jacking medför dock att man maximalt kan driva tunneln ca 1500 m åt gången, vilket betyder att det behövs schakter om minst vardera 1500 m.

Metoden innebär att borrarutrustning och styrutrustning är placerade i maskinens front där borrhuvudet får berget att spricka och lossna. En konisk kross maler ned lossborrat berg. Borrkax kan avlägsnas med flera olika system. Vanligen används slurrysystem vid måttlig dimension. I startgrop finns domkraft som driver rör framåt, mellan start- och mottagningsgrop.

Utifrån ovanstående förutsättningar med ledning av de geologiska förhållandena, ett tunneldjup på ca 30 meter och ett vattentryck på 28 m, bedöms en closed face TBM (Tunnel Boring Machine) med EPB (Earth Pressure Balance) vara lämpligast för tunneldrivningen.

Anläggningsmaskiner för tunneldrivningen kommer att drivas med ström från elkraftsnätet.

² Stratigrafi betyder läran om lagerföljder och beskriver geologiska enheter (berg- och jordenheter) som utgör jordskorpan och deras indelning i användbara, karteringsbara enheter, så kallade strata (skikt och lager).

De vertikala schakternas utformning kommer behöva en innerdiameter på minst 11 meter. Detta är nödvändigt för att kunna lyfta pipe jacking maskinen och tunneldelarna upp och ner i schakten.

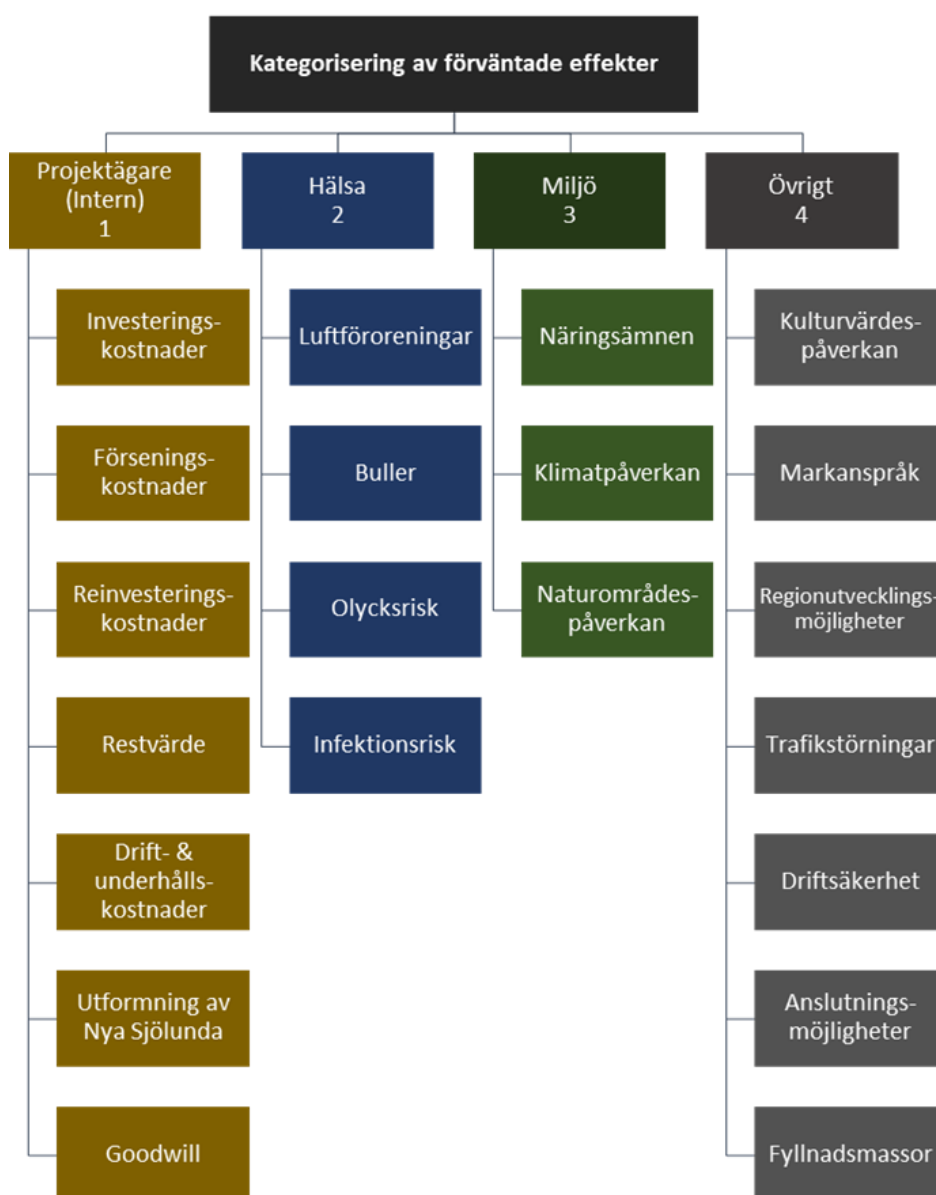


Figur 5-5 Pipe jacking (bild Wikimedia Commons)

6 Identifierade effekter

I detta kapitel beskrivs de identifierade effekter som de två analyserade överföringsalternativen förväntas medföra. Identifierade effekter har delats in i fyra kategorier (beskrivna i kapitel 4) enligt Figur 6-1.

Effekternas konsekvenser och utvärdering om de kan ses som positiva (nyttor) eller negativa (kostnader) beskrivs i kapitel 7.



Figur 6-1 Överblick av kategoriserade effekter.

6.1 Interna effekter VA SYD

Sju typer av interna effekter, effekter för projektägaren, har identifierats för de två överföringsalternativen: Investeringskostnader, Förseningskostnader, Reinvesteringskostnader, restvärde, Drift- och underhållskostnader, Utformning av Nya Sjölunda samt Goodwill.

6.1.1 Investeringskostnader

Investeringskostnader avser de kostnader som är kopplade till överföringsalternativens anläggningsarbete och innefattar alternativens byggkostnader, byggherrekostnader³, tillstånd, marksanering och eventuella oförutsedda kostnader.

6.1.2 Förseningskostnader

Avser de kostnader som kan uppkomma för VA SYD av diverse förseningsmoment som inte är inkluderade i alternativens investeringskostnader. Exempelvis myndighetsbeslut, konflikt med markägare eller försvårande omständigheter som leder till stopp i produktion.

6.1.3 Reinvesteringskostnader

Beroende på alternativens tekniska livslängd och val av tidshorisont, kommer man att behöva inkludera återinvesteringar i kalkylen för vissa av alternativens komponenter. Reinvesteringskostnader avser således de återinvesteringar som kommer att behöva genomföras för att upprätthålla överföringsalternativens funktion under den analyserade tidsperioden. Det kan till exempel röra sig om att byta ut maskinella komponenter eller att rusta upp byggnader och ledningar.

6.1.4 Restvärde

Alternativens restvärde motsvarar det värde som förväntas kvarstå av deras investeringar och återinvesteringar efter att analysens tidshorisont har passerat.

6.1.5 Drift- och underhållskostnader

Driftkostnader innefattar personal-, energi och kemikaliekostnader, medan underhållskostnader avser de kostnader som är kopplade till att bibehålla överföringsalternativen i ett gott skick.

6.1.6 Utformning av Nya Sjölunda

Utformningen av Nya Sjölunda och dess tillhörande processer kan komma att vara kopplat till valet av överföringsalternativ. Alternativerna förväntas skilja sig åt i såväl lagringskapacitet som förväntat maxflöde, vilket potentiellt kan medföra skillnader på både reningsverkets dimensionering och drift.

³ Omfattning av byggherrekostnad går att se i underlaget från WSP respektive Niras/Tyréns

Valet av överföringsalternativ kan därför påverka både reningsverkets framtida investerings- och reinvesteringsbehov, så väl som dess driftkostnader.

Tunnelalternativet mellan Lund-Malmö medför större lagringskapacitet gentemot Ledningsalternativet. Den ökade lagringskapaciteten kan minska högflödesbelastningen vid Sjölanda avloppsreningsverk och medföra att mindre volymer kommer att behöva förbiledas vid reningsverket.

Tunneln kommer även möjliggöra samverkan med Malmö avloppstunnel då kraftiga nederbördshändelser inte förväntas att ske samtidigt i både Malmö och Lund. Lagringskapacitet i tunnel mellan Lund och Malmö kan därmed även användas för magasinering när det kommer ett stort regn i Malmö avloppstunnels tillrinningsområde.

6.1.7 Goodwill

Överföringsalternativen kan ge upphov till olika acceptans eller missnöje i samhället beroende på var, när och hur de utförs och vilken påverkan de medför på dess invånare. Överföringsalternativ som är allmänt accepterade och ses som något positivt av samhällets invånare och aktörer kan ses som att de medför ett positivt goodwillvärde för VA SYD, medan överföringsalternativ som medför ett allmänt missnöje kan ses som att medföra ett negativt goodwillvärde för VA SYD.

Exempel på negativa goodwillvärden kan till exempel uppstå om flera personer skulle insjukna från bräddat avloppsvatten eller att trafikstörningar blir för omfattande och långvariga eller att Alnarpströmmen blir förorenad vid anläggningsarbetet.

Goodwillvärdet är således starkt kopplat till övriga samhällsekonomiska effekter som redovisats i denna analys.

6.2 Externa hälsoeffekter

Fyra typer av externa hälsoeffekter har identifierats för de två överföringsalternativen: Luftföroreningar, Buller, Olycksrisk samt Infektionsrisk.

6.2.1 Luftföroreningar

Två typer av luftföroreningar har identifierats för överföringsalternativen. Den första typen berör de luftföroreningar som uppkommer under anläggningsarbetet från förbränning av fossila bränslen. Den andra typen berör eventuella utsläpp av svavelväte (H₂S) vid pumpstationer och luftningsventiler under alternativens drift.

Vätesulfid är en giftig gas som luktar ruttna ägg. Den bildas vid anaerob nedbrytning av avloppsvatten och förekommer bland annat i rötchammare eller i avloppsledning och -tunnlar. Vätesulfid är speciellt farligt eftersom det bedövar luktsinnet så att lukten inte märks efter en stund, vilket innebär att man inte märker att man vistas i en miljö med farligt höga halter (IVL, 2020). Utsläppta svavelväten från luftningsventiler och pumpstationer förväntas dock inte uppnå skadliga halter för personers hälsa, då de

snabbt späds ut i den omgivande luften, men kan medföra lukt- och obehagsproblematik för personer som vistas i närområdet.

Luftföroreningar från förbränning av fossila bränslen leder till ökad dödlighet genom ökad risk för hjärt- och lungsjukdomar och cancer, samt en ökad risk för fosterpåverkan, luftvägspåverkan hos barn, utveckling av allergi och utveckling av astma (Trafikverket, 2014)

Förbränning av fossila bränslen från anläggsmaskiner och transporter medför avgaser och partiklar som påverkar miljön och personers hälsa negativt så väl lokalt, regionalt som globalt. De mest omfattande utsläppen består av förbränningspartiklar, kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO_2), koldioxid (CO_2) samt VOC (Volatile Organic Compounds) (Trafikverket, 2020a).

Lokala effekter av luftföroreningar består främst av negativa hälsoeffekter för personer i utsläppskällans närhet, men innefattar också nedsmutsning och materiella skador på bebyggelse, maskiner etc. Märkbara lokala effekter uppstår främst i tätorter, eftersom de totala lokala effekterna beror på hur många personer som exponeras för luftföroreningarna samt hur många hus och annat material som utsätts för materiella skador.

Regionala effekter uppkommer från att luftföroreningar med lokala effekter omvandlas till nya föreningar som har andra egenskaper och effekter som sprider ut sig över större geografiska områden. Exempelvis ozonbildning eller kväve- och svavelföreningar.

Notera att den globala påverkan från förbränning av fossila bränslen framförallt uppkommer från utsläpp av CO_2 , vilket hanteras i avsnitt 6.3.2.

Detta avsnitt (6.2.1) avser de hälsoeffekter som åtgärdernas utsläpp av luftföroreningar förväntas medföra vid deras anläggningsarbeten, samt vilka besvär som lukt och obehag kan leda till i deras driftskede.

6.2.2 Buller

Buller definieras normalt som "icke-önskat ljud". Anläggningsarbete kan ge upphov till bullernivåer eller vibrationsnivåer som överstiger de rekommenderade nivåerna. Under byggskedet så är det framförallt vid spontning som man förväntar sig att ljudnivåer kommer att överskrida rekommenderade nivåer och leda till störningar för boende och passerande.

Tunnelalternativet kan även medföra stomljud under byggskedet om byggnader ovanför tunnelsträckningen står i kontakt med underliggande berg, antingen direkt eller via deras grundläggning som till exempel pålar. Stomljud är ett dovt mullrande som uppkommer vid själva borrhningen av tunneln och som kan fortplantas i byggnaders utrymmen som golv, väggar och tak (WSP, 2015). Baserat på erfarenheter från Citytunneln i Malmö väntas dock inte stomljud vara ett problem för boende utmed tunnelsträckningen med avseende på tunnelns dimensioner, bergtyp och markförhållanden.

22(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

Liknande förväntas inte heller något av alternativen medföra vibrationsstörningar eller vibrationsskador baserat på tidigare erfarenhet från Citytunneln i Malmö.

Buller kan beskrivas med ekvivalent- och maximalnivåer. Ekvivalentnivån är ett sammanvägt värde av ljudnivåer över en längre tid, medan maximalnivån beskriver förhållanden vid enstaka fordonspassager. Maximalnivån är vanligtvis det mått som passar bäst för att beskriv buller från järnvägstrafik, men också spontningsarbeten, på grund av dess tillfälliga störningskaraktär.

6.2.3 Olycksrisk

Under anläggningsarbetet av avloppsöverföringen från Lund-Malmö kommer det finnas en ökad risk för trafikolyckor. Dels på grund av överföringsalternativens transporter, för så väl material som massor. Dels på grund av att andra störningar i trafiken som avstängningar av körfält kan förväntas medföra en ökad olycksrisk.

Trafikolyckor har flera samhällseffekter. De kan dels leda till förlust av människoliv eller uppostringar på grund av fysiskt och psykiskt lidande för de skadade. De kan också resultera i materiella kostnader från skador på fordon och annan egendom samt sjukvårdskostnader och produktionsbortfall.

6.2.4 Infektionsrisk

Skillnader mellan alternativens dimensionering medför att de förväntas brädda olika mycket. Tunnelalternativet förväntas vara mer eller mindre fritt från bräddningar mellan Lund-Malmö tack vare dess stora kapacitet på 82 000 m³ medan Ledningsalternativet kan medföra viss bräddningsproblematik vid Källby och Burlöv pumpstation.

Bräddningar kommer dels medföra att förhöjda halter av näringsämnen som kväve (N) och fosfor (P) släpps ut vid bräddpunkterna, beskrivet i mer detalj i avsnitt 6.3.1. Dels medföra ökad infektionsrisk för personer som nyttjar vattnet kring bräddpunktens recipient för rekreativitet, som t.ex. bad eller simning.

Avloppsvatten tenderar att innehålla mängder av patogena organismer (som bakterier, virus och protozoer med flera) från insjuknade personers avföring. Under ett sjukdomsförlopp, från insjuknandet till dagar/veckor efter tillfrisknande, kan personers avföring innehålla mycket höga halter av patogener. Normalt sett avlägsnas merparten av dessa patogener vid avloppsreningsverket. Vidare medför naturlig inaktivering samt utspädning i recipienten att kvarstående patogenhalter i reningsverkets utgående vatten inte utgör ett problem.

Vid bräddningar av orenat avloppsvatten kan dock höga halter av patogener spridas från bräddpunkten till recipient och öka sannolikheten för att de personer som nyttjar vattnet i området insjuknar.

6.3 Externa miljöeffekter

Tre typer av externa miljöeffekter har identifierats för de två överföringsalternativen: Näringsämnen, Klimatpåverkan och Naturområdespåverkan.

6.3.1 Näringsämnen

Som nämnts ovan i avsnitt 6.2.4, kommer skillnader mellan alternativens dimensionering medföra att de förväntas brädda olika mycket. Tunnelalternativet förväntas vara mer eller mindre fritt från bräddningar mellan Lund-Malmö tack vare dess stora kapacitet på 82 000 m³ medan Ledningsalternativet kommer medföra viss bräddningsproblematik vid Källby och Burlöv pumpstation.

Förhöjda halter av näringsämnen från bräddat avloppsvattnet kan leda till att vattendrag som sjöar och hav drabbas av övergödning.

Övergödning kan medföra omfattande påverkan på vattendragens ekosystem och uppkommer när höga näringsämneshalter leder till ökad tillväxt av alger, exempelvis växtplankton. Mängden organiskt material ökar och när produktionen av organiskt material överstiger den normala konsumtionen i systemet kommer överskottsmaterialet inte att brytas ner. Stora bottenområden kommer då att drabbas av syrebrist och minskande mängder bottenlevande djur kan leda till att hela vattendragets ekosystem rubbas.

För sjöar så är det framförallt fosfor som är det avgörande näringsämnet för övergödningssproblematiken, då det sällan råder kvävebrist i dessa vattendrag, men för hav som Östersjön och Kattegatt så spelar även kväve en avgörande roll för en ökad tillväxt av alger.

Att begränsa övergödning är ett av svenska statens övergripande miljömål och Naturvårdsverket klassar också övergödning som det absolut största hotet mot havsmiljön.

6.3.2 Klimatpåverkan

Förenta nationernas klimatpanel (IPCC) kan med stor tillförlitlighet säga att mänskliga aktiviteter fram tills idag har medfört en höjning på cirka 1,0°C av den globala medeltemperaturen. Klimatförändringarnas effekter kommer t.ex. påverka biodiversiteten, dricksvattenförsörjning samt den ekonomiska tillväxten på olika sätt och kommer även att förvärras i takt med medeltemperaturen ökar (IPCC, 2018).

I takt med att klimatet blir varmare ökar riskerna för att självförstärkande icke-reversibla mekanismer (så kallade tipping points) ska uppkomma. Exempel på sådana risker är bland annat att temperaturhöjningarna kan medföra att den kraftfulla växthusgasen metan börjar sippra upp ur tinande tundra.

I juni 2017 beslutade Sveriges riksdag om ett klimatpolitiskt ramverk. Ramverket består av nya nationella klimatmål, en klimatlag som reglerar regeringens styrning, uppföljning och rapportering av klimatarbetet samt ett oberoende klimatpolitiskt råd. Som ett

24(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

långsiktigt mål har riksdagen beslutat att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. För att nå detta mål har flera etappmål beslutats för minskade växthusgasutsläpp samt ett särskilt sektorsmål för inrikes transporter.

Idag står bygg- och anläggningssektorn för en femtedel av Sveriges klimatpåverkan. Båda överföringsalternativen förväntas medföra en negativ påverkan på miljön i form av utsläpp av CO₂ och andra växthusgaser. Både under deras anläggningsarbete såväl som i deras driftskede.

Alla delar av överföringsalternativens anläggningsarbete medför någon form av CO₂-avtryck. Så väl material, anläggningsmaskiner som transporter. Vidare kommer även alternativens energiförbrukning medföra en negativ klimatpåverkan beroende på vilken elmix som kommer att användas.

6.3.3 Naturområdespåverkan

Beroende på var och hur överföringsalternativens anläggningsarbete utförs så kan de påverka flera olika typer av naturvärden och ekosystemtjänster i så väl vatten som på land. Exempel på naturvärden kan till exempel vara fridlysta djur och växtarter eller värdefulla landskap. I Sverige skyddas naturvärden genom instiftelse av olika naturskyddsområden som bl.a. strandskydd, naturreservat, nationalparker eller Natura2000-områden med flera.

Upprättande av dessa områden kan till exempel bero på att man vill:

- bevara biologisk mångfald
- vårda och bevara värdefulla naturmiljöer
- tillgodose behov av områden för friluftslivet
- skydda hotade eller fridlysta djur- och växtarter
- skydda, återställa eller nyskapa värdefulla naturmiljöer
- skydda, återställa eller nyskapa livsmiljöer för skyddsvärda arter.
- skydda värdefulla landskap
- bevara naturminnen

Eventuella störningar eller skador på ovanstående naturvärden kan medföra samhällsekonomiska kostnader beroende på vad som påverkas och i vilken omfattning. Ett vårdslöst anläggningsarbete kan potentiellt medföra irreversibla konsekvenser som till exempel förlust av en eller flera djur- eller växtarter. I Sverige är dock sannolikheten för att något sådant ska inträffa liten, tack var lagstiftning och skyddsföreskrifter.

För överföringsalternativen så är det framförallt Ledningsalternativet som förväntas medföra tillfällig negativ påverkan på eventuella intilliggande naturvärden.

Som nämnt i avsnitt 6.1.1 så har de interna kostnaderna för att hantera, och i den mån det går att undvika, överföringsalternativens negativa påverkan på naturskyddsområden beräknats och inkluderats i alternativets projektkostnad. Dessa beräkningar beaktar dock inte det fullständiga samhällsekonomiska värdet av överföringsalternativens naturvärdespåverkan varför de också identifierats/inkluderats i analysen som en extern miljöeffekt.

6.4 Övriga effekter

Sju typer av övriga externa effekter har identifierats för de två överföringsalternativen: Kulturvärdespåverkan, Markanspråk, Regionutvecklingsmöjligheter, Trafikstörningar, Driftsäkerhet, Anslutningsmöjligheter, Fyllnadsmassor

6.4.1 Kulturvärdespåverkan

Kulturarv hjälper samhället att förstå dess kulturhistoria och är viktiga för kommande generationer. Arkeologiska kulturarv utgörs av det som tidigare generationer skapat och har olika värden beroende på hur vi uppfattar, tolkar och för det vidare. Det kan omfatta fornminnen, byggnader, landskap m.fl.

Undermarkskonstruktioner som ledningar och tunnlar är dolda i driftskedet. De förväntas därför endast medföra temporär påverkan på kulturvärden som landskapsbild eller mänskliga traditioner/beteenden under anläggningsarbetet.

För kulturvärden som arkeologiska fynd och forn lämningar är dock sannolikheten större att påverkan kan bli irreversibel. Kulturvärdespåverkan begränsas därför till arkeologiska fynd och forn lämningar i denna utredning.

Anläggningsarbeten som påträffar okända arkeologiska fynd kommer med stor sannolikhet bli stillastående tills fyndet har grävts fram. I bästa fall går det att förflytta till en annan plats, som t.ex. ett museum, men i värsta fall behöver alternativet läggas om för att inte skada platsen. Det sagt, så betyder det inte att de måste innebära en samhällskostnad. Beroende på värdet av det funna kulturarvet så kan dess samhällsnytta överstiga de uppkomna stillestånds- och eventuella omförläggningkostnader som de kan medföra.

Kulturarv kan till exempel generera värden för samhället genom turism. Direkt och indirekt kan turism innebära en intäktskälla för ett samhälle om fornminnena visar sig vara av betydelse för en nation eller för världen. Värdet av ett arkeologiskt fynd kan klassas på UNESCOs världsarvslista.

I vissa fall kan värdefulla kulturminnen skadas eller till och med förstöras vid anläggningsarbeten. Skadade eller förstörda kulturarv leder till att dagens och framtidens samhälle går miste om deras potentiella värde. Detta bedöms dock som osannolikt, utan det är framförallt stilleståndskostnader som man kan förvänta sig kan uppkomma om okända arkeologiska fynd skulle påträffas.

26(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

6.4.2 Markanspråk

Skillnader mellan överföringsalternativens utformning medför att de kommer leda till olika omfattning i markanspråk.

Ledningsalternativet kommer att vara placerat nära markytan med en täckhöjd på ca 2-3 meter. Det är således skyddat från direkt åverkan av markens jordlager, och personer och verksamheter förväntas inte hindras i sitt dagliga arbete. Ledningen kommer dock fortfarande vara känsligt för åverkan vid t.ex. anläggningsarbeten av bostäder eller industrier. Ett skyddsavstånd på ca 30 meter kommer därför att behöva implementeras för att skydda ledningen från vibrationsskador eller ledningsbrott samt för att det ska vara möjligt att komma åt ledningen i framtiden.

Skyddsavståndet medför således ett markanspråk på ca 30 m² per meter ledning, vilket kan hindra diverse planfrågor i de kommuner som ledningen passerar. Vidare kommer även pumpstationer medföra ett markanspråk/skyddsavstånd för att förhindra otillåtna personer från att göra intrång och eventuella sabotage.

I jämförelse förväntas Tunnelalternativets markanspråk vara betydligt mindre. Tunneln kommer endast medföra marknära markanspråk vid dess schaktsöppningar, samt förhindra anläggandet av geotermiska brunnar inom en skyddszon på 10 meter utmed tunnelns sträckning. Det sagt, så kommer det å andra sidan att medföra ett undermarksanspråk som inte ledningen kommer att medföra.

I dagsläget finns det mindre motstående intressen kopplat till undermarksanspråk än vanligt markanspråk, men beroende på framtida samhällsutveckling och hur mycket man kommer att utnyttja undermarksutrymmen i framtiden, så kan detta komma att ändras.

6.4.3 Regionutvecklingsmöjligheter

Som nämnt ovan i avsnitt 6.2.4 och 6.3.1 så kommer det finnas stora skillnader mellan alternativens dimensionering och således också deras kapacitet. Tunnelalternativet förväntas vara mindre begränsat att hantera en ökad belastning (flöden) från Lund och andra tillkopplade kommuner gentemot Ledningsalternativet tack vare dess stora innerdiameter och tillkommande kapacitet.

Tunnelalternativet har en kapacitet på ca 82 000 m³ och kunna hantera ett högsta flöde på ca 7 m³/s. I jämförelse förväntas Ledningsalternativet medföra en lagringskapacitet på ca 10 000 m³ och kunna hantera ett högsta flöde på ca 2,5 m³/s.

Beroende på vilken regionutveckling och befolkningsökning som de tillkopplade kommunerna kommer att se i framtiden, kan således Ledningsalternativet vara mer begränsande för deras framtida avloppsvatten-hantering än Tunnelalternativet.

6.4.4 Trafikstörningar

Anläggningsarbete kan ge upphov till trafikstörningar, beroende på var, när och hur arbetet sker. Dels från ett ökat antal transporter med tunga fordon, men framförallt vid platser som kräver att ett eller flera körfält stängs av.

Förseningar kan leda till potentiella produktionsförluster och förlorad arbetstid för privatpersoner. Sett till enskilda individer så uppnår dessa kostnader sällan stora belopp, men från ett samhällsperspektiv kan trafikstörningar leda till omfattande konsekvenskostnader.

6.4.5 Driftsäkerhet

Infrastrukturobjekt kan vara olika sårbara och innefatta olika typer av skyddsvärden.

En fungerande avloppsvattenhantering är en avgörande samhällsfunktion som bland annat hjälper till att reducera sjukdomsutbrott och minska samhällets belastning på miljön. Avloppsvattenhanteringssystem är framförallt sårbara vid pumpstationer och vid reningsverk, där skyddsåtgärder som till exempel instängsling och övervakningskameror i vissa fall kan vara motiverat. Även reservkraft kan behövas vid pumpstationer för att upprätthålla överföringens funktion.

Driftsäkerheten har utvärderats utifrån alternativens robusthet med avseende på att hantera interna händelser som exempelvis strömbrott och systemfel, men även externa händelser utifrån ett skyddsobjektsperspektiv.

Överföringsalternativen kommer att vara olika sårbara för såväl interna som externa händelser i deras driftskede. Ledningsalternativet kommer medföra att fler pumpstationer behöver efterse, medan Tunnelalternativet kommer medföra schakter för framtida underhåll av tunneln (S1-9 i avsnitt 5.2) där obehöriga personer eventuellt kan göra intrång.

6.4.6 Anslutningsmöjligheter

För att samordna och centralisera avloppsreningen i Malmö- och Lundregionen, till Nya Sjölanda, kommer kommuner behöva kunna ansluta sig till det regionala avloppssystemet. I första hand berör detta samhällen inom kommunernas verksamhetsområden, men även samhällen utanför kommunernas verksamhetsområden kan på sikt behöva koppla in sig på det regionala systemet.

Störst miljönytta från ett regionalt system uppkommer om man kan ansluta samhällen och fastigheter till avloppssystemet som vid anslutningstillfället endast har enskilda avlopp. Vidare så kan den sammantagna miljöpåverkan från ett stort reningsverk förväntas vara mindre än från många små. Dels på grund av det är enklare att driva ett reningsverk än många små men framförallt på grund av att det ställs högre krav på större reningsverk i deras tillstånd, än för de små verken.

För de två överföringsalternativen är det således bättre ju fler personer som kan förväntas ansluta sig till det regionala avloppssystemet.

6.4.7 Fyllnadsmassor

Båda överföringsalternativen kommer medföra stora mängder av massor som kommer att behöva transporteras bort under anläggningsarbetet. Normalt sett medför denna masshantering en extra kostnad. I vissa fall kan de till och med behöva transporteras

28(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

långa sträckor innan de kan lämnas av eller deponeras, om man inte kan hitta bra användningsområden för massorna i anläggningsarbetets närområde.

För överföringsalternativen mellan Lund och Malmö förväntas dock masshanteringen inte utgöra ett problem. Tvärtom kan det eventuellt medföra en nytta. Malmö hamn kommer behöva stora mängder av schaktmassor för utfyllnad av Norra hamnen, varför massor från anläggningsarbetet förväntas att tas till vara på där.

Massorna kan således eventuellt medföra en intäkt för projektet i sig men också vara en nytta för Malmö Stad. Dels för att kostnaden sannolikt kommer att vara lägre än för de massor som köps in från grustäkter och andra externa anläggningsprojekt. Och dels för att transporten av massorna sannolikt kommer att vara kortare än om de hämtas från andra platser och anläggningsarbeten.

7 Konsekvensanalys

I detta kapitel värderas ekonomiskt så långt möjligt de förväntade konsekvenserna från överföringsalternativens identifierade effekter (kapitel 6).

De samhällsekonomiska konsekvenserna har beräknats för en tidshorisont på 100 år och en diskonteringsränta på 3,5%, baserat på rekommendationer från ASEK 7 (Trafikverket, 2020a).

I kapitel 8 jämförs även tunnelalternativets beräknade nettonuvärde i förhållande till ledningsalternativet vid en diskonteringsränta på 1,4% för att se hur slutresultatet varierar med val av räntesats.

7.1 Interna konsekvenser VA SYD

7.1.1 Investeringskostnader

Alternativens beräknade investeringskostnader är sammanställda i Tabell 7-1. Notera att totalbelopp och osäkerhetsintervall av sammanställda kostnader skiljer sig något från de belopp som anges underlagsrapporterna, på grund av att alternativens sammantagna kostnader har beräknats med hjälp av Monte Carlo-simuleringar.

Ingångsvariablernas osäkerhetsintervall är ansatta som log-normalfördelningar, baserade på de min-maxintervall som beräknats i respektive rapport från Niras/Tyréns (2020a) för tunneln och WSP (2020a) för Ledningsalternativet. Log-normalfördelningen är lämplig, och används ofta, för att modellera osäkerheter i ekonomiska värden⁴. Log-normalfördelningarna specificeras här med två olika percentiler. Det rapporterade minvärdet har betraktats som ett minsta rimligt värde och representerar fördelningens 5-percentil (P5). Det beräknade högsta värdet har på motsvarande sätt betraktats som ett högsta rimligt värde och representerar fördelningens 95-percentil (P95). Som beskrivits ovan inkluderar detta alternativ: ledningar, en pumpstation och magasin vid Källby samt pumpstationer vid Hjärup, Åkarp och Tågarps Hed.

Ledningsalternativets investeringskostnad innefattar ett 20%-igt kostnadspåslag för oförutsedda kostnader medan Tunnelalternativet innefattar ett 15%-igt kostnadspåslag, uppskattade i respektive underlagsrapport utifrån erfarenheter från liknande projekt (WSP, 2020b och Niras/Tyréns, 2020a).

⁴ Se exempelvis: <https://www.investopedia.com/articles/investing/102014/lognormal-and-normal-distribution.asp>

Tabell 7-1 Alternativens sammantagna investeringskostnad (Mkr). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Tunnel	-	1662 (P5 = 1360; P95 = 2014)
Ledningar	694 (P5 = 576; P95 = 832)	-
Pumpstationer och magasin	119 (P5 = 103; P95 = 145)	-
Byggherrekostnader	207 (P5 = 109; P95 = 197)	47 (P5 = 37; P95 = 60)
Total investeringskostnad	1020 (P5 = 889; P95 = 1172)	1709 (P5 = 1405; P95 = 2063)

7.1.2 Förseningskostnader

Ett antal händelser som kan medföra förseningskostnader för projektet har identifierats och utvärderats för Ledningsalternativet (Prolog, 2018). De mest påtagliga förseningsriskerna innefattar:

- Påverkan på dikningsföretag – kan medföra att dikningsföretag omprövas eller tillståndsprövas
- Konflikt med markägare – kan medföra att ledningsrätten prövas i miljödomstol för berörda fastigheter.
- Stopp i produktion vid Spillepengsgatan – kan till exempel bero på att man inte identifierat alla befintliga ledningar utmed delsträckan.
- Påträffande av Svarte Hjärup⁵ utmed ledningssträckan – kan leda till att omfattande arkeologiska utgrävningar behöver genomföras innan anläggandet av ledningen kan genomföras.
- Större grundvattensänkning än tillstånd – kan medföra att nytt tillstånd behöver sökas under produktionsfasen.

Det har inte utförts en liknande riskanalys för Tunnelalternativet. I samband med denna KNA har dock tillämpligheten för ovanstående förseningsrisker för Tunnelalternativet diskuterats med experter från Niras/Tyréns. Det bedöms att endast sista risken, större grundvattensänkning än tillstånd, är aktuell för Tunnelalternativet – om än mycket osannolik. För ytterligare risker som diskuterats för tunneln, se text under Tabell 7-2.

⁵ Svarte Hjärup är en bytomt vars exakta lokalisering i dagsläget är okänd, men som förväntas ligga i närheten av analyserad ledningssträcka.

Risikkostnaden kopplad till eventuella förseningar i projektet är beräknad genom att multiplicera sannolikheten för att en händelse inträffar med dess förväntade konsekvens. Alternativens sammantagna risikkostnader är sammanställda i Tabell 7-2.

Betafördelningar från 0 till 1 används för att representera osäkerhetsintervallet för riskhändelsernas sannolikhet, där de min- och max-värden som ansatts i riskanalysen för Ledningsalternativet (Prolog, 2018) motsvarar fördelningens 5- respektive 95-percentil. Händelsernas sannolikhetsnivåer redovisas utifrån en femgradig skala från *osannolikt* (bedöms inte inträffa) på <2%, till *inträffar sannolikt* (mycket troligt att det inträffar) på >45%.

Osäkerhetsintervall av bedömda konsekvenser utgår från log-normala fördelningar av de min- och max-värden (P5- och P95-värdet) som ansatts i den tidigare riskanalysen för Ledningsalternativet (Prolog, 2018). Händelsernas konsekvensnivåer, motsvarande de ansatta sannolikhetsnivåerna, bedömdes utifrån en femgradig skala, från *obetydlig* motsvarande konsekvenskostnad mellan 1-3 Mkr till *katastrofal* motsvarande konsekvenskostnad >100 Mkr.

Tabell 7-2 Alternativens risikkostnader (sannolikhet x konsekvens) kopplade till eventuella förseningskostnader (Mkr) . Respektive rad visar varje händelses medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Dikningsföretag överprövas	4 (P5 = 2; P95 = 7)	-
Konflikt med markägare	5 (P5 = 2; P95 = 10)	-
Stopp i Spillepengsgatan	2 (P5 = 1; P95 = 4)	-
Fornlämningar (Svarte Hjärup)	0 (P5 = 0; P95 = 1)	-
Större gv-sänkning än tillstånd	5 (P5 = 3; P95 = 8)	1 (P5 = 0; P95 = 3)
Total förseningsrisikkostnad	17 (P5 = 12; P95 = 23)	1 (P5 = 0; P95 = 3)

Ytterligare risker som har analyserats i samråd med VA SYD och Niras/Tyréns avseende Tunnelalternativet beskrivs nedan.

Tunnelexperter vid Niras/Tyréns bedömer att risken för tunnelkollaps eller marksättningar kommer vara nästintill obefintlig under så väl byggfasen som driftfasen, givet att tunneln

32(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

utformas efter föreslagen konstruktion (Niras/Tyréns, 2020a). De bedömer inte heller anläggandet av tunneln försvåras av att tunnelsträckningen passerar genom Alnarpsänkan (avsnitt 5.2 Tunnelalternativet).

Vidare bedömer de även att anläggning av tunneln inte kommer påverka grundvattenkvaliteten negativt, då man inte kommer använda kemiska injekteringsmedel vid passager med högre konduktivitet, utan istället anlägga tunneln med ett övertryck. Detta gäller även för passager med försvårade geologiska förutsättningar.

En framdrift av tunneln med övertryck kommer att medföra en högre anläggningskostnad och reducera anläggningshastigheten för berörda delsträckor. Niras/Tyréns bedömer dock att man redan tagit höjd för detta i så väl tidplan som kostnadskalkyl (avsnitt 7.1.1 Investeringskostnader), varför det inte inkluderas som en eventuellt tillkommande förseningskostnad. Detta gäller även för oförutsedda händelser, som exempelvis havererad TBM.

Riskkostnader i Tabell 7-2 tar endast hänsyn till projektinterna förseningskostnader och utvärderar inte möjliga förseningars kostnader kopplat till programmet "Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne" i stort. I takt med att projektering av de två överföringsalternativen fortgår, utreds även risker i allt mer detalj av VA SYD, varpå även påverkan på programmet kommer att utvärderas som beslutsunderlag i närtid.

7.1.3 Reinvesteringskostnader

Alternativens reinvesteringskostnader utgår från antagandet att återinvesteringar behöver genomföras efter att utrustningen/materialets tekniska livslängd har passerat.

Osäkerheten i teknisk livslängd representeras av beta-PERT⁶ fördelningar, genom att ansätta ett minsta troligt värde (5-percentil; P5), ett förväntat värde och ett högsta troligt värde (95-percentil; P95). Fördelningsmodellen beta-PERT är en vanlig och lämplig modell för att modellera osäkerheter i expertdata. Beta-PERT kan beskrivas som en "mjukare" triangelfördelning vilken ger större betoning på det mest troliga värdet och mindre vikt till fördelningens svansar.

Eftersom komponenters ekonomiska avskrivningstider generellt är kortare än deras faktiska tekniska livslängd, har VA SYDs ansatta genomsnittliga avskrivningstider bedömts vara de kortast troliga tekniska livslängderna (d v s P5-värdet) för respektive kostnadspost.

Kostnadsposternas bedömda tekniska livslängd har uppskattats enligt nedan:

- Tunnelns tekniska livslängd är uppskattad till att variera mellan 100-200 år med en förväntad teknisk livslängd på 120 år, utifrån Niras/Tyréns (2020a) rapport och uttalanden från deras tunnelexperter.

⁶ <https://www.riskamp.com/beta-pert>

- Ledningarnas och utjämningsmagasinets tekniska livslängd är uppskattad till att variera mellan 50-100 år med en förväntad teknisk livslängd på 70 år, utifrån uppgifter från Svenskt Vatten (2011) och att ledningarna har ett högt SDR-värde⁷.
- Pumpstationernas tekniska livslängd är antagen till att variera mellan 30-50 år med en förväntad teknisk livslängd på 40 år, med avseende på att såväl pumpstationernas byggnader som maskinella utrustning ingår i denna post. Maxvärdet är beräknat utifrån ett antagande om att byggnadskonstruktioner väntas innefatta en teknisk livslängd upp till 80 år och mekaniska komponenter väntas innefatta en teknisk livslängd upp till 20 år.

Analysen gör ett förenklat antagande att hela investeringen kommer att behöva återinvesteras efter att den tekniska livslängden har passerat.

Överföringsalternativens förväntade återinvesteringskostnad är sammanställd i Tabell 7-3 för en tidshorisont på 100 år och en diskonteringsränta på 3,5%.

Tabell 7-3 Alternativens förväntade reinvesteringskostnader (Mkr) för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5%. Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde med dess förväntade 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Diskonterad reinvestering tunnel	-	3 (P5 = 0; P95 = 0; P99 = 68)
Diskonterad reinvestering ledningar	62 (P5 = 0; P95 = 128)	-
Diskonterad reinvestering pumpstation och magasin	39 (P5 = 25; P95 = 57)	-
Total diskonterad reinvesteringskostnad	101 (P5 = 51; P95 = 169)	3 (P5 = 0; P95 = 0)

7.1.4 Restvärde

Överföringsalternativens samhällsekonomiska restvärde (R) har beräknats enligt ekvationen nedan utifrån antagande om jämn värdeminskning över tiden av det investerade kapitalet (Trafikverket, 2020a):

$$R = I \times \frac{n}{N}$$

⁷ SDR = ledningsdiameter dividerat med ledningens godstjocklek, det vill säga ett högt SDR-värde innebär en förhållandevis tunn godstjocklek i förhållande till ledningens diameter

I är överföringsalternativens investeringskostnad, n är alternativens återstående livslängd (antal år) vid kalkylperiodens slut och N är åtgärdens samhällsekonomiska livslängd (antal år), beskriven i avsnitt 7.1.3.

Genomförandet av reinvesteringarna, beräknade i föregående kapitel, medför att samtliga kostnadsposter innefattar ett restvärde vid kalkylperiodens slut. Nuvärdet av överföringsalternativens beräknade restvärde är sammanställt i Tabell 7-3.

Tabell 7-4 Beräknat nuvärde av alternativens förväntade restvärde (Mkr) för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5%. Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde med dess förväntade 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Diskonterat restvärde tunnel	-	14 (P5 = 0; P95 = 27)
Diskonterat restvärde ledning	13 (P5 = 2; P95 = 21)	-
Diskonterat restvärde pumpstation	2 (P5 = 0; P95 = 4)	-
Totalt diskonterat restvärde	15 (P5 = 4; P95 = 23)	14 (P5 = 0; P95 = 27)

7.1.5 Drift- och underhållskostnader

Överföringsalternativens drift- och underhållskostnader är sammanställda i Tabell 7-5. De är beräknade som punktvärden av och saknar därför osäkerhetsfördelningar (Niras/Tyréns, 2020a och WSP, 2020b). Drift- och underhållskostnader för de två befintliga pumpstationerna vid Hjärup och Burlöv är uppskattade av VA SYD utifrån historiska drift- och underhållskostnader.

De årliga drift- och underhållskostnaderna antas vara oförändrade under kalkylperioden, bortsett från energiförbrukning som väntas öka med 1% per år, med avseende på förväntad befolkningsökning i regionen (se avsnitt 1.4 Avgränsning). Energikostnaden är ansatt till 1 kr per kWh och personalkostnaden till 500 kr/h i likhet med motsvarande beräkningar i underlagsrapporterna (Niras/Tyréns, 2020a och WSP, 2020b).

Tabell 7-5 Alternativens förväntade drift- och underhållskostnader (Mkr/år).

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Energikostnad	2,2*	1,3*
Personalkostnad	0,6	0,2
Underhållskostnad	0,9	0,06
Total drift- och underhållskostnad	3,7	1,5

* väntas öka med 1% per år

7.1.6 Utformning av Nya Sjölunda

Utformningen av Nya Sjölunda kommer sannolikt inte att vara alternativskiljande. Reningsverkets föreslagna dimensioner kommer att vara samma för båda alternativen och möjliga skillnader i investerings- eller drift- och underhållskostnader bedöms därför i dagsläget vara marginella.

Det finns osäkerheter angående om val av överföringsalternativ kan påverka framtida utformning av Nya Sjölunda. Tidshorizonten för denna samhällsekonomiska analys är 100 år medan tidshorizonten för dimensioneringen av Nya Sjölunda är 30 år. Det innebär att Nya Sjölunda kan komma att utöka sin reningskapacitet upp till tre gånger under överföringsalternativens tekniska livstid.

Tunnelalternativet kommer medföra en större kapacitet gentemot Ledningsalternativet, men om det kommer att påverka framtida investerings och reinvesteringar vid Nya Sjölunda är i dagsläget okänt. Framtida investerings- och reinvesteringar vid Nya Sjölunda värderas därmed inte i denna utredning.

Det förväntas dock finnas miljömässiga skillnader mellan överföringsalternativen med avseende på Nya Sjölundas reningseffekt som beskrivs och värderas i avsnitt 7.3.1.

7.1.7 Goodwill

Det bedöms inte vara möjligt att utvärdera överföringsalternativens exakta påverkan på VA SYD:s goodwill i nuläget. Överföringsalternativens goodwill-värde bedöms snarare vara indirekt kopplat till värderingen av överföringsalternativens övriga effekter.

Det sammantagna värdet av överföringsalternativens externa kostnader kommer indikera om Tunnelalternativet förväntas medföra ett mer positivt eller mer negativt goodwill-värde i förhållande till Ledningsalternativet, där ett positivt värde indikerar ett mer positivt goodwill-värde och vice versa.

36(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

7.2 Externa hälsokonsekvenser

7.2.1 Luftföroreningar

Två typer av luftföroreningar har utvärderats för överföringsalternativen. Den första typen berör *luftföroreningar vid förbränning av fossila bränslen* som uppkommer under alternativens byggskede. Den andra typen berör *luftföroreningar från avloppsvattnets biologiska aktivitet* som medför utsläpp av svavelväte (H₂S) vid pumpstationer och luftningsventiler under alternativens drift.

Luftföroreningar vid förbränning av fossila bränslen – Överföringsalternativens anläggningsmaskiner och transporter av material och massor kommer medföra förbränning av fossila bränslen. Utsläpp av avgaser och partiklar kommer påverka miljön och personers hälsa negativt såväl lokalt, regionalt som globalt. Globala miljöeffekter uppstår från utsläpp av växthusgaser och behandlas separat i avsnitt 7.3.2.

Konsekvenserna av förbränning av fossila bränslen från anläggningsmaskiner har värderats utifrån deras förväntade utsläpp av kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM) med hjälp av Trafikverkets (2020a) värdering av luftföroreningars lokala och regionala effekter. Beräknade PM-halter antas endast innefatta PM_{2,5} då det framförallt är PM_{2,5} som uppkommer från avgaspartiklar medan PM₁₀ framförallt uppkommer från slitage vid vägtrafik. NO_x bedöms medföra regionala hälsoeffekter värderade till 1,5 kr/kg medan PM_{2,5} bedöms medföra lokala hälsoeffekter värderade till 6 900 kr/kg givet en generell nationell befolkningsexponering på 0,885 µg/m³ per person per kg PM (Trafikverket, 2020a).

För landsbygdsmiljö värderas endast regionala effekter medan tätortsmiljö bedöms motsvaras av summan av kostnaden för regionala effekter och lokala effekter (Trafikverket, 2020a).

Baserat på Figur 1-1 (översiktsskarta överföringsalternativens sträckning från Lund till Malmö) bedöms ungefär hälften av ledningssträckan och tunnelschakten att vara anlagda inom tätort och hälften på landsbygden.

Anläggningsmaskinernas utsläpp av NO_x och PM_{2,5} har beräknats utifrån gällande utsläppskrav för anläggningsmaskiner, förväntad motoreffekt, grävkapacitet och förväntad bränsleförbrukning per m³ enligt nedan.

För Ledningsalternativet väntas anläggningsmaskinerna ha en grävkapacitet på 55 m³ jord per timme och förbruka omkring 0,19 liter diesel per m³ (Trafikverket, 2020b). Den sammantagna volymen som behöver schaktas till och från ledningssträckan är beräknad av WSP (2020a) till ca 1 270 000 m³, vilket motsvarar ca 23 100 timmar eller 241 m³ diesel för anläggningsmaskinerna. Enligt SCB (2009) motsvarar en liter diesel ca 9,96 kWh, vilket medför en total energiförbrukning på ca 2 400 MWh.

Det bedöms inte vara möjligt att bestämma vilka exakta halter av NO_x och PM_{2,5} som grävmaskinerna kommer att släppa ut per kWh i dagsläget, då det kommer vara beroende på val av grävmaskin och entreprenör. Baserat på ovanstående grävkapacitet kan dock grävmaskinernas motoreffekt väntas vara inom spannet 56-560 kW. Vidare är

37(79)

EU:s utsläppskrav för arbetsmaskiner inom detta motoreffektsintervall 0,4 g NO_x per kWh och 0,015 g PM per kWh (Naturvårdsverket, 2018). I beräkningarna görs det konservativa antagandet att grävmaskinernas utsläpp är de samma som utsläppskraven. Det medför ca 960 kg NO_x och ca 36 kg PM_{2,5}, motsvarande upp till 126 000 kr i samhällskostnad.

Enligt tunnelexperter på Niras/Tyréns⁸ antas Tunnelalternativet inte medföra några omfattande luftföroreningar från dess anläggningsarbete då dess anläggningsmaskiner väntas drivas med ström från elkraftsnätet.

Konsekvenser av förbränning av fossila bränslen i samband med transporter för material och massor har utvärderats utifrån Trafikverkets (2020a) föreslagna marginalkostnad per transportkilometer för tunga fordon. Antalet transportkilometrar har beräknats med avseende på masstransporter till ca 322 000 km för Tunnelalternativet (Niras/Tyréns, 2020b). Ledningsalternativets transportkilometrar har beräknats till ca 519 000 km utifrån masshanteringsvolymerna (WSP, 2020b) och de sex transportpunkter som antagits i denna utredning; Källby PST, Väg 108, Hjärup PST, Åkarp PST, Tågarps Hed PST och Nya Sjölanda (Sweco, 2020).

Ledningsalternativets förväntade transportsträckor är beräknade utifrån att fyllnadsmassor (Fall B för kringfyllning och ledningsbädd) transporteras från Södra Sandby och att bortschaktade massor (Fall B) transporteras till Norra hamnen (WSP, 2020b). Medelvärde på transportsträckan för Fall B massor från Sandby är beräknat till 23 km enkel väg medan medelvärdet på transportsträckan för Fall B massor till Norra hamnen är beräknat till 9 km enkel väg. Föreslagna transportsträckor från respektive transportpunkt är beräknade i Trafik PM Avloppsöverföring Lund-Malmö (Sweco, 2020). Medelvärdet för transporter av uppschaktade och återfyllda (Fall A) massor är antaget till 3 km i båda riktningarna.

En avgränsning är gjord med avseende på transporter under byggproduktionsskede, där enbart transporter av massor har inkluderats i denna informationsmodul och inte transporter av material. Mer detaljer om avgränsningen finns i avsnitt 7.3.2 (Klimatpåverkan).

Marginalkostnaden för luftföroreningar från tung lastbilstrafik i alla trafikmiljöer innefattar kostnaden för utsläpp av kväveoxid, avgaspartiklar och slitagepartiklar och uppgår till i genomsnitt 0,10-0,16 kr/km beroende på lastbilens transportvikt (Trafikverket, 2020a). Lastbilarnas transportvikt är i nuläget okänd, varför en uniform fördelning har använts.

Samhällskostnaden för överföringsalternativets transporter är beräknad till 67 000 kr (P5 = 53 000 kr; P95 = 81 000 kr) för Ledningsalternativet och 42 000 kr (P5 = 33 000 kr; P95 = 51 000 kr) för Tunnelalternativet.

Överföringsalternativets sammantagna samhällskostnad (Mkr) från luftföroreningar är sammanställd i Tabell 7-6.

⁸ Muntlig kommunikation och mailkorrespondens december 2020

Luftföroreningar från avloppsvattnets biologiska aktivitet – Svavelväten bildas framförallt vid stillastående eller långsamt flödande avloppsvatten och kan spridas till omgivningen vid öppningar i systemet som pumpstationer, luftningsventiler eller anslutningspunkter.

Långsamma flöden skapar bättre förutsättningar för mikrobiologisk tillväxt än snabba flöden, varför produktionen av svavelväte i avloppsvatten är starkt kopplat till flödes hastighet (gradient på självfall) och tillrinnande flödesvolym. Produktion av svavelväte kan således förväntas vara som störst för flacka system under perioder med lågflöden.

Boverket (1995) rekommenderar ett generellt skyddsavstånd på 50 meter för spillvattenspumpstationer som betjänar fler än 25 personer för att undvika lukt- och obehagsproblematik. Det är också det riskavstånd som planeras att implementeras till PST vid Källby i "fördjupning av översiktsplanen för Källby i sydvästra Lund" (Lunds kommun, 2019). Det finns dock inga lagstiftade skyddsavstånd för spillvattenspumpstationer i Sverige.

Samtliga av Ledningsalternativets pumpstationer befinner sig bortom 50 meter från befintlig bebyggelse varför svavelväten inte förväntas att utgöra ett problem i nuläget. De kan dock medföra begränsningar för framtida markanvändning. Sammantaget motsvarar ett 50 meters skyddsavstånd ett markanspråk på upp till 54 000 m² för de fyra pumpstationerna utmed sträckan.

Huruvida skyddsavstånd kommer att implementeras för pumpstationerna vid nya detaljplaner förväntas dock vara mycket osäkert. Det finns flera exempel på PST som är placerade väl inom 50 meter från bebyggelse i Malmö och närliggande kommuner. En uniform fördelning har därför antagits för skyddsavståndet som varierar från 0-50 meter för respektive PST.

Konsekvensen av ett möjligt skyddsavstånd är beräknat utifrån vilken typ av mark som eventuellt behöver tas i anspråk och den totala arean av det uppkomna skyddsavståndet, minus pumpstationens ursprungliga markanspråk. Det vill säga 1000 m² för respektive PST utmed ledningssträckan och 7900 m² för PST i Källby (med avseende på planerat magasin och övrig bebyggelse).

Värdet av skyddsavståndets markanspråk är beskrivet i mer detalj i avsnitt 7.4.2 (Markanspråk). Tre av fyra PST är placerade på landsbygd och bedöms därför påverka mark av typen jordbruksmark, medan en PST förväntas vara belägen vid planerad blandstad i Källby.

Tunnelexperter vid Niras/Tyréns⁹ bedömer att Tunnelalternativet inte kommer att medföra luktproblem utmed sträckningens anslutningspunkter vid lågflöden. Tack vare planerad ventilation kommer det vara ett undertryck i tunneln som driver luften genom tunneln till PST vid Nya Sjölanda. Utsläpp av svavelväte vid Nya Sjölanda bedöms dock inte

⁹ Muntlig kommunikation och mailkorrespondens december 2020

medföra några ytterligare skyddsavstånd än de befintliga skyddsavstånd som redan är tillämpade vid reningsverkets anläggning.

Det kan dock uppstå problem vid mera extrema nederbördsförhållanden. Vid de tillfällen som tunneln kommer att användas som utjämningsmagasin och fyllas upp kommer det vara svårare att upprätthålla ett undertryck i tunneln (Svenskt Vatten, 2019). När tunnelns luftutrymme minskar och marginalerna från vattenytan till tunnelhjässan blir för små kommer ventilationssystemet inte kunna driva luften till Nya Sjölunda (Svenskt Vatten, 2019). Vid sådana tillfällen kan trycket från gasbildning i tunneln bli för stort, varpå viss luft kan komma att behöva släppas ut genom luftningsventiler vid tunnelschakten för att reducera trycket i tunneln. Detta kan medföra lukt och obehagproblem för boende intill dessa tunnelschakt.

Med avseende på att dessa nederbördsförhållanden bedöms vara relativt ovanliga (med en återkomsttid på ca 10 år), samt att den mikrobiologiska produktionen av svavelväte kan väntas vara lägre vid höga flöden, förväntas inte några ytterligare skyddsavstånd implementeras vid Tunnelalternativets anslutningspunkter. I denna analys är tunnelschakternas markanspråk antaget till dess anläggningsyta, 60 x 60 meter, motsvarande ca 10-15 meter skyddsavstånd från schaktets ytterkant.

Överföringsalternativens sammantagna samhällskostnad (Mkr) från luftföroreningar är sammanställd i Tabell 7-6.

Markvärdet som påverkas av skyddsavståndet är beräknat utifrån de markvärden som uppskattats för respektive område i avsnitt 7.4.2 (Markanspråk).

Tabell 7-6 Alternativens förväntade luftföroreningskostnad (Mkr). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
NO _x	<0,001*	-
PM _{2,5}	<0,1*	-
Transport KM	0,07 (P5 = 0,05; P95 = 0,08)	0,04 (P5 = 0,03; P95 = 0,05)
Luktpåverkan (skyddsavstånd)	18 (P5 = 0,03; P95 = 96)	-
Totalkostnad av luftföroreningar	19 (P5 = 0,2; P95 = 96)	0,04 (P5 = 0,03; P95 = 0,05)

* Faktiska utsläpp av NO_x och PM_{2,5} antas vara lägre än EU:s utsläppskrav för arbetsmaskiner som användes som underlag i beräkningarna.

40(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

7.2.2 Buller

Överföringsalternativens bullerstörningspåverkan utvärderas genom att studera vilka arbetsmetoder som kan medföra att Naturvårdsverket allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15, överskrids och hur många som kan bli störda under anläggningsarbetet.

Schablonmässiga uppskattningar av bullernivåer och avstånd har genomförts för att identifiera skillnader i störningseffekt mellan Lednings- och Tunnelalternativet. Akustiker vid Sweco bedömer överslagsmässigt att den maximala ljudnivån förväntas avta med 28 dB de första 10 meterna från en punktkälla och sedan avta med 6 dB per avståndsfördubbling.

Grävmaskiner och andra tunga fordon som används vid schaktningsarbeten har uppskattats leda till bullernivåer på upp till 100 dB och spontningsarbeten på upp till 120 dB. Naturvårdsverkets (2004) riktvärde för kortvariga anläggningsarbeten är satt till 65 dB mot husfasad och 75 dB mot kontorsfasad. Transporter förväntas inte medföra bullernivåer som överstiger Naturvårdsverkets rekommendationer, givet att arbetet genomförs på dagtid under vanliga arbetsdagar.

Baserat på ljudnivåers avtagande förväntas schaktarbeten som mest medföra ett störningsavstånd på 18 meter till husfasad och mindre än 10 meter till kontorsfasad, medan spontning som mest förväntas medföra ett motsvarande störningsavstånd på 230 meter över öppen mark till husfasad och 70 meter till kontorsfasad. Det finns åtgärder som till exempel borrarad spont som kan reducera bullernivåer vid spontningsarbeten med 15 dB till 105 dB, vilket reducerar ljudets störningsradie från 230 meter till 40 meter (Trafikverket, 2014).

Spontningsarbete förväntas ske vid anläggandet av tunnelns vertikala tunnelschakt respektive Ledningsalternativets pumpstationer (PST) samt ledningssträckan utmed Spillepengsgatan. I Tunnelalternativets kostnadskalkyl har det tagits höjd för att stålspons inte ska behöva slås vid tätbebyggda områden, varför slitmurar istället kommer att anläggas vid dessa platser (Niras/Tyréns, 2020a). Det medför att Tunnelalternativet inte väntas medföra någon omfattande bullerpåverkan under dess anläggningsarbete.

Inga bullerreducerande åtgärder har inkluderats i Ledningsalternativets kostnadskalkyl, i nuläget, varför denna analys utgår från att samtliga PST förväntas medföra störningseffekter på upp till 230 meter för intilliggande bostäder, se Figur 7-1.

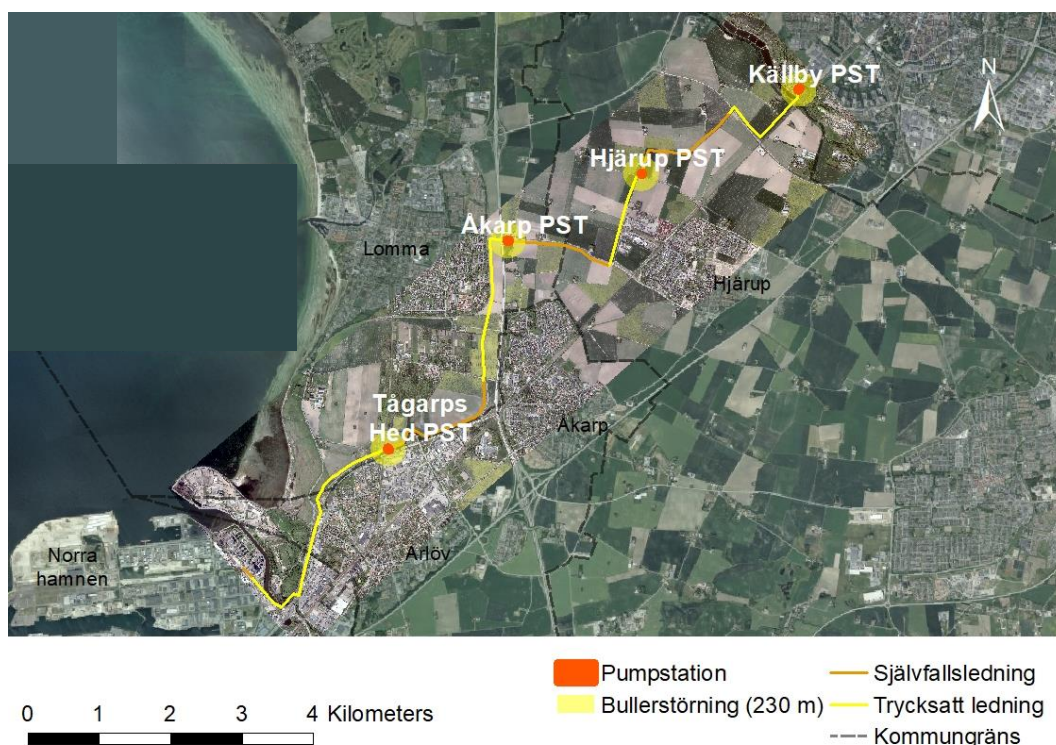
Notera att spontningsarbetet utmed Spillepengsgatan inte förväntas medföra några tillkommande störningseffekter, då gatan är inom ett industriområde som inte innefattar några bostäder. De kontorsplatser som eventuellt kan störas av spontningsarbetet utmed Spillepengsgatan tillhör Sysav kraftvärmearläggning vars fasad antas vara mer bullerresistent än vanliga kontorsbyggnader.

Antalet personer som kan bli berörda av spontningsarbetet är mycket grovt uppskattade. Arean (m²) av den 230 meter förväntade störningsradien (över öppen mark) har multiplicerats med områdets befolkningstäthet, boende per m²; hämtat från SCBs öppna

geodata. Ett undantag är vid Åkarp PST, där endast ett fåtal hus väntas påverkas trots områdets generellt höga befolkningstäthet.

Sammantaget uppskattas överslagsmässigt ca 120 personer störas av spontningsarbetet vid Ledningsalternativets PST (110 personer vid Tågarps Hed PST, sex stycken vid Åkarp PST och två stycken vid Källby respektive Hjärup PST).

Kostnaderna för bullerstörningar år 2030 är sammanställda i Tabell 7-7 och är hämtade från ASEK 7 (Trafikverket, 2020a), vilka är baserade på studier om bullers effekt på människors hälsa och hedonisk prissättning, dvs utifrån hur bullernivåer påverkar fastighetspriser.



Figur 7-1 Översiktskarta av förväntade störningsområde (gula cirklar) kopplade till spontningsarbete vid PST.

Tabell 7-7. Förväntad samhällskostnad från bullerstörningar per person per år, respektive per person per dag, för decibelnivåer mellan 65 och 75 dB (år 2030).

Bullernivå	Kr per person och år	Kr per person och dag
från 64 till 65 dBa	0	0
från 65 till 66 dBa	3 923	11
från 65 till 67 dBa	8 118	22
från 65 till 68 dBa	12 579	34
från 65 till 69 dBa	17 310	47
från 65 till 70 dBa	22 294	61
från 65 till 71 dBa	27 570	76
från 65 till 72 dBa	33 096	91
från 65 till 73 dBa	38 890	107
från 65 till 74 dBa	44 952	123
från 65 till 75 dBa	51 284	141

Den förväntade kostnaden för buller om riktvärdena överskrids vid husfasad är uppskattad utifrån en betafördelning med $\alpha_1 = 1$, ett min-värde = 11 kr per person och dag (65 dB), maxvärde = 141 kr per person och dag (75 dB) och P50 = 34 kr per person och dag, utifrån att ljudnivån vid halva störningsarean kan väntas vara strax under 67 dB.

Spontningsarbetet vid respektive PST förväntas pågå i omkring 10 arbetsdagar (2 veckor) och har ansatts en triangelfördelning med ett minvärde på 5 arbetsdagar, ett mest troligt värde på 10 arbetsdagar och ett maxvärde på 20 arbetsdagar.

Överföringsalternativens sammantagna samhällskostnad från bullerstörningar är sammanställd i Tabell 7-8.

Tabell 7-8 Alternativens förväntade störningskostnad med avseende på buller (Mkr). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Totalkostnad av bullerstörningar	0,06 (P5 = 0,02; P95 = 0,13)	-

ASEKs värden är framtagna för bullerstörningar från väg respektive järnväg under en längre tid. Värdena är därför inte avsedda för att uppskatta störningseffekter från anläggningsarbete, vilka framförallt leder till kortvariga bullertoppar. Värdena ger dock en indikation om byggbullrets samhällsekonomiska kostnader, vilka kan anses vara marginella i sammanhanget.

7.2.3 Olycksrisk

Samhällskostnaden för den ökade olycksrisken från överföringsalternativens transporter har grovt uppskattats utifrån de externa marginalkostnader som ytterligare fordon i trafiken bidrar till. Marginalkostnaden för trafikolyckor i ASEK 7 utgörs av den väntade samhällsekonomiska olyckskostnaden som faller på annan trafikant (Trafikverket, 2020a).

ASEK 7 värderar den genomsnittliga externa marginalkostnaden för olyckor år 2030 till 1,0 kr per transportkilometer på landsbygd och till 3,2 kr per transportkilometer inom tätort (Trafikverket, 2020a). Fördelningen av antal transporter i tätort har antagits till en betafördelning från 0 till 1 med ett P5-värde på 10% och P95-värde på 30%, medan övriga transporter antas ske i landsbygdsmiljö.

Utöver alternativens transporter kommer även deras trafikpåverkan sannolikt medföra en förhöjd olycksrisk. Trafikstörningar som avstängda körfält eller omledning av trafik, beskrivna i avsnitt 7.4.4 (Trafikstörningar), skapar osäkra moment där förare kan bete sig oförutsägbart och öka risken för trafikolyckor.

Ledningsalternativet väntas medföra fler trafikstörningar än Tunnelalternativet. Det är dock oklart hur stor påverkan dessa trafikstörningar kommer att medföra för alternativens olycksrisk.

Sammantaget väntas samhällskostnaden för olyckor kopplade till trafikstörningar vara mindre än alternativens olycksrisker från transporter. Tunnelalternativet väntas dock medföra viss nytta i förhållande till Ledningsalternativet, med avseende på olycksrisk från trafikstörningar, vilket inkluderas kvalitativt i kostnadsanalysen.

Överföringsalternativens samhällsekonomiska olycksriskkostnad är sammanställda i Tabell 7-9 och är beräknade utifrån tidigare beskrivna transportkilometrar i avsnitt 7.2.1 (Luftföroreningar).

Tabell 7-9 Alternativens förväntade olycksriskkostnad (Mkr) medelvärde samt deras 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Totalkostnad olycksrisk	0,7 (P5 = 0,6; P95 = 0,9)	0,5 (P5 = 0,4; P95 = 0,5)

7.2.4 Infektionsrisk

Tunnelalternativets stora kapacitet för avloppsvatten medför att det förväntas vara mer eller mindre fritt från bräddningar. Ledningsalternativet väntas medföra bräddningar vid magasinet i Källby omkring vartannat år utifrån regnserie modellerad av DHI (2019), beskriven i mer detalj i avsnitt 7.3.1 (Näringsämnen). Bräddningar vid magasinet i Källby sker till Höje å. Information från VA SYD¹⁰ visar även att Burlöv PST har registrerat

¹⁰ Muntlig kommunikation och mailkorrespondens november 2020

bräddningar vid samma regnevent som för bräddningar vid Källby, även om inga specifika modelleringar har genomförts. Bräddningar från Burlöv PST påverkar badvatten i Lommabukten.

Det bedöms inte vara möjligt att utvärdera bräddningarnas exakta påverkan på infektionsrisken i dagsläget. Det bedöms inte heller vara motiverat att utreda bräddningarnas påverkan på personers hälsa inom ramen för denna analys, med hänsyn till att bräddningarnas storleksordning är förhållandevis liten och att det råder mycket stora osäkerheter kring i vilken omfattning som personer faktiskt kommer exponeras av patogena mikroorganismer vid en eventuell bräddning.

Sammantaget väntas dock Tunnelalternativet medföra viss nytta, i förhållande till Ledningsalternativet, med avseende på sannolikheten för ökad infektionsrisk, detta inkluderas kvalitativt i kostnadsanalysen.

7.3 Externa miljökonsekvenser

7.3.1 Näringsämnen

Alternativens förväntade utsläpp har värderats för två recipienter *Höje å* vid Källby och *Öresund* vid Nya Sjölunda, beskrivna i mer detalj nedan.

Eventuella bräddningar från Arlövs PST till i Lommabukten värderas endast kvalitativt. Som nämnts i avsnitt 7.2.4 (Infektionsrisk) visar data från VA SYD att man registrerat bräddningar där vid liknande förutsättningar som när man förväntar sig bräddningar vid Källby. Dessa förväntas endast att inträffa för Ledningsalternativet då Arlövs PST kommer att avvecklas vid Tunnelalternativet och avloppsvattnet kan då ledas till överföringstunneln via självfäll. Lommabukten innefattar ett Natura-2000 med naturmiljöer känsliga för övergödning, se kapitel 7.3.3.

Bräddningar vid Arlövs PST väntas dock medföra mindre andel näringsämnen än bräddningar vid Källby, då det är fler personer som är anslutna till Lunds avlopp än till Burlövs. Volymen av bräddat spillvatten och tillkommande näringsämnesbelastning är dock inte fastställda, då det saknas data för att utvärdera detta. Som framgår av Tabell 7-10 förväntas Tunnelalternativet medföra en liten samhällsekonomisk nytta med avseende på reducerade bräddningar av näringsämnen till Lommabukten.

Utsläpp till Höje å – Tunnelalternativet förväntas inte medföra några bräddningar till Höje å vid Källby. Data från en modellerad regnserie visar däremot att Ledningsalternativets utjämningsmagasin kan väntas brädda omkring vartannat år (DHI, 2019). Den modellerade regnserien visade att magasinet vid Källby kan väntas brädda 13 gånger under den modellerade tidsperioden (23 år; november 1995 till februari 2019), med bräddade spillvattenvolymer från 2 m³ till 4 598 m³.

DHI (2019) poängterar dock att modellens uppställning och den modellerade regnserien (som innefattade nederbördshändelser med återkomsttider upp till 292 år) ur flera aspekter kan sägas vara ett värsta tänkbart scenario. DHI menar att den sammantagna

bedömningen är att magasinet vid Källby förväntas kunna hantera regn med återkomsttider på 10 år, baserat på följande slutsatser:

- Samtliga regn med återkomsttid >20 år ledde till bräddning vid Källby
- Hälften av regntillfällena med återkomsttid 10-20 år ledde till bräddning.
- 3 regn med återkomsttid <10 år ledde till bräddning. Dessa händelser, två regn med 4 års återkomsttid och ett regn med 8 års återkomsttid, har varit i samband med ovanligt mycket nederbörd under månaden innan regnet eller att har det regnat mycket dagarna innan

I denna KNA har sannolikheten för bräddning uppskattats baserat på antalet bräddningar under tidsperioden (13 bräddningar på 23 år) och inte regnens återkomsttid. Det beror att regnens återkomsttider inte anses vara representativa för Malmö-Lundregionen, då regnseriens tidsperiod (23 år) innefattar sex händelser med återkomsttider upp till 23 år och två händelser med återkomsttider över 100 år. Regnens faktiska återkomsttider kan således väntas vara kortare än de beräknade återkomsttiderna i regionen. Det vill säga att regn av den uppmätta storleksordningen sannolikt är mer frekventa än vad återkomsttiderna ger uttryck för. Den årliga förväntade sannolikheten för bräddning är således osäker. Härvid har den uppskattade sannolikheten ansatts som mest troligt värde till 50% i en beta-PERT fördelning med ett osäkerhetsspänn från 40% (P5) till 60% (P95).

Den förväntade näringsämnesbelastningen av en bräddning vid magasinet i Källby har beräknats utifrån DHIs (2019) beräknade bräddvolym och Källby avloppsreningsverks miljörapport (VA SYD, 2019b). Osäkerhetsfördelningen av bräddvolym vid ett bräddningstillfälle har beräknats med hjälp av @Risk utifrån DHIs (2019) data till en Gamma-fördelning med parametrarna $\alpha = 0,52$, $\beta = 2171$ och ett min-värde = 2 m^3 .

Den genomsnittliga belastningen har beräknats till:

- 36 kg kväve per år (P5=0,23 kg/år och P95=137 kg/år)
- 4 kg fosfor per år (P5=0,03 kg/år och P95=17 kg/år)

För sjöar och vattendrag är det framförallt fosfor som är det begränsande näringsämnet med avseende på övergödning, varför det endast är fosforbelastning som värderats i ekonomiska termer för näringsämnesbelastningen till Höje å.

Fosforreduktionens monetära värde bedöms variera mellan 2900-3300 kr per kg fosfor, utifrån Naturvårdsverkets samhällsekonomiska schablonvärden för åtgärdsområdena i Södra Östersjöns vattendistrikt (Anthesis Envenco, 2017).

Överföringsalternativens sammantagna samhällskostnad (Mkr) med avseende på utsläpp av näringsämnen till Höje å är sammanställd i Tabell 7-10.

Utsläpp till Öresund – Som nämnts i avsnitt 7.1.6 (Utformning av Nya Sjölunda) kommer Tunnelalternativets större kapacitet medföra en något bättre reningseffekt vid Nya Sjölunda gentemot Ledningsalternativet.

Större lagringskapacitet innebär att flödet vid Nya Sjölunda kommer att vara jämnare än för Ledningsalternativet, vilket förenklar optimeringen av verkets reningsprocesser¹¹. Detta medför att sannolikheten för att reningsverket ska förbileda det biologiska reningssteget (maxflöde = 6 m³/s) minskar, då tunneln medför en högre buffertkapacitet än Ledningsalternativet.

Resultat från VA SYDs¹² simuleringsmodell i WEST, för prognosticerad belastning år 2045 och olika nederbördsvolym utifrån en 20-årsperiod, visar att Tunnelalternativet förväntas medföra omkring 3,5% bättre reningsgrad av kväve och omkring 2,6% bättre reningsgrad för fosfor.

Ledningsalternativets beräknade kvävebelastning har ett medelvärde på 336 ton och ett uppskattat max-värde på 346 ton, medan Tunnelalternativets beräknade kvävebelastning har ett medelvärde på 324 ton och ett uppskattat max-värde på 335 ton. Motsvarande har Ledningsalternativets beräknade fosforbelastning ett medelvärde på 14,4 ton och ett uppskattat max-värde på 15,1 ton, medan Tunnelalternativets beräknade fosforbelastning har ett medelvärde på 14,1 ton och ett uppskattat max-värde på 14,6 ton.

Genom att anta att överföringsalternativens belastningar är log-normalfördelade och är fullständigt positivt korrelerade (korrelationsfaktor = 1), har Tunnelalternativets genomsnittliga belastning, i förhållande till Ledningsalternativets, beräknats reducera den förväntade årliga belastningen med:

- 12 000 kg kväve per år (P5=11 000 kg/år; P95=13 000kg/år)
- 300 kg fosfor per år (P5=100 kg/år och P95=500 kg/år)

En fullständig positiv korrelation innebär vid genomförda simuleringar (Monte Carlo) att ett högt värde på näringsämnesbelastning för det ena alternativet alltid också medför ett högt värde för det andra alternativets näringsämnesbelastning. Att beakta denna korrelation är nödvändigt för att MC-simuleringen inte felaktigt ska kunna anta ett högt värde i den ena fördelningen och ett lågt värde från den andra vid subtraktion av Tunnelalternativet med Ledningsalternativet.

För marina miljöer som Öresund är det framförallt kväve som är det begränsande näringsämnet med avseende på övergödning. Det är därför endast kvävebelastning som värderats i ekonomiska termer för näringsämnesbelastningen till Öresund.

Kvävereduktionens monetära värde har värderats utifrån Naturvårdsverkets prisdatabas för samhällsekonomiska priser för minskad tillförsel av kväve till Östersjön och Kattegatt motsvarande 420-500 kr per reducerat kg tillfört kväve (Anthesis Enveco, 2017).

Överföringsalternativens sammantagna (relativa) samhällskostnad (Mkr) per år med avseende på utsläpp av näringsämnen till Öresund är sammanställd i Tabell 7-10.

¹¹ Muntlig kommunikation och mailkorrespondens med VA SYD november 2020

¹² Muntlig kommunikation och mailkorrespondens november 2020

Tabell 7-10 Alternativens förväntade samhällskostnad med avseende på utsläpp av näringsämnen (Mkr per år). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde med dess förväntade 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Utsläpp till Höje å (Fosfor)	0,014 (P5 = 0; P95 = 0,052)	-
Utsläpp till Lommabukten (Kväve)	Kvalitativ kostnad (<0,014 Mkr)	-
Relativa utsläpp till Öresund (Kväve)	-	-5,5 (P5 = -6,2; P95 = -4,9)
Totalkostnad av utsläpp av näringsämnen	0,014 (P5 = 0; P95 = 0,052)	-5,5 (P5 = -6,2; P95 = -4,9)

7.3.2 Klimatpåverkan

Överföringsalternativens klimatpåverkan har beräknats för den analyserade tidshorizonten (100-år) för såväl alternativens byggskede, förväntade reinvesteringar och drift (energiförbrukning).

För en anläggning i den här dimensionen består utsläppen från anläggningen i huvudsak av de utsläpp som genereras vid tillverkning av material, stål och betong. Även drivmedelsåtgång i transportarbeten av material och massor, samt den energi som nyttjas i driften av anläggningen bidrar. Analysen inkluderar inte cirkulära vattenflöden eller vilken klimatreducerande potential det finns i valet mellan de två typerna av anläggning utifrån behov och tillgång till vatten.

Systemgränserna för analyserna utgår i huvudsak från byggskedets informationsmoduler A1-A5, samt behov av reinvestering (B4-B5) i användarskedet och driftenergin (B1/B6), enligt den europeiska standarden "EN15978 Hållbarhet för byggnadsverk, byggnaders miljöprestanda" (SIS, 2011), illustrerade i Figur 7-2.

En avgränsning är gjord med avseende på transporter under byggproduktionsskede (A4), där enbart transporter av massor har inkluderats i denna informationsmodul och inte transporter av material. Transporterna av rörmaterial till Ledningsalternativet är helt beroende av vilken leverantör som tillhandahåller materialet. Att redan i denna KNA definiera leverantör är dock allt för osäkert. För Tunnelalternativet utgör identifierade materialtransporter ca 40% av de totala identifierade transporterna, men med systemgränsen att de fraktas från hamnen i Malmö. A4 modulen för både Tunnelalternativet och Ledningsalternativet har därför avgränsats till att enbart spegla masstransporterna.

48(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

De emissionsfaktorer¹³ som har använts för de två alternativen återfinns i Bilaga 2, medan de mängder som emissionsfaktorerna applicerats på har hämtats från olika mängdunderlag¹⁴ inom ramen för KNA. Emissionsfaktorerna anges i koldioxidekvivalenter (CO₂-ekv.)¹⁵.

A1–5 Byggskede		
A1–3 Produktskede	A1	Råvaruförsörjning
	A2	Transport
	A3	Tillverkning
A4–5 Byggproduktionsskede	A4	Transport
	A5	Bygg- och installationsprocess
B1–7 Användningsskede	B1	Användning
	B2	Underhåll
	B3	Reparation
	B4	Utbyte
	B5	Ombyggnad
	B6	Driftsenergi
	B7	Driftens vattenanvändning
C1–4 Slutskede	C1	Demontering, rivning
	C2	Transport
	C3	Restproduktsbehandling
	C4	Bortskaffning
D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

Figur 7-2 De olika skedena i en byggnad eller anläggnings livscykel har olika bokstavsbe-teckningar, enligt den europeiska standarden EN15978

¹³ Emissionsfaktorer anger hur stora utsläpp av CO₂-ekv. varje typ av material- eller energiresurs (byggdel) ger upphov till.

¹⁴ Underlagsrapporter (avsnitt 1.5) och mailkorrespondens med Niras/Tyréns och WSP under november

¹⁵ Koldioxidekvivalenter eller CO₂-ekv. är ett mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika sådana gaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten och global uppvärmning.

De största faktorerna för osäkerheter utgörs av mängdangivelserna i kostnadskalkylerna. Klimatkalkylernas osäkerheter bedöms därför vara i samma storleksordning som investeringskalkylens osäkerheter (ca \pm 20%). Vidare bedöms det även finnas en direkt korrelation mellan investeringskalkylens variabler för överföringsalternativen och deras korresponderande klimatpåverkan.

Framtida byggande (reinvestering) och driftsel har justerats för att ta hänsyn till morgondagens förväntat lägre utsläppsnivåer för att producera material och energi. Nedjusteringarna för att motsvara förväntade framtida utsläppsnivåer har dock inte antagits följa nu gällande målsättningar om t.ex. att klimatneutralitet för anläggningsprojekt har uppnåtts 2050, vilket är en del av Sveriges klimatmål om nettonoll 2045 (Naturvårdsverket, 2020). En något mer konservativ tolkning av reduktionspotentialen har gjorts i dessa beräkningar och antaganden om att där det fortfarande förekommer utsläpp år 2050 vilka uppgår till 20% av dagens nivåer. Konsekvenser av denna tolkning framgår i resultatdelen.

Vid en jämförelse av de två alternativens klimatpåverkan ur ett investeringsperspektiv (byggande) ger Tunnelalternativet upphov till 59% mer klimatpåverkan jämfört med Ledningsalternativet, Figur 7-3.

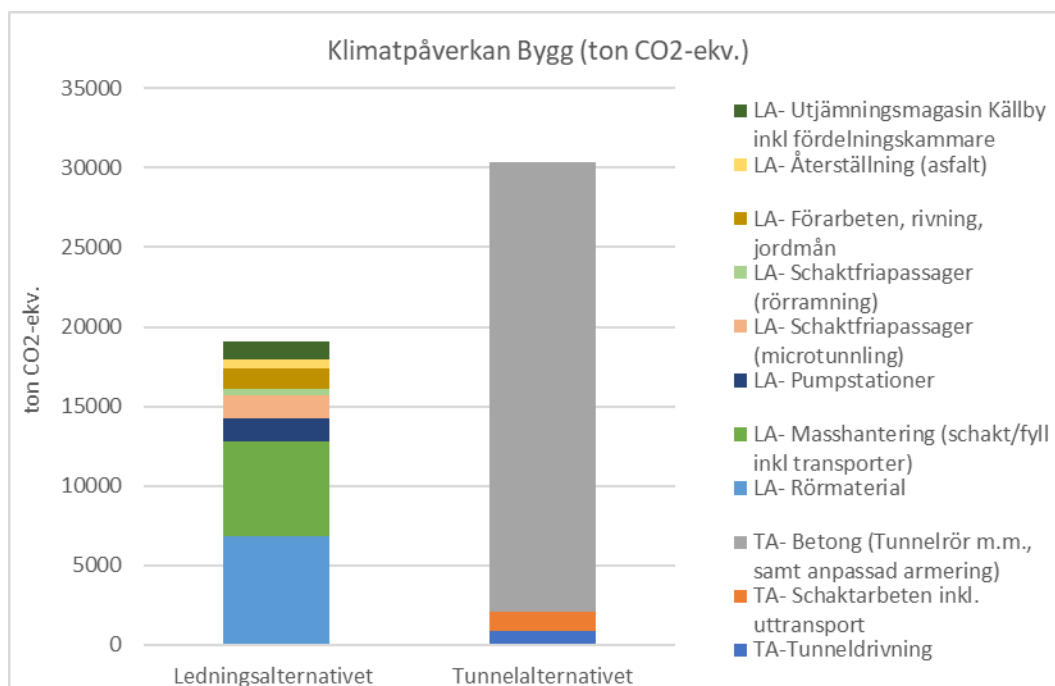
För Tunnelalternativet är det till 97% betong och armering som driver klimatpåverkan medan tunneldrivningen (TBM) utgör knappt 1,5%. Detta då antagandet om att drivningen görs på el från stamnätet (medelmix) och inte via dieselaggregat.

För Ledningsalternativet består klimatpåverkan i huvudsak från rörmaterialet (PE plast) samt schakt och fyllarbetet med tillhörande masstransporter. Energiåtgången i byggskedet ingår i de enskilda posterna, men det saknas energiåtgång för själva rörläggningen, samt uppförandet av pumpstationerna. Som nämndes ovan ingår inte heller materialtransporter från producent/lager till bygglplatsen (delar av A4).

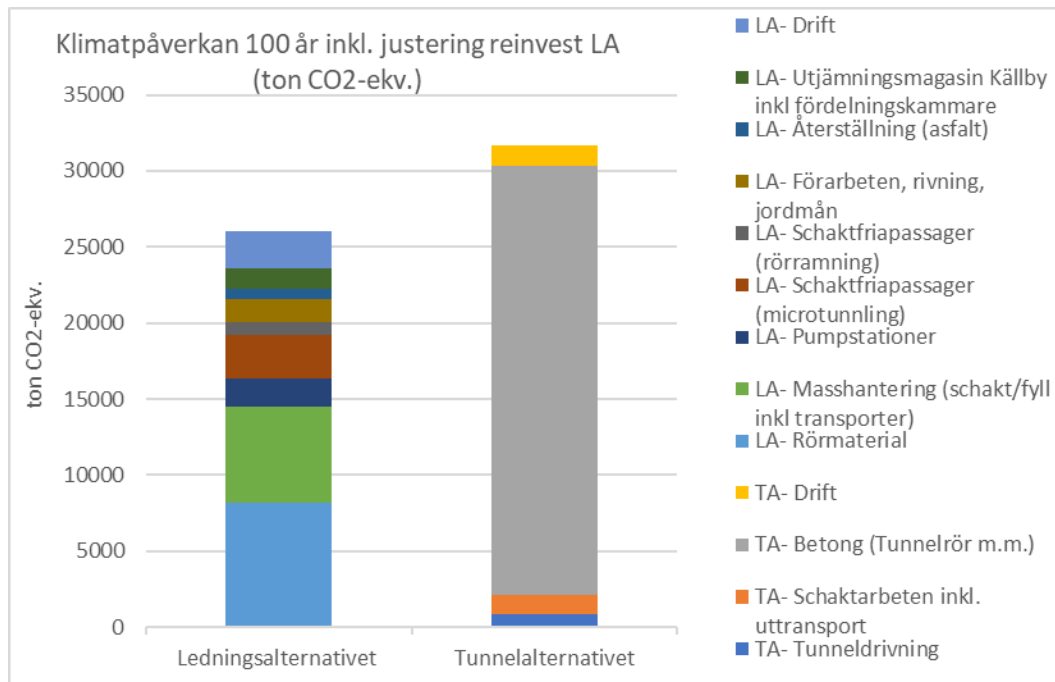
För Tunnelalternativet omfattar transporter av massor ca 60% av de uppskattade totala antalet transporter, men utgör trots det enbart drygt 1,5% av alternativets totala klimatpåverkan. Resterande 40% av transporter utgör materialtransporter inom beräkningsmodul A4 och ingår inte i kalkylunderlaget (på samma sätt som det inte ingår för Ledningsalternativet). För Ledningsalternativet utgör masshanteringen inklusive transporter ca 30% av alternativets klimatpåverkan, dock ingår själva schaktarbetet även i denna post.

Klimatpåverkan ur ett 100-årsperspektiv ses i Figur 7 4 nedan inkluderar reinvesteringar för Ledningsalternativet, samt överföringsalternativens energiförbrukning under driftskedet. Komponenternas tekniska livslängder är beskrivna i avsnitt 7.1.3 (Reinvesteringarkostnader).

Inkludering av reinvesteringar och drift medför att skillnaden mellan alternativen minskar kraftigt. Skillnaden mellan alternativen i absoluta tal uppgår till 5706 ton CO₂-ekv. vilket innebär att skillnaden mellan alternativen går från 59% (Figur 7-3) till 18% (Figur 7-4), dock fortfarande till nackdel för Tunnelalternativet.



Figur 7-3 Tunnelalternativets (TA) klimat kalkyl ger ett resultat på ca 30 350 ton CO₂-ekv., medan Ledningsalternativets (LA) kalkyl visar på en klimatpåverkan på ca 19 065 ton CO₂-ekv.



Figur 7-4 Tunnelalternativets (TA) klimat kalkyl ger ett resultat på ca 31 705 ton CO₂-ekv., medan Ledningsalternativets (LA) kalkyl visar på en klimatpåverkan på ca 25 999 ton CO₂-ekv.

Den fördel som finns för Ledningsalternativet beaktat enbart byggandet, minskar kraftigt sett över en 100-årsperiod. Detta har två förklaringar. Huvudförklaringen är att reinvesteringar enbart är relevant för Ledningsalternativet vilket ger upphov till ytterligare produktion/användning av material och energi utöver byggandet. Detta adderar ca 4525 ton CO₂-ekv. Vilket är till Ledningsalternativets nackdel sett över en 100-årsperiod. Dessutom kräver Ledningsalternativet nästan dubbelt så mycket elenergi (ca 43%) i driften. Sett över en 100-årsperiod leder detta till att Ledningsalternativet ger upphov till 1054 ton CO₂-ekv. mer än Tunnelalternativet.

Den skillnad som kan påvisas mellan alternativen är till fördel för Ledningsalternativet. Skulle framtida produktionen av material och energi till reinvesteringssåtgärder ske till lägre eller inga utsläpp än antagna 20% av dagens utsläppsnivåer, ökar fördelen för Ledningsalternativet. Exempelvis skulle klimatneutralitet för produktion av material- och energiresurser år 2050 öka skillnaden mellan alternativen i absoluta tal med 2659 ton CO₂-ekv., vilket ger en skillnad på totalt 8365 ton (26,4%). Detta ska ställas mot de osäkerheter som finns i ingående mängder tagna från investeringskalkylen (ca +/- 20%). Men beaktat att mängderna för de olika alternativen baseras på erfarenhetsmässiga värden uppskattade av erfarna sakkunniga bör osäkerheterna åtminstone vara liknande mellan underlagen vilket talar för att den relativa skillnaden mellan alternativen till största del bibehålls.

Oavsett vilket alternativ som väljs finns dock en stor potential att minska klimatpåverkan genom att klimatkrav ställs i detaljprojektering och entreprenadupphandling.

Den samhällsekonomiska konsekvensen från överföringsalternativens klimatpåverkan har beräknats utifrån ASEK 7 rekommenderade monetära värdering av klimatpåverkan utifrån lagstiftningens maximibelopp på 7 kr/kg CO₂-ekv. ASEK rekommenderar inte att koldioxidvärderingen räknas upp med en årlig tillväxtfaktor under kalkylperioden, vilket har varit fallet med de tidigare och lägre värderingarna i ASEK 5 och 6, eftersom 7 kr är en mera långsiktig värdering av den maximala åtgärds-kostnaden för utsläppsreduktionen.

Överföringsalternativens samhällsekonomiska kostnad för klimatpåverkan är sammanställda i Tabell 7-11.

Tabell 7-11 Alternativens förväntade klimpåverkanskostnad (Mkr) medelvärde samt deras 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Totalkostnad klimatpåverkan	141 (P5 = 122; P95 = 162)	213 (P5 = 173; P95 = 258)

7.3.3 Naturområdespåverkan

Det är i första hand Ledningsalternativet som påverkar naturområden med värden kopplade till markytan, till följd av byggmetoden. För tunneln sker eventuell påverkan vid schakten, vilken bedöms bli begränsad.

Föreslagen ledningssträckning är till stor del är förlagd till Lundaslätten med sin dominerande åkermark och undanträngda småbiotoper, vilket innebär att naturvärdena är begränsade (WSP, 2020c). De områden med högre naturvärden som berörs är främst vid vattendragen samt inom de närliggande ängs- och betesmarkerna i Lommabukten som är Natura 2000-område.

Som nämnts i avsnitt 7.1.1 (Investeringskostnader) så har de projektinterna kostnaderna för att hantera och (i den mån det går att) undvika, överföringsalternativets negativa påverkan på naturskyddsområden beräknats och inkluderats i alternativets investeringskostnad.

Nedan beskrivs de viktigaste naturområdena som berörs av ledningssträckningen tillsammans med ett resonemang om vilka ekosystemtjänster som de bidrar med och som riskerar att påverkas. Ekosystemtjänster är de direkta och indirekta nyttor som naturen bidrar med för människors välbefinnande.

Vid **Höje å finns natur- och rekreationsvärden** kopplade till vattenmiljön och de oexploaterade ytorna med stigar. Detta är ett välbesökt område av Lunds invånare och området bidrar både med stödande ekosystemtjänster så som biologisk mångfald och livsmiljöer. Det tillhandahåller också flertalet reglerande tjänster så som rening och reglering av vatten och skydd mot extremväder samt även de flesta kulturella ekosystemtjänsterna, däribland mentalt välbefinnande, fysisk hälsa och social interaktion. Negativ påverkan på dessa värden kommer till stor del kunna undvikas genom att ledningen passerar under ån med schaktfri metod. Detsamma gäller för tunneln.

Ledningsdragningen kommer längs vägen mot Malmö och Sjölunda att korsa ytterligare vattendrag. Segeå som vid Spillepengen flyter lugnt med vass och vattenväxter kommer korsas genom schaktfri metod och inte påverkas. Alnarpsån med tillrinnande diken och Kalinaån, mynnar båda i Lommabukten, som är utpekade som Natura 2000-område både enligt Fågeldirektivet och Art- och habitatdirektivet. Dessa åar korsas genom schakt och behöver därmed grävas upp. Detaljer kring detta och åarnas status är beskrivna i underlagsrapporterna (WSP, 2020a-c). Man konstaterar att Alnarpsån utgörs av ett brett rätat dike längs sträckan med vissa naturvärden. Kalinaån är påverkad av mänsklig aktivitet, och har begränsat skyddsvärde till följd av höga halter näringsämnen liksom förhöjda temperaturer orsakade av utsläpp av kylvatten från industri.

Korsningen av vattendrag med schakt kommer medföra grumling. Det mesta av partiklarna förväntas sedimentera innan de når Lommabukten med sina känsliga sand- och lerbottnar, som skulle kunna skadas av en sådan störning. De grunda bottenarna utgör viktiga lek- och yngelplatser för fisk och med deras växlande utseende, bottenfauna, fiskreproduktion och fågelliv är de av stort ekologiskt värde. Det största hotet för området bedöms dock vara övergödning som inte är kopplat till detta projekt. Till följd

av de skyddsåtgärder och kontrollprogram som behövs i samband med tillståndsansökan för vattenverksamhet, kommer grumlingen hållas inom acceptabla nivåer (WSP, 2020b).

Ledningsdragnings arbetsområde har anpassats så påverkan på de flesta trädmiljöerna ska kunna undvikas men den medför att åtminstone en **biotopskyddad allé** med lind längs infartsleden mot Malmö (Västkustvägen) behöver tas bort. Denna allé har inte bedömts ha några direkta naturvärden pga. sin unga ålder (WSP, 2020c). Eventuellt kan även alléer vid Hjärup påverkas, vilket beror av hur arbetsområdets bredd på denna plats kan anpassas (WSP, 2020c)

Dessa biotopskyddade strukturer är viktiga för den biologiska mångfalden i landskapet och kan skapa både ovanliga livsmiljöer för hotade växt- och djurarter liksom verka som viktiga livsmiljöer och spridningskorridorer för vanliga, men allt mer undanträngda arter (Naturvårdsverket, 2012). I det präglade jordbrukslandskapet kan man anta att dessa områden är viktiga för pollinatörer som bidrar med viktiga tjänster kopplat till vår matförsörjning.

Några fridlysta djur- och växter har identifierats längs ledningssträckningen, men eventuell påverkan på dem konstateras bero av vilka skyddsåtgärder som kan vidtas (WSP, 2020b). Att klassa specifika arter som fridlysta är sätt att skydda hotade arter och bevara den biologiska mångfalden, som är grunden för våra ekosystem och alla ekosystemtjänster de förser oss med. En viss arts betydelse för ekosystemet på en viss plats kan vara svårt att konstatera, men genom att minimera negativ påverkan på skyddade arter sänker man även risken för att resiliensen i ekosystemet inte påverkas.

Ledningssträckningen går vid cirkulationen Västkustvägen - Lommavägen genom ett ängs- och hagmarker öster om Malmövägen. Malmövägen utgör en gräns mot naturreservatet Södra Lommabukten utgör på så vis även en barriär mellan naturreservatet och ängs- och hagmarkerna. Man kan anta att detta område, trots att det inte är en skyddad naturmiljö, bidrar med viktiga ekosystemtjänster så som livsmiljöer och ekologiskt samspel, som är ovanliga miljöer i jordbrukslandskapet och de närliggande exploaterade områdena.

Flera av ledningens sträckningar kommer med stor sannolikhet att medföra till grundvattensänkningar under byggtiden, från ett fåtal meter till upp mot 10 meter vid pumpstationerna. Vid Natura 2000-området har jordarterna bedömts ha så pass låg genomsläpplighet att en temporär grundvattensänkning vid schakten inte kan nå in i det skyddade området.

Inom utredningsområdet finns en betydande grundvattenakvifer i Alnarspänkan, eller Alnarpströmmen, som utgör en flera kilometer bred fördjupning i kalkberget, se också avsnitt 5.1 ovan. Akviferen, som är belägen i de undre och mera genomsläppliga lagren och det uppspruckna kalkberget i botten av Alnarpssänkan (se Figur 5-4 i kapitel 5.2), förser Bulltoftaverket med vatten, vilket levererar ca 20% av Malmös dricksvatten. För att undvika användning av kemikalier, med risk för läckage ner till grundvattenförekomsten, vid tunneldrivningen genom detta känsliga område, har man tagit höjd för att driva

tunneln med övertryck. Det är en metod som tar något längre tid, men som inte riskerar att förorena grundvattnet.

Det har även konstaterats att jordlagerföljden i utredningsområdet, med ett lager med finkornigt material (moränlera) över de lager där drivning av tunneln sker (på 20-30 meters djup) skyddar mot eventuella grundvattensänkningar i de marknära jordlagren från själva tunneldrivningen under byggfasen (Niras/Tyréns, 2020c). I driftskedet kommer tunneln att vara tät, utan in- eller utläckage och grundvattnet ska därmed inte påverkas¹⁶.

Vid tunnelschakterna kommer det dock krävas temporära grundvattensänkningar.

Sammantaget väntas inte något av alternativen medföra en omfattande naturområdespåverkan, även om Tunnelalternativet förväntas medföra viss nytta, i förhållande till Ledningsalternativet, då det kommer påverka betydligt mindre areal. En nytta som inkluderas kvalitativt i kostnadsanalysen.

7.4 Övriga konsekvenser

7.4.1 Kulturvärdespåverkan

Det finns alltid viss sannolikhet för att okända kulturarv kan påträffas vid anläggningsarbeten. Sträckan mellan Lund och Malmö anses vara "en synnerligen rik fornlämningsmiljö" (Arkeologerna, 2020). Sannolikheten för att påträffa i nuläget okända fornlämningar bedöms därför vara högre utmed överföringsprojektets sträckning än för andra projekt i Sverige.

Tunnelalternativets djup medför att dess sträckning kommer att passera långt under eventuella fornlämningar och därför inte påverka dessa. De nio vertikala tunnelschakterna (60 x 60 m vardera) kan dock vara belägna intill eller ovanpå i nuläget okända fornlämningar. Den sammantagna arean av de nio schakterna uppgår till ca 32 000 m². Om något av schakternas föreslagna placering visar sig sammanfalla med en (värdefull) fornlämning finns det troligen marginaler för att justera dess placering.

Det är därmed främst Ledningsalternativets placering som riskerar att påverka kulturvärden under anläggningsfasen. Sammantaget förväntas Ledningsalternativets sträckning påverka en yta på omkring 900 000 m² mellan Lund-Malmö (Arkeologerna, 2020).

För att fastställa om fornlämningar kommer att beröras av ett anläggningsarbete eller inte behöver arkeologiska undersökningar genomföras, beskrivet i steg 1-3 nedan (Arkeologerna, 2020):

1. *Utredning*, innebär att tillgänglig kunskap sammanställs från tidigare inventeringar, äldre undersökningar och inventeringar som genomförs i fält. Vid behov kan även sökschaktsgrävning genomföras.

¹⁶ Muntlig kommunikation med Niras/Tyréns september 2020

2. *Förundersökning*, beskriver vilken typ av fornlämningar som påträffats och bedömer deras skick och vetenskapliga potential.
3. *Undersökning*, avser själva prövningen av tillstånd till ingrepp i en fornlämning och bestämmer om man kan gå fram med planerat arbetsföretag eller inte

Byråinventeringen och fältinventeringens iakttagelser (del av steg 1 ovan) har resulterat i att 14 utredningsobjekt¹⁷ valts ut som intressanta för fortsatta arkeologiska insatser. Den sammanlagda ytan för dessa objekt uppgår i nuläget till ca 570 300 m², men mer exakta avgränsningar ska kunna göras efter att sökschaktsgrävningar genomförts (Arkeologerna, 2020).

Sannolikheten att påträffa arkeologiska fynd bedöms som hög för Ledningsalternativet. Det kan leda till förseningar eller i värsta fall stillestånd av entreprenaden. Givet att omfattande arkeologiska undersökningar genomförs förväntas dock fornlämningar identifieras innan man påbörjar Ledningsalternativets anläggning. Vidare bör man även planera för en flexibel entreprenad som kan genomföra ledningens delsträckor i en annan turordning om någon av delsträckorna skulle stöta på okända fornlämningar.

Sammantaget bedöms Tunnelalternativet medföra samhällsekonomiska fördelar (nyttor) jämfört med Ledningsalternativet, kopplat till kulturvärdespåverkan. Denna nytta inkluderas kvalitativt i kostnadsnyttoanalysen då eventuella externa konsekvenser inte ansetts kunna kvantifieras eller monetariseras i detta skede.

7.4.2 Markanspråk

Ledningsalternativet väntas medföra ett markanspråk på 30 m² per meter ledning, på grund av dess förväntade skyddsavstånd på 15 meter åt vardera riktningen från mittpunkten mellan ledningarna. Detta motsvarar ett totalt markanspråk på ca 441 000 m².

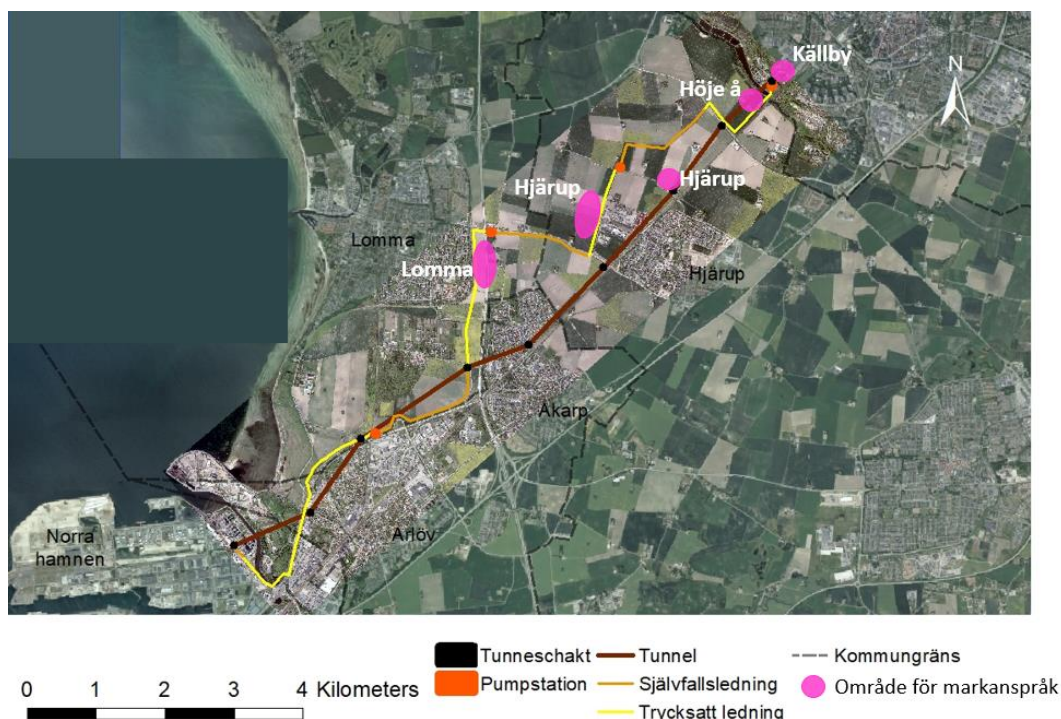
I jämförelse väntas Tunnelalternativet endast medföra ett ca 3600 m² (60 m x 60 m) markanspråk vid respektive tunnelschakt, motsvarande ca 32 000 m² i markanspråk. Tunnelns skyddszon för borring av brunnar (10 meter) bedöms inte medföra något monetärt markanspråk.

Merparten av marken som kommer att tas i anspråk utmed sträckan är i dagsläget jordbruksmark. Fyra områden är dock utpekade för kommande exploatering, i anslutning till Källby, Höje å, Hjärup och Lomma, beskrivna mer i detalj nedan.

Ledningsalternativet förväntas medföra ett visst markanspråk i samtliga av dessa exploateringsområden, medan Tunnelalternativet väntas påverka ett exploateringsområde i Hjärup.

Tillgängliga underlag från kommunerna så som översiktsplaner eller fördjupade översiktsplaner har använts för identifieringen av dessa platser, vilka är översiktligt markerade i Figur 7-5.

¹⁷ Gravhögen Bohög föreslås bevaras (Arkeologerna, 2020)



Figur 7-5. Överblickskarta över överföringsalternativens markanspråk inom exploateringsområden angivna i översiktsplaner eller fördjupade översiktsplaner.

Det råder stora osäkerheter om vad markvärdet kommer vara i framtiden. Den historiska utvecklingen av priset kan ge en indikation och den kommande utvecklingen, men den kan både gå upp och ner beroende på fastighetsmarknaden.

I denna KNA görs den samhällsekonomiska värderingen av markanspråk i form av utebliven markvärdesökning till följd av begränsad exploateringsmöjlighet. Värderingen av markanspåken avseende kommunens planer görs härvid utifrån den totala arean av anspråket tillsammans med en uppskattning av framtida marknadsvärde. För att uppskatta marknadsvärdet har en sökning på tidigare transaktioner i ovan nämnda områden utförts och sammanställts. Transaktionsdata tas fram genom verktyget Datscha (Datscha, 2020), som är en leverantör av tjänster för information och analys av fastigheter.

Genom att använda försäljningar av liknande objekt i närområdet tas marknadsvärden fram för den mark som är föremål för värderingen. Metoden förutsätter att det finns relevanta jämförelseobjekt och att sökningen genererar marknadsmässiga köp av mark. När marknadsmässiga förutsättningar råder säljs fastigheten på marknadsmässiga villkor genom ett anbudsförfarande på en fri och öppen marknad.

Detta görs genom att sökningen av sålda fastigheter begränsas till ett K/T-värde (Köpeskilling/Taxeringsvärde) mellan 1,1 och 5 eller 7. K/T-värden ≤ 1 innebär att marken är såld till eller under taxeringsvärdet. Ett antagande har gjorts att dessa "specialfall" inte är rimliga och att de troligen inte har sålts på marknadsmässiga villkor.

Markvärdena för respektive område redovisas i samband med beskrivning av området nedan:

Lunds kommun - Källby

Lunds kommun planerar att bilda naturreservat i Höje å dalen. Detta medför vissa osäkerheter för både tunnel- och Ledningsalternativet, men även för pågående drift av Källby eller en fortsatt lokalisering på platsen. Dessa osäkerheter och risker för förseningar i de olika alternativen har bedömts som mer eller mindre likvärdiga i detta skede och inkluderas inte i KNAn.

VA SYD bedömer dock att utjämningsmagasinet och anslutande byggnader som tillhör Ledningsalternativet, kommer att flyttas i jämförelse med den föreslagna placeringen (WSP, 2020b) på grund av planerna på naturreservat. I denna analys antas att de därför placeras strax norr eller nordost om planerad lokalisering, vilket medför markanspråk inom ett område som Lunds kommun pekat ut för blandad bebyggelse med bostäder (Lunds kommun, 2018). Arean på magasinet med tillhörande byggnader uppgår till 7900 m².

Sökningen av representativa objekt som underlag för markvärderingen har genomförts med följande kriterier:

- 20 år tillbaka
- Skåne Län, Lund kommun, Lunds Helgeand¹⁸
- Typkod 310, Hyreshusenhet Tomtmark
- Köpeskilling/Taxeringsvärde (K/T)-värde 1,1–5
- Får enbart finnas 1 fastighet i transaktionen

Värdering av markvärden för såld tomtmark i Lunds kommun och som bedömts motsvara den planerade markanvändningen varierar mellan ca 2900 kr/m² och 46 000 kr/m².

Annan placering av magasinet än den som har beskrivits i underlagsrapporten av WSP (2020) har inte utretts och inte heller inkluderats i investeringskostnaden för Ledningsalternativet.

Staffanstorps kommun – Höje å och Hjärup

I Staffanstorps kommun, vid Höje å, på gränsen mot Lunds kommun, planeras ett utvecklingsområde med bostadsbebyggelse (Staffanstorps kommun, 2019). Här planeras ledningen gå i vad som skulle vara södra kanten av utvecklingsområdet, på en sträcka av 600 meter.

¹⁸ Lunds Helgeands distrikt är ett distrikt i Lunds kommun och Skåne län. Distriktet omfattar de södra delarna av tätorten Lund, nämligen stadsdelarna Klostergården, Nilstorp och Järnåkra."

Ledningssträckningen går även väster om Hjärup, direkt utanför områden som idag är industriområden men som planeras som bostadsbebyggelse (Staffanstorps kommun, 2017). Även området väster om detta planeras att exploateras på längre sikt (efter 2040) där ledningen utgör ett markanspråk för kommande bostads- och stadsbebyggelse (Staffanstorps kommun, 2017). Längden på området som berörs är 1250 meter.

Det totala markanspråket för Ledningsalternativet inom mark utpekad för framtida exploatering i Staffanstorps kommun är 55 500 m².

För tunneln rör det sig om ett schakt i ett område i de norra delarna av Hjärup som pekas ut för framtida bostadsbebyggelse (Staffanstorps kommun, 2017). Arean på markanspråket här är 3600 m² (60 m x 60 m).

Sökningen av representativa objekt som underlag för markvärderingen har genomförts med följande kriterier:

- 20 år tillbaka
- Skåne Län, Staffanstorps kommun
- Typkod 310, Hyreshusenhet Tomtmark
- K/T-värde 1,1–5
- Får enbart finnas 1 fastighet i transaktionen

Värdering av markvärden för såld tomtmark i Staffanstorps kommun och som bedömts motsvara den planerade markanvändningen varierar mellan 1200 kr/m² och 6800 kr/m².

Lomma kommun

I Lomma kommun går ledningssträckningen genom ett område som kommunen i sin översiktsplan pekar ut för nytt verksamhetsområde (Lomma kommun, 2011). Längden på området som berörs är 1100 meter vilket ger ett markanspråk i området på 33 000 m²

Sökningen av representativa objekt som underlag för markvärderingen har genomförts med följande kriterier:

- 20 år tillbaka
- Skåne Län, Lomma kommun
- Typkod 411 Industrienhet, Tomtmark
- K/T-värde 1,1–7
- Får enbart finnas 1 fastighet i transaktionen

Värdering av markvärden för såld tomtmark i Lomma kommun och som bedömts motsvara den planerade markanvändningen varierar mellan 130 kr/ m² och 1300 kr/ m².

Den föreslagna placeringen av ledningsträckning har valts med hänsyn till SLU:s önskemål att undvika påverkan på försöksodlingar tillhörande Lönnstorp forskningsstation. Denna hänsyn har medfört en längre ledningssträckning väster om Lönnstorp.

VA SYD för dialog Lomma och Lund kommuner om platserna där ledningssträckningen som tagits fram (WSP, 2020) krockar med kommunens andra planer. Att undersöka

alternativa ledningsträckningar för att undvika dessa platser ingår inte i kostnadsnyttoanalysen.

Jordbruksmark

I Skåne finns Sveriges bästa jordbruksmark, och främst ledningen kommer att påverka den längs sin sträckning.

I investeringskostnaden för Ledningsalternativet har kostnaden för markförvärv av jordbruksmark inkluderats för arean av pumpstationerna (WSP, 2020b). Kostnaden beräknas där utifrån 32,4 kr/m² med en variation mellan 26 kr/m² och 39 kr/m² (LRF Konsult, 2018).

Det antas att jordbruksmarken kommer att vara fullständigt återställd för odling 2 år efter anläggningen (WSP, 2020b). Men hur snabbt återställningen och jordbruksmarkens värde kan återhämtas beror på utförandet i byggfasen och hur mycket hänsyn som tas för att inte förstöra befintlig jordprofil. Om man skiljer matjorden från den underliggande leran (alven) vid grävarbetet och lägger tillbaka jordarna i samma ordning behåller man så mycket som möjligt av åkermarkens värde.

I investeringskostnaden för Ledningsalternativet ingår även beräkningar av skörde-skador och utebliven intäkt för brukarna (WSP, 2020b).

För att fånga upp den samhällsekonomiska effekten av placeringen av ledningen i jordbruksmarken, som omöjliggör framtida exploatering på dessa platser, har priset för markförvärv (jordbruksmark) använts även för ledningssträckningen i denna KNA. Även om en exploatering av jordbruksmarken i nuläget inte är planerad, är detta ett sätt att fånga in markens värde i ett 100-årsperspektiv. Det råder generellt brist på mark att bygga på i Skåne till följd av den högt klassade jordbruksmarken. Efterfrågan på mark kommer öka i framtiden, en trend som också ses i historiskt. Ledningens placering, med ledningsrätt, innebär en restriktion där man går miste om möjligheten för en viss typ av markanvändning. Marken kommer oavsett utveckling i samhället inte att kunna exploateras så länge ledningen ligger där vilket innebär att en viss nytta försvinner. För att fånga upp detta ansätts det lägsta markvärdet i sammanhanget, vilket är värdet av jordbruksmarken som använts i beräkningen av markförvärven vid pumpstationerna.

Längden på ledningssträckningen är 11 400 meter vilket ger ett markanspråk av jordbruksmark på 342 000 m².

Total markanspråkskostnad

Överföringsalternativens sammantagna samhällskostnad (Mkr) med avseende på av utebliven markvärdesökning till följd av begränsad exploateringsmöjlighet är sammanställd i Tabell 7-12.

Samhällskostnaden har beräknats genom att multiplicera alternativens förväntade markanspråk med markens förväntade värde. Log-normala fördelningar har använts för att representera de identifierade osäkerheterna i de påverkade områdenas markvärde. Det rapporterade min-värdet har betraktats som ett minsta rimligt värde och representerar

fördelningens 5-percentil (P5). Det beräknade högsta värdet har på motsvarande sätt betraktats som ett högsta rimligt värde och representerar fördelningens 95-percentil (P95).

Tabell 7-12 Alternativens förväntade markanspråkskostnad (Mkr). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Källby (Bostäder/lokaler)	129 (P5 = 22; P95 = 362)	0 (P5 = 0; P95 = 0)
Staffanstorp & Höje å (Bostäder/lokaler)	179 (P5 = 64; P95 = 374)	12 (P5 = 4; P95 = 24)
Lomma (Industriområde)	17 (P5 = 4; P95 = 42)	0 (P5 = 0; P95 = 0)
Övrigt (Jordbruksmark)	10 (P5 = 9; P95 = 11)	1 (P5 = 1; P95 = 1)
Total markanspråkskostnad	335 (P5 = 151; P95 = 632)	12 (P5 = 5; P95 = 25)

7.4.3 Regionutvecklingsmöjligheter

Det kan finnas skillnader mellan överföringsalternativens begränsningar för Malmö-Lundregionens framtida utvecklingsmöjligheter med avseende på alternativens överföringskapacitet. Tunnelalternativet kommer kunna överföra flöden upp till 7000 L/s från Källby, medan ledningen i nuvarande förslag på utformning är begränsad till 2500 L/s.

Omfattningen av alternativens kapacitetsbegränsningar för regionens utvecklingsmöjligheter är osäker och framförallt beroende av mängden tillkommande dagvatten vid högflöden. Framtida befolkningsökning i regionen bedöms inte vara begränsande, utifrån historisk befolkningstillväxt på omkring 1–1,5% och nuvarande vattenförbrukningsprognoser.

Avloppssystem i regionen är idag till stora delar kombinerade avloppssystem och mängden avloppsvatten som alternativen är dimensionerade för är således beroende av mängden nederbörd inom avloppssystemets tillrinningsområde.

Länsvisa klimatanalyser visar att den framtida årsmedelnederbörden sannolikt kommer att öka över tid i Skånes län (SMHI, 2020). Det innebär att Ledningsalternativets kapacitet vid högflöden eventuellt kan bli mer begränsande för regionens

stadsutvecklingsmöjligheter än Tunnelalternativet om man inte kan separera dagvatten från spillvatten, dvs i separata avloppssystem.

Regionens generella policy är att skapa separata avloppssystem vid ny bebyggelse av bostäder och fastigheter och kommunerna kommer sannolikt omvandla vissa av sina befintliga system till separata¹⁹. Det är dock svårt att avgöra om detta kommer att vara tillräckligt ur ett kapacitetsperspektiv, eller om Ledningsalternativets överföringskapacitet vid högflöden kommer att vara begränsad för att hantera framtida flöden (om 100 år).

Sammantaget medför således tunnelns höga kapacitet en nytta för Lunds framtida stadsutvecklingsmöjligheter. Detta på grund av en lägre sannolikhet för framtida kapacitetsbegränsningar. Denna nytta inkluderas kvalitativt i KNA:n eftersom den inte kunnat kvantifieras eller monetariseras i detta skede.

Det bör påpekas att eventuell framtida begränsning av Ledningsalternativets kapacitet möjligen kan åtgärdas genom kapacitetshöjningar i samband med reinvesteringar i systemet, se avsnitt 7.1.3. (Reinvesteringskostnader). Givet att en återinvestering i Ledningsalternativet förväntas genomföras efter ca 70 år kan man eventuellt utöka ledningarnas kapacitet samtidigt, om det finns ett behov. Det är dock oklart i vilken omfattning som det skulle påverka återinvesteringens kostnad.

7.4.4 Trafikstörningar

Ledningsalternativet förväntas medföra trafikstörningar vid väg 108, Svanetorpsvägen, Västkustvägen och Spillepengsgatan, medan Tunnelalternativet förväntas medföra trafikstörningar vid väg 108, Alnarp väst och Hamngatan (Sweco, 2020).

Samhällskostnaden för de förseningar som överföringsalternativens trafikstörningar väntas ge upphov till har beräknats utifrån uppgifter om antalet fordon (motorfordon/cykel) och trafikanter (gående), som beräknats av Trafikverket (2019) och Malmö Stad (2020). För de gator/vägar där uppgifter saknas har erfarenhetsmässiga bedömningar gjorts (Sweco, 2020).

Osäkerhetsintervallet i antal fordon/trafikanter har uppskattats utifrån en beta-PERT fördelning till +/- 10 % för de uppgifter som är baserade på faktiska mätningarna, medan ett osäkerhetsintervall på +/- 50 % för de gator som saknar faktiska mätdata (Sweco, 2020). Gator/vägar som saknar mätdata är i allmänhet lågtrafikerade.

Påverkade personers förväntade fördröjning i tid är beräknade utifrån överföringsalternativens påverkan på vägsträckors hastighet och/eller förlängd resväg (Sweco, 2020).

Tunnelns framdrift är uppskattad till ca 6 månader mellan respektive delsträcka mellan tunnelschakterna. Det innebär att schakter som används som utgångspunkt för två riktningar/delsträckor är öppna i tolv månader och mottagningschakter och schakter som endast är utgångspunkt för en delsträcka är öppna i sex månader.

¹⁹ Muntligt kommunicerat under workshop i augusti

Ledningsalternativets framdrift har uppskattats till 5 meter per dag i bebyggd miljö och till 10 meter per dag i landsbygdsmiljö (Envidan, 2018).

Överföringsalternativens sammantagna samhällskostnader från deras förväntade trafikstörningar är sammanställda i Tabell 7-13.

Tabell 7-13 Alternativens förväntade trafikstörningskostnad (Mkr). Respektive rad visar varje kostnadsposts medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Ledningsalternativet (Referens)	Tunnelalternativet
Väg 108	0,5 (P5 = 0,5; P95 = 0,6)	1,1 (P5 = 1; P95 = 1,2)
Alnarp väst	-	0,1 (P5 = 0,1; P95 = 0,2)
Hamngatan	-	1 (P5 = 0,6; P95 = 1,4)
Svanetorpsvägen	1,6 (P5 = 1,1; P95 = 2,1)	-
Västkustvägen	5,8 (P5 = 5,4; P95 = 6,2)	-
Spillepengsgatan	2,2 (P5 = 2; P95 = 2,4)	-
Total trafikstörningskostnad	10,2 (P5 = 9,5; P95 = 10,8)	2,1 (P5 = 1,7; P95 = 2,6)

7.4.5 Driftsäkerhet

Sannolikheten att avloppsöverföringen mellan Lund-Malmö ska utsättas för terror eller sabotage bedöms i nuläget som låg. Inga omfattande åtgärder bedöms därför behöva genomföras för skydda Ledningsalternativets pumpstationer eller Tunnelalternativets schakter.

Tunnelalternativet bedöms vara mer skyddat än Ledningsalternativet. Dess djupa anläggningsdjup (30 meter) medför att det är bättre skyddat mot extern påverkan (som till exempel ofrivillig skada från grävmaskiner). Det innebär också att intrång via dess tunnelschakter bedöms vara svårare än vid Ledningsalternativets pumpstationer, som är placerade på marknivå.

Tunnelalternativet bedöms även vara mindre känsligt för driftfel och strömavbrott, då det endast innefattar en PST med redundans i form av två parallella pumpsystem (vid Nya Sjölanda), gentemot Ledningsalternativet vars fyra PST utmed sträckan är utformad likt

63(79)

en seriekopplad linje. Det vill säga, om någon dess PST mot förmodan skulle haverera kommer överföringen av avloppsvatten från Lund till Malmö upphöra och avloppsvatten istället brädda till Höje å, tills problemet vid PST har åtgärdats.

Liknande kommer strömavbrott medföra att man i värsta fall behöver förse fyra PST med reservkraft för Ledningsalternativet gentemot Tunnelalternativet, där endast en PST kommer att behöva förse med reservkraft. Tunnelns större kapacitet medför också att det kan vara utan ström en längre period än Ledningsalternativet, innan avsaknaden av energiförsörjning leder till bräddning vid Höje å.

I ett värsta scenario kan såväl driftfel som strömavbrott medföra att stora spillvattenvolymer, motsvarande ett dygn eller mer av överföringsflöde, bräddas till Höje å innan problemet är åtgärdat. Sannolikheten för detta bedöms i nuläget som mycket låg för båda alternativen, om än högre för Ledningsalternativet än Tunnelalternativet.

Eventuella konsekvenser av en sådan bräddning är mycket osäkra i dagsläget och har därför inte värderats i monetära termer inom ramen för denna analys. Höje å bedöms vara känsligt ur ett ekotoxiskt perspektiv, i första hand för förhöjda halter av ammonium (NH_4^+). Det är således inte belastningen av näringsämnen som är det kritiska för recipienten vid den här typen av extremhändelse, utan en fråga om hur negativt ekosystemet i Höje å skulle påverkas av temporärt chockhöjda ammoniumhalter, och i värsta fall slås ut.

Tunnelalternativet medför således en nytta i förhållande till Ledningsalternativet med avseende på dess högre driftsäkerhet. Denna nytta har dock inte kvantifierats inom ramen av denna analys, utan värderas därför endast kvalitativt.

7.4.6 Anslutningsmöjligheter

Båda alternativen medför förbättrade förutsättningar för en regionaliserad och samordnad avloppsrening Malmö- och Lundregionen. Det är dock svårt att veta hur regionen kommer att utvecklas fram till år 2130.

Tunnelalternativet planerar nio schakter med ca 1,5 km mellanrum, vilka samtliga kommer att vara möjliga anslutningspunkter. Motsvarande kommer det i stort sett vara möjligt att ansluta utmed samtliga av Ledningsalternativets självfallssträckor.

På samma vis som beskrivs avsnitt 7.4.3 (Regionutvecklingsmöjligheter), bedöms inget av alternativens kapacitet vara begränsande för framtida anslutningsmöjligheter. Ytterligare framtida anslutningar kommer sannolikt innefatta små volymer i förhållande till de volymer som alternativen har dimensionerats för. Utifrån befintlig bebyggelse och det man vet om planerad bebyggelse, i form av översiktsplaner eller fördjupade översiktsplaner, bedöms därför alternativen vara likvärdiga med avseende på framtida anslutningsmöjligheter och således inte alternativskiljande.

7.4.7 Fyllnadsmassor

Malmö hamn kommer behöva stora mängder av massor för utfyllnad av Norra hamnen. En förutsättning i analysen har därför varit att massor som schaktas ut under alternativens anläggningsarbete tas till vara på där.

Ledningsalternativet har beräknats medföra 213 000 m³ jordmassor som kommer att behöva transporteras bort, medan Tunnelalternativet medför 177 000 m³ bergmassor som kommer att behöva transporteras bort. Detta förhållande förväntas även gälla för alternativens borttransporterade vikt då både jord (ej matjord) och kalkberg har en förväntad densitet på ca 2,6 g/ml (ton/m³).

Tunnelalternativets massor förväntas dock vara bättre som fyllnadsmaterial i förhållande till Ledningsalternativets massor.

Kraven på massor i Norra hamnen är kopplade till bland annat jordmassornas KM/MKM-klassning och i viss mån även lerhalt. Övre fyllningsmassor från Ledningsalternativet kan generellt inte användas, då de innefattar betydligt högre halter av organiskt material och potentiella föroreningar än de undre jordlagren. Dock kommer endast material som ersätts med kringfyllning (> 1 meter jorddjup) att skickas till Norra hamnen. De massor som går att använda som fyllnadsmaterial från Ledningsalternativet förväntas dock endast kunna användas som restfyllning.

De massor som inte kan användas i Norra hamnen för Ledningsalternativet kommer att behöva deponeras, vilket kommer medföra en ökad hanteringskostnad, som inte har inkluderats i befintlig kalkyl.

Det exakta värdet av alternativens massor är okänt i nuläget, även om värdet av Tunnelalternativets massor sannolikt kommer att vara högre än motsvarande massor från Ledningsalternativets. Det värdet har dock inte kunnat kvantifieras i nuläget och nyttan av bergmassornas bättre kvalitet inkluderas därför endast kvalitativt i analysen.

7.5 Sammanställning av konsekvenser

Alternativens analyserade nuvärde (NV) är sammanställda i Tabell 7-14, för en tidshorisont på 100 år och en diskonteringsränta på 3,5%. Analysens nettonuvärde (NNV) är beräknat i kapitel 8, där Tunnelalternativets NV har jämförts mot Ledningsalternativets NV för att se vilket av de två alternativen som bedöms vara mest samhällsekonomiskt fördelaktigt.

Tunnelalternativet förväntas medföra ett mindre behov för återinvesteringar och färre externa effekter än Ledningsalternativet tack vare dess större kapacitet och större anläggningsdjup. Bland annat genom att det förväntas medföra en lägre näringsämnesbelastning, motsvarande omkring 12 000 kg kväve och 300 kg fosfor per år, samt medföra ett mindre omfattande markanspråk på 400 000 m² mindre än Ledningsalternativet.

Tunnelalternativet har dock en högre investeringskostnad (ca 700 Mkr dyrare) och medför omkring 18% större klimatpåverkan än Ledningsalternativet med avseende på utsläpp av CO₂-ekvivalenter under anläggningsfas och driftskedet.

Resultatets möjliga påverkan från konsekvenser som endast varit möjliga att utvärdera kvalitativt har analyserats i avsnitt 8.3.

Tabell 7-14 Sammanställning av analyserade konsekvensers nuvärde från avsnitt 7.1–7.4 (Mkr).

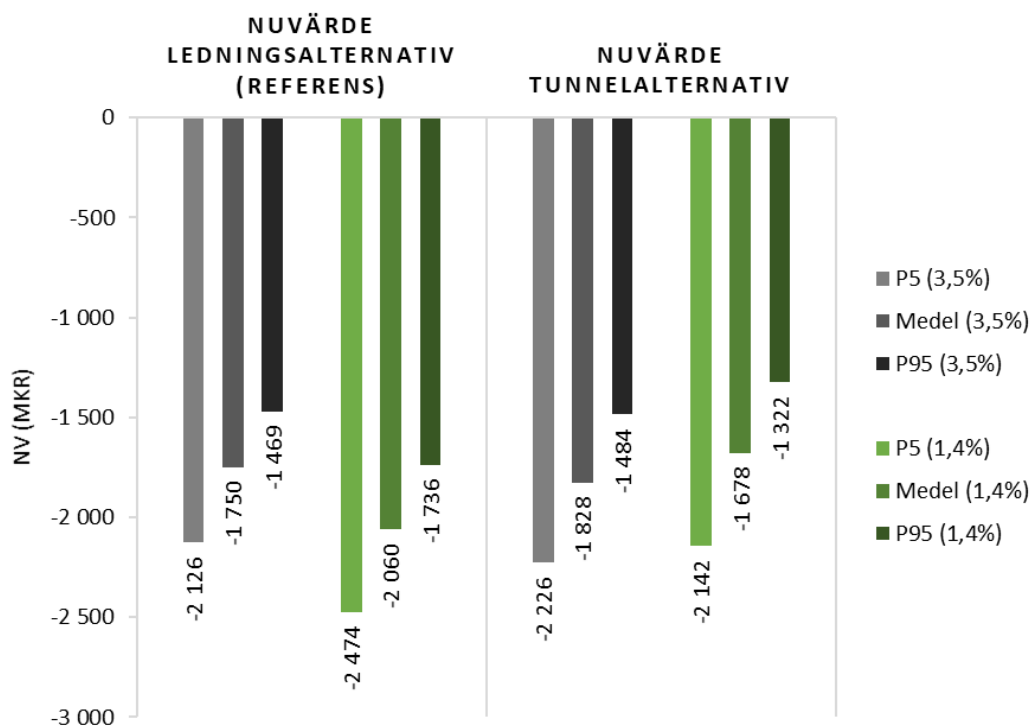
	Ledningsalternativet (Referensalternativ)	Tunnelalternativet
1) Interna konsekvenser	-1245 (P5 = -1421; P95 = -1094)	-1752 (P5 = -2107; P95 = -1447)
Investeringskostnader	-1020 (P5 = -1174; P95 = -886)	-1709 (P5 = -2065; P95 = -1403)
Förseningskostnader	-17 (P5 = -23; P95 = -11,6)	-1 (P5 = -3; P95 = 0)
Återinvesteringskostnader	-101 (P5 = -167; P95 = -50)	-3 (P5 = 0; P95 = 0)
Restvärde	15 (P5 = 4; P95 = 23)	14 (P5 = 0; P95 = 27)
Drift- och underhållskostnad	-122	-53
Nya Sjölund	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Goodwill	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
2) Externa hälsokonsekvenser	-19 (P5 = -97; P95 = -1)	-0,5 (P5 = -0,6; P95 = -0,4)
Luftföroreningar	-18 (P5 = -96; P95 = -0,2)	-0,04 (P5 = -0,05; P95 = -0,03)
Buller	-0,06 (P5 = -0,13; P95 = -0,02)	-
Olycksrisk	-0,7 (P5 = -0,9; P95 = -0,6)	-0,46 (P5 = -0,54; P95 = -0,4)
Infektionsrisk	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
3) Externa miljökonsekvenser	-141 (P5 = -169; P95 = -115)	-60 (P5 = -109; P95 = -16)
Näringsämnen	-0,4 (P5 = -1,4; P95 = 0)	152 (P5 = 134; P95 = 171)
Klimatpåverkan	-140 (P5 = -169; P95 = -115)	-213 (P5 = -258; P95 = -173)
Naturområdespåverkan	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
4) Övriga konsekvenser	-345 (P5 = -648; P95 = -162)	-15 (P5 = -27; P95 = -7)
Kulturmiljö	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Markanspråk	-335 (P5 = -638; P95 = -152)	-12 (P5 = -25; P95 = -5)
Regionutvecklingsmöjligheter	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Trafikstörningar	-10,2 (P5 = -10,8; P95 = -9,5)	-2,1 (P5 = -2,6; P95 = -1,7)
Driftsäkerhet	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Anslutningsmöjligheter	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>
Fyllnadsmassor	<i>kvalitativt inkluderad</i>	<i>kvalitativt inkluderad</i>

8 Resultat

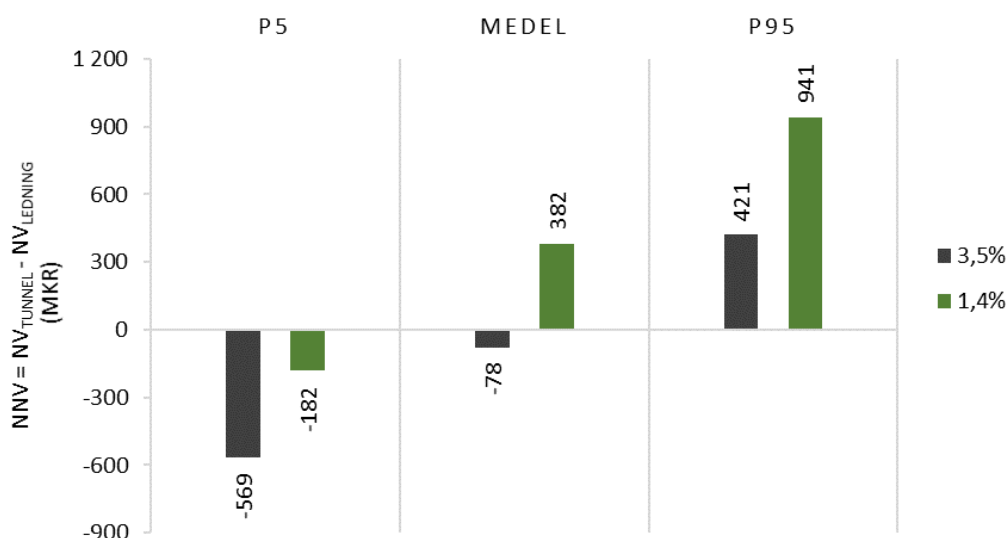
8.1 Nettonuvärde

Resultatet har beräknats för två reala samhällsekonomiska diskonteringsräntor, 3,5% och 1,4%, över en tidshorisont på 100 år. Jämförelsen av den högre räntesatsen (3,5%) och den lägre räntesatsen (1,4%) är utförd för att se hur slutresultatet varierar med val av räntesats.

Tunnelalternativets sammantagna nettonuvärde (NNV) av överföringsalternativets monetära konsekvenser har beräknats genom att subtrahera Ledningsalternativets nuvärde (NV) från Tunnelalternativets NV. Nuvärdena för de båda alternativen är sammanställda i Figur 8-1. NNV för Tunnelalternativet redovisas i Figur 8-2.



Figur 8-1 Alternativens beräknade totala nuvärden för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5% respektive 1,4%.



Figur 8-2 Tunnelalternativets sammantagna nettonuvärde (NNV) för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5% respektive 1,4%.

Ett positivt NNV indikerar att Tunnelalternativet är mer samhällsekonomiskt fördelaktigt än Ledningsalternativet och vice versa för ett negativt NNV.

Valet av de två diskonteringsräntorna grundar sig dels på vedertagna principer och rekommendationer från Trafikverket (2020a) för samhällsekonomiska beräkningar av investeringar i infrastruktur i Sverige (räntesats 3,5 %), dels på den räntesats som Sternrapporten använde sig av för samhällsekonomiska kalkyler av åtgärder mot klimateffekter (1,4%) (Stern, 2006). En räntesats på 1,4% överensstämmer dessutom väl med den räntesats på 1,5% som Johansson och Kriström (2016) föreslår bör användas som en nedre gräns i en känslighetsanalys vid samhällsekonomiska kalkyler. De baserar sitt förslag på en genomgång av olika samhällsekonomiska diskonteringsräntor som har föreslagits i litteraturen.

Utifrån analysens monetariserade konsekvenser är nettonuvärdets medelvärde för Tunnelalternativet negativt vid 3,5% diskonteringsränta (-78 Mkr) och positivt vid 1,4% diskonteringsränta (382 Mkr). Sannolikheten för ett positivt NNV har beräknats utifrån resultatets simulerade osäkerhetsfördelning till 39% vid 3,5% diskonteringsränta och till 88% vid 1,4% diskonteringsränta.

Tunnelalternativets *nuvärden* i förhållande till Ledningsalternativets *nuvärden* redovisas för respektive konsekvenskategori i Tabell 8-1, för en tidshorisont på 100 år och diskonteringsränta på 3,5% respektive 1,4%. Utfallet är positivt för samtliga externa konsekvenskategorier (hälsomässigt, miljömässigt och övrigt), men negativt för den interna konsekvenskategorin.

Tabell 8-1 Tunnelalternativets nuvärde minus Ledningsalternativets nuvärde för respektive konsekvenskategori. Respektive rad visar varje kategoris medelvärde (förväntat värde) med dess 5- och 95-percentil (P5 och P95) inom parentes.

	Räntesats = 3,5%	Räntesats = 1,4%
1) Interna konsekvenser	-507 (P5 = -893; P95 = -148)	-201 (P5 = -674; P95 = 202)
2) Externa hälsokonsekvenser	19 (P5 = 1; P95 = 97)	19 (P5 = 1; P95 = 98)
3) Externa miljökonsekvenser	80 (P5 = 25; P95 = 134)	233 (P5 = 166; P95 = 296)
4) Övriga konsekvenser	331 (P5 = 154; P95 = 630)	331 (P5 = 152; P95 = 625)

Som nämnt i avsnitt 7.5 (Sammanställning av konsekvenser), är det framförallt Tunnelalternativets mindre behov av återinvesteringar, lägre näringsämnesbelastning per år och mindre omfattande markanspråk som medför dess stora nyttor i förhållande till Ledningsalternativet. Motsvarande är det framförallt dess betydligt mer omfattande investeringskostnad som medför dess stora kostnader i förhållande till Ledningsalternativet.

Val av diskonteringsränta har således stor inverkan på det slutgiltiga resultatet, då Tunnelalternativets största kostnader sker vid tidsperiodens start (år noll) och två av dess främsta nyttor inträffar över tid (det vill säga lägre återinvesteringar och lägre näringsämnesbelastning per år). Den räntesats som medför att medelvärdet av överföringsalternativens monetariserade konsekvenser är likvärdiga (det vill säga medel- $NNV=0$) är beräknad till 2,9%.

Valet av åtgärd kommer ha inverkan över flera generationer och påverka storleken på externa miljö- och klimateffekter som kontinuerligt sker över den analyserade tidshorisonten. Det finns därför motiv för att överväga en lägre diskonteringsränta, för att inte värdera ner framtida effekter i allt för stor utsträckning i förhållande till dagens kostnader. Ett skäl till att Stern (2006) i sin analys "Review on the Economics of Climate Change" använde en relativt låg diskonteringsränta var just för att en mycket lång tidshorisont är relevant i en analys av klimatåtgärders samhällsekonomiska lönsamhet.

Valet av diskonteringsränta avspeglar vilken värdegrund som gäller för det beslut som ska tas och det är slutligen beslutsfattaren som måste göra detta val. Det kan konstateras att vid en räntesats på 3,5 %, avspeglade produktiviteten i dagens samhälle, presterar de två åtgärdsalternativen, i sammanhanget, relativt likvärdigt med ett negativt nettonuvärde för Tunnelalternativet på -78 kr. Med en värdegrund där framtida generationer ges en större vikt blir skillnaden tydligare med ett positivt nettonuvärde för Tunnelalternativet på 382 Mkr.

Möjlig påverkan av de kvalitativt värderade (icke-monetariserade) konsekvenserna på det beräknat NNV är beskrivet i avsnitt 8.3 (Icke-monetära värden).

8.2 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för att se vilka variabler som har störst inverkan på resultatet vid 3,5% respektive 1,4% diskonteringsränta (Figur 8-3).

Känslighetsanalysen visar korrelationen mellan en förändring i ingångsvariablernas värde och resultatets sammantagna värde på en skala från 0 till |1|. 0 innebär att ingångsvariabeln inte har någon inverkan på resultatets osäkerheter och |1| innebär att resultatets osäkerhetsintervall är direkt beroende av variabelns värde. Ett positivt värde innebär att resultatets värde ökar med ett ökat värde på ingångsvariabeln och ett negativt värde innebär att resultatets värde minskar med ökat värde på ingångsvariabeln.

Figur 8-3 visar att variabler som är kopplade till Ledningsalternativet medför positiva korrelationskoefficienter och vice versa för variabler kopplade till Tunnelalternativet. Det vill säga att högre kostnader för Ledningsalternativet är fördelaktigt för Tunnelalternativet, medan högre kostnader för Tunnelalternativet är ogynnsamt.

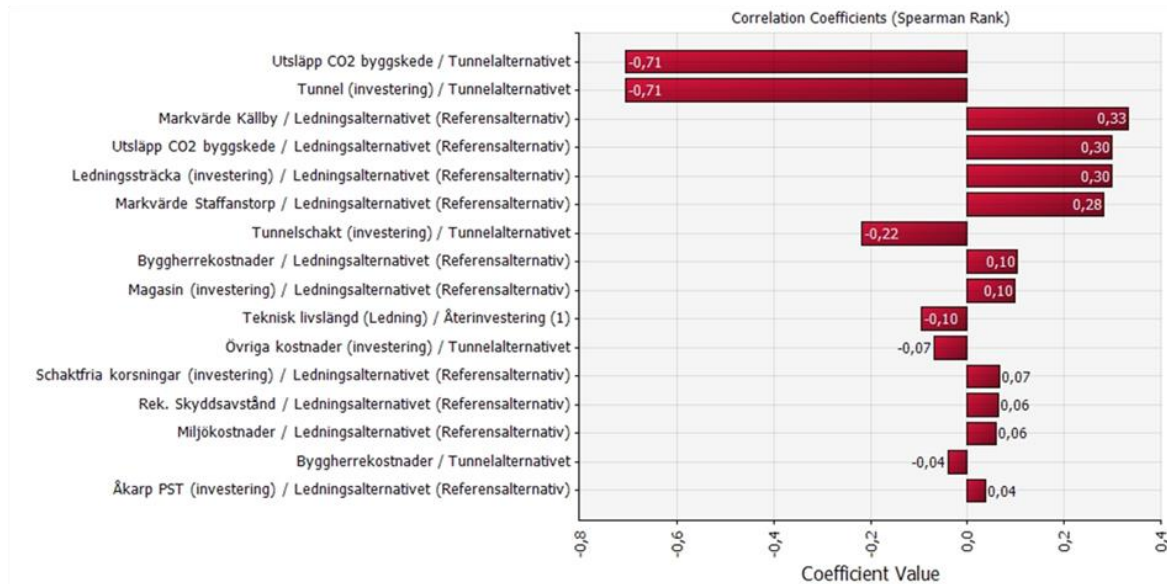
Den variabel som bedöms medföra störst osäkerheter för det beräknade nettonuvärdet (*NNV*) är konstruktionskostnaden för själva tunneln (investering) och motsvarande klimatpåverkan (som anses vara korrelerade). Det finns en negativ korrelation mellan tunnelns konstruktionskostnad och det beräknade nettonuvärdet, korrelationskoefficient (Spearman Rank) lika med -0,71 vid 3,5% diskonteringsränta och -0,65 vid 1,4% diskonteringsränta. Det innebär att *NNV* minskar för höga konstruktionskostnader och ökar med lägre konstruktionskostnader för Tunnelalternativet.

Övriga variabler som påverkar resultatets osäkerhet är markvärdena vid Källby respektive Staffanstorp, ledningens konstruktionskostnad och motsvarande klimatpåverkan (som anses vara korrelerade). Korrelationskoefficienterna för dessa variabler varierar från |0,28|-|0,33| vid 3,5% diskonteringsränta och |0,26|-|0,33|, vid 1,4% diskonteringsränta.

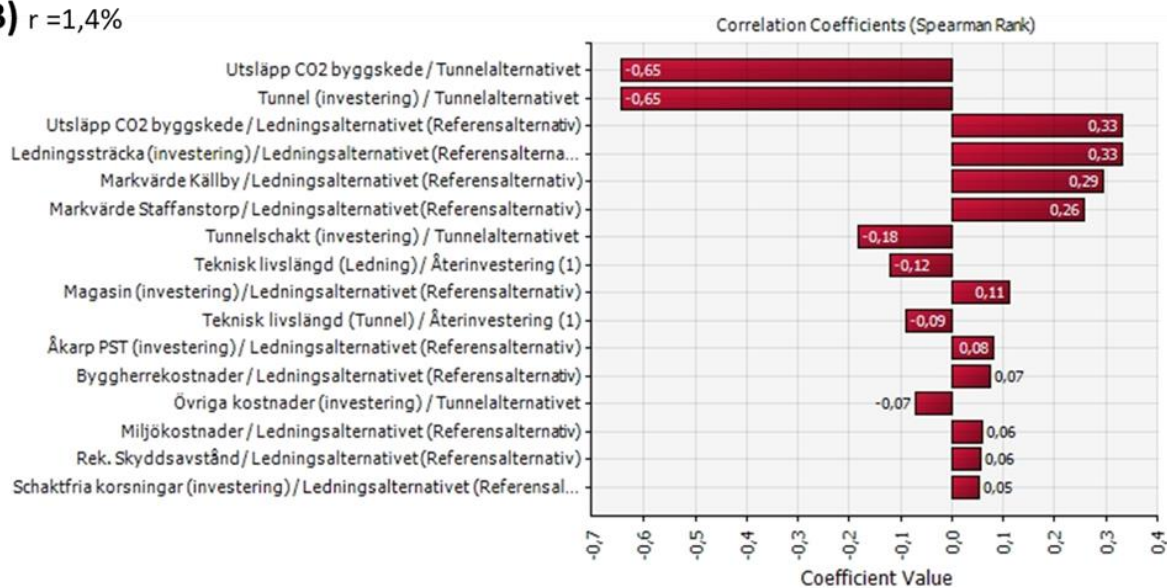
Rangordningen av vilka variabler som påverkar *NNV* varierar något mellan de två analyserade räntesatserna, men det är samma variabler som medför störst osäkerheter (korrelationskoefficient > |0,25|).

Om man vill åstadkomma en nettonuvärdesberäkning med högre grad av tillförlitlighet, och minska osäkerheterna rörande Tunnelalternativets samhällsekonomiska lönsamhet jämfört med Ledningsalternativet, bör man således i första hand reducera osäkerheter gällande alternativens investeringskostnader och värderingen av Ledningsalternativets eventuella markanspråk i Staffanstorp och Källby.

A) $r = 3,5\%$



B) $r = 1,4\%$



Figur 8-3 Korrelationskoefficienter för de variabler som har störst inverkan på resultatet vid A) 3,5% diskonteringsränta respektive B) 1,4% diskonteringsränta.

8.3 Icke-monetära värden

Det finns ett antal konsekvenser som inte tilldelats ett monetärt värde i denna analys, utan endast beskrivits kvalitativt (se avsnitt 7 Konsekvensanalys; Tabell 7-14). Merparten av dessa förväntas vara nyttor för Tunnelalternativet i förhållande till Ledningsalternativet. Flera av dessa bedöms kunna påverka slutresultatet om de kunnat monetariseras.

Fyra av de kvalitativt värderade konsekvenserna bedöms dock ha potential att kunna påverka resultatet: *Kulturmiljö*, *Regionutvecklingsmöjligheter*, *Driftsäkerhet* och *Fyllnadsmassor*.

Tunnelalternativets nytta med avseende på bättre *Driftsäkerhet* bedöms ske kontinuerligt under hela den analyserade tidsperioden. Medan nyttan av bättre *Regionutvecklingsmöjligheter* förväntas ske mot slutet av den analyserade tidshorisonten. Nyttan av mindre påverkan på *Kulturmiljö* och bättre kvalitet på *Fyllnadsmassor* förväntas ske vid anläggningsskedet.

För att medelvärdet av resultatets nettonuvärde ska vara större än noll behöver det sammantagna värdet av de icke-monetariserade nyttorna uppgå till ett nuvärde >78 Mkr vid 3,5% diskonteringsränta.

Det potentiella värdet av de icke-monetariserade nyttorna måste således ställas mot när i tiden som de förväntas att inträffa.

För något som sker kontinuerlig motsvarar ett nuvärde på 78 Mkr ett årligt medelvärde på ca 2,7 Mkr per år, vid 3,5 % diskonteringsränta. Medan motsvarande värde för något som inträffar vid den analyserade tidshorisontens slut, år 100 (dvs år 2120) motsvarar ca 2433 Mkr, på grund av diskonteringsräntans bedömda värdeminskning i förhållande till nuläget. Det vill säga mer än dubbla investeringskostnaden för Ledningsalternativet.

Nyttor som förväntas ske långt fram i tiden har således mindre påverkan på resultatet nyttor som sker i anläggningsfasen.

Resultatets möjliga påverkan från nämnda kvalitativt värderade konsekvenser (*Kulturmiljö*, *Regionutvecklingsmöjligheter*, *Driftsäkerhet* och *Fyllnadsmassor*) vid 3,5% räntesats är beskrivet nedan:

Driftsäkerhet

Det finns exempel på pumpstationer som har fallerat på grund av tekniska fel i Malmö. Både PST Turbinen och PST Spillepengen har haft betydande driftfel omkring var 10-20 år (Sweco, 2018). Även om dessa pumpstationer är föråldrade gentemot de pumpstationer som kommer att anläggas för överföringsalternativen, påvisar dessa exempel att det förekommer händelser som kan medföra allvarlig påverkan på pumpstationers drift.

Om man antar att frekvensen för att en modern PST ska falla upp till ett dygn är mellan 1-2 gånger per 100 år (uniform fördelning), på grund av driftfel eller strömavbrott. Kan

72(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

den årliga sannolikheten för att någon av Ledningsalternativets fyra pumpstationer ska falla väntas vara ca 5,9% (P5=4,1%; P95 = 7,6%) medan motsvarande sannolikheten för att Tunnelalternativets PST (med full redundans) ska falla kan väntas vara ca 0,02% (P5=0,01%; P95 = 0,04%).

För att Tunnelalternativets högre driftsäkerhet ska ändra resultatets rangordning, vid antagen frekvens, behöver nyttan av dess lägre riskkostnad²⁰ vara större än 2,7 Mkr per år. Det motsvarar en konsekvenskostnad på ca 47 Mkr (P5=36 Mkr; P95 = 66 Mkr).

Det exakta värdet av Tunnelalternativets bättre driftsäkerhet är mycket osäkert. Höje ådalen bidrar med viktig stadsnära rekreation och positiva hälsoeffekter liksom flertalet ekosystemtjänster. Givet ovanstående antaganden bedöms det dock inte vara omöjligt att ett ammoniumutsläpp, som potentiellt kan slå ut Höje ås ekosystem, kan uppnå den storleksordning som medför att resultatets rangordning vid 3,5% räntesats ändras till Tunnelalternativets fördel.

Regionutvecklingsmöjligheter

Att tunnelns kapacitet eventuellt kan medföra större utvecklingspotential (med avseende på VA-hantering) för Malmö-Lundregionen och potentiellt medföra stora nyttor för regionens samhällsutveckling i framtiden (50–100 år fram i tiden) väntas inte påverka resultatet i denna analys. Eftersom nyttan sker för långt fram i tiden för att det ska medföra några större förändringar på nuvärdet.

Fyllnadsmassor

Tunnelalternativets massor förväntas vara av bättre kvalitet än Ledningsalternativets, vilket kommer medföra lägre deponeringskostnader för VA SYD och lägre kostnad för fyllnadsmassor för Malmö Stad. Uppgifter från KP Fakta²¹ indikerar att dessa kostnader kan förväntas vara i storleksordningen 60 kr per ton för bergkross och 45 kr per ton i deponiavgift för schaktmassor.

Om man utgår ifrån att samtliga massor kan användas som fyllnadsmaterial i Norra hamnen för Tunnelalternativet, och att värdet av jordschaktmassor är ca 10% lägre än värdet för krossat kalkberg, kommer ett scenario där hälften av Ledningsalternativets massor kan användas i Norra hamnen medföra en nytta motsvarande ca 25 Mkr för Tunnelalternativet.

Det exakta värdet av Tunnelalternativets bättre kvalitet av fyllnadsmassor är dock okänt i nuläget, men ovanstående scenario visar att det kan medföra viss påverkan på Tunnelalternativets sammantagna nettonuvärde.

Kulturvärden

Risken för att arkeologiska fynd kan försena eller fördyra Ledningsalternativets kostnader är till stor del inkluderat i kalkylen med avseende på oförutsett-posten ($\pm 20\%$) och riskkostnader av eventuella förseningar (avsnitt 7.1.1 & 7.1.2).

²⁰ Sannolikhet att något inträffar multiplicerat med dess konsekvenskostnad

²¹ <https://kpsystem.se>

Sannolikheten för att värdet av att undvika de eventuella fornlämningarna skulle uppgå till 78 Mkr bedöms därför som låg, om än inte obefintlig. Det kan uppstå scenarion som medför att entreprenaden kan bli stillastående under långa perioder om man inte upptäcker eventuella (okända) fornlämningar i tid. Stillestånd kommer fördyra VA SYDs projektinterna kostnader, men även medföra flera externa kostnader som till exempel förlängda perioder av trafikstörningar.

Riskkostnaden²² av omfattande förseningar på grund av påträffande av arkeologiska fynd bedöms således vara mindre än 78 Mkr även om den sammantagna konsekvenskostnaden av att dessa skulle inträffa kan väntas vara högre.

Sammantagen påverkan

Sannolikheten för att det sammantagna värdet av de icke-monetariserade konsekvenserna kan ändra rangordningen mellan överföringsalternativen, till Tunnelalternativets fördel vid en räntesats på 3,5% bedöms vara måttlig, även om det innefattar stora osäkerheter.

Vid en räntesats på 1,4 % bedöms det inte vara möjligt att en monetarisering av dessa konsekvenser skulle kunna ändra rangordningen mellan överföringsalternativen, till Ledningsalternativets fördel. Tunnelalternativets *NNV* är tydligt positivt vid denna räntesats och ingen av de icke-monetariserade konsekvenserna bedöms medföra en negativ påverkan för Tunnelalternativet. Vidare bedöms flertalet av de icke monetariserade konsekvenserna leda till nyttor för Tunnelalternativet jämfört med Ledningsalternativet.

²² Riskkostnad motsvarar sannolikheten av att en händelse inträffar multiplicerat med dess förväntade konsekvenskostnad

9 Fördelningsanalys

En övergripande fördelningsanalys har gjorts i denna studie, för att belysa vem som gynnas eller drabbas av de olika kostnadsposterna. Fördelningsanalysen utgår från samma ramar som kostnads-nyttoanalysen i övrigt, med Ledningsalternativet som referens. Positiva konsekvenser för tunneln jämfört med ledningen är en nytta som medför att aktörer gynnas, negativa konsekvenser är en kostnad som medför att någon aktör drabbas. Vidare innebär detta att nyttor som utbyggnaden av en överföringslösning i sig medför, oavsett åtgärdsalternativ, inte synliggörs då dessa inte är alternativskiljande och inte studeras i denna KNA.

Fördelningsanalysen redovisas i Tabell 9-1. Det interna konsekvenserna för VA SYD redovisas inte i tabellen, men det är VA SYD med abonnenter som står för Tunnelalternativets merkostnader. Det kan utläsas att Tunnelalternativet övervägande gynnar externa intressenter.

Allmänheten och samhället gynnas via de externa hälso- och miljöeffekterna (blå- respektive grönmarkerade). Övriga effekter (gråmarkerade) gynnar flera aktörer, VA SYD, liksom samhället på flera skalor. Den negativa klimateffekt som Tunnelalternativet medför drabbar allmänheten lokalt och regionalt samt samhället internationellt.

Tabell 9-1. Övergripande fördelningsanalys över KNAns resultat. Samma förutsättningar som KNAn, fördelar och nackdelar redovisas för tunneln jämfört med referensen ledningar.

Externa nytto- & kostnadsposter	VA SYD med abonnenter	Kommun	Privata aktörer	Allmänhet lokalt	Allmänhet regionalt	Samhället internationellt
Luftföroreningar				+	+	
Buller				+		
Olycksrisk				+		
Infektionsrisk				+	+	
Näringsämnen				+	+	+
Klimatpåverkan				-	-	-
Naturområdespåverkan				+	+	
Kulturvärdespåverkan	+			+		
Markanspråk		+	+	+	+	
Regionutvecklingsmöjlig.		+	+	+	+	
Trafikstörningar		+	+	+		
Driftsäkerhet	+			+		
<i>Anslutningsmöjligheter</i>	<i>Ej alternativskiljande</i>					
Fyllnadsmassor	+	+				

75(79)

10 Slutsatser

Utifrån den genomförda kostnads-nyttoanalysen bedöms **Tunnelalternativet** vara det mest samhällsekonomiskt fördelaktiga överförings-alternativet för den framtida överföringen av avloppsvatten mellan Lund och Malmö.

Båda de analyserade överföringsalternativen förväntas medföra en positiv förbättring för Malmö-Lundregionens framtida avloppsvattenrening. Både Ledningsalternativet och Tunnelalternativet är fullgoda alternativ som kommer att uppfylla de förväntningar som ställs på den framtida avloppsöverföringen mellan Lund och Malmö.

Resultatet av kostnads-nyttoanalysen för överföringsalternativ mellan Lund och Malmö är utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv starkt beroende av valet av diskonteringsränta:

- Utifrån analysens monetariserade konsekvenser framkommer nedanstående:
 - Ledningsalternativet beräknas vara det mest samhällsekonomiskt fördelaktiga alternativet vid en räntesats på 3,5%, med ett förväntat nettonuvärde på -78 Mkr (P5 = -569Mkr; P95 = 421 Mkr).
 - Tunnelalternativet beräknas vara det mest samhällsekonomiskt fördelaktiga alternativet vid en räntesats på 1,4%, med ett förväntat nettonuvärde på 382 Mkr (P5 = -182 Mkr; P95 = 941 Mkr).
- Merparten av de icke monetariserade konsekvenserna bedöms leda till nyttor för Tunnelalternativet jämfört med Ledningsalternativet, varvid:
 - Sannolikheten för att de icke-monetariserade konsekvenserna ska kunna ändra resultatets rangordning till Tunnelalternativets fördel vid en räntesats på 3,5% bedöms vara måttlig.
 - Sannolikheten för att de icke-monetariserade konsekvenserna ska kunna ändra resultatets rangordning till Ledningsalternativets fördel vid en räntesats på 1,4% bedöms som obefintlig.
- Den räntesats som medför att det monetära medelvärdet i genomförda beräkningar av överföringsalternativen är likvärdiga (det vill säga medel- $NNV=0$) är beräknad till 2,9%.
- Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. I denna analys kommer valet av åtgärd att ha inverkan över flera generationer eftersom tidshorisonten är lång. Åtgärderna har också externa effekter som kontinuerligt berör miljö och klimat över den analyserade tidshorisonten.

Utifrån ovanstående punkter finns det motiv för att överväga en lägre diskonteringsränta, för att inte värdera ner framtida nyttor i för stor utsträckning i förhållande till dagens kostnader.

76(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

Slutligen bör det påpekas att kostnads-nyttoanalys endast utgör en, men viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget rörande vilken framtida lösning för överföring mellan Lund-Malmö som bör väljas. Inför det slutliga beslutet behöver även andra aspekter beaktas, exempelvis planfrågor och juridiska förhållanden. Kostnads-nyttoanalysen är emellertid en betydelsefull del i det underlag som behövs för en rimlig och välgrundad användning av samhällliga resurser.

11 Referenser

- Anthesis Enveco. (2017). *Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma*. Anthesis Enveco AB.
- Arkeologerna. (2020). *Ny avloppsledning från Källby i Lund till Sjölunda i Malmö*.
- Boverket. (1995). *Bättre plats för arbete: Planering av arbetsområden med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet*.
- Datscha. (den 05 12 2020). Hämtat från <https://datscha.se/>
- DHI. (2019). *Bräddstudie Källbyverket*.
- Envidan. (2018). *PM Malmö tryckavloppssystem utredning av systemlösning*.
- IVL. (den 18 09 2020). *Vätesulfid (svavelväte)*. Hämtat från ArbetsmiljöVA: <https://www.arbetsmiljova.se/halsoocholycksrisker/kemiskaarbetsmiljorisker/vatesulfidsvavelvate.4.750e3680136adb9f8058000591.html>
- Johansson, P.-O., & Kriström, B. (2016). *Cost-Benefit Analysis for Project Appraisal*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lomma kommun. (2011). *Översiktsplan för Lomma kommun*.
- LRF Konsult. (2018). *Åkermarksprisrapporten 2018*.
- Lunds kommun. (2018). *Lunds Översiktsplan*. Lund.
- Lunds komun. (2019). *Fördjupning av översiktsplanen för Källby i sydvästra Lund - Samrådshandling*.
- Malmö Stad. (den 01 12 2020). *Trafikmätningar*. Hämtat från Malmö Stad: <https://malmo.se/Service/Var-stad-och-var-omgivning/Stadsmiljon/Laget-i-staden/Trafikmatningar.html>
- Naturvårdsverket. (2004). *Naturvårdsverkets författningssamling - NFS 2004:15*.
- Naturvårdsverket. (2012). *Biotopskyddsområden, Vägledning om tillämpningen av 7 kapitlet 11 § miljöbalken*. Bromma: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (2018). *Arbetsmaskinens klimat- och luftutsläpp - Bilaga 5*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 11 12 2020). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/>
- Niras/Tyréns. (2020a). *Wastewater tunnel (avloppstunnel) Källby-Sjölunda*.
- Niras/Tyréns. (2020b). *Avloppstunnel källby-sjölunda: Material quantities, construction logistics and embodied carbon dioxide*.
- Niras/Tyréns. (2020c). *Wastewater tunnel (avloppstunnel) Källby-Sjölunda - PM preliminary geotechnical and hydrogeological basis*.
- Prolog. (2018). *Riskrapport: Ledning Lund-Malmö*.
- Ramböll. (2017). *Malmö avloppstunnel - Utredningsfas 2. VA SYD & Ramböll*.
- Ramböll. (2019). *Avloppstunnel Källby-Sjölunda*.
- SCB. (2009). *Beräkningsmodell för bensin respektive diesel*. Statistiska Centralbyrån.
- SIS. (2011). *Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda - Beräkningsmetod*. Svenska institutet för standarder.
- SMHI. (den 30 10 2020). *Länsvisa klimatanalyser*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/lansanalyser/skane/annual-avg-precipitation>
- Staffanstorps kommun. (2017). *Framtidens kommun*. Staffanstorps kommun.
- Staffanstorps kommun. (2019). *Fördjupad översiktsplan Flackarp - Höjebromölla*. Staffanstorps kommun.
- Stern, N. (2006). *The Stern review - The Economics of climate change*.
- Sweco. (2020). *Trafik-PM Avloppsöverföring Lund-Malmö*.

78(79)

RAPPORT
2021-02-19

KOSTNADS-NYTTOANALYS AV AVLOPPSÖVERFÖRING
LUND-MALMÖ

- Svenskt Vatten. (2011). *Rörmaterial i svenska VA-ledningar – egenskaper och livslängd*. Stockholm: Svenskt vatten.
- Svenskt Vatten. (2019). *VA-tunnlar – erfarenheter från utredning till drift*.
- Söderqvist, T. (2006). *Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder. Rapport 5618*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Trafikverket. (2014). *Olskroken planskildhet och Västlänken: Underlagsrapport Luftkvalitet*. Göteborg.
- Trafikverket. (2019). *NVDB på webb - Version: 1.0.7.7*. Hämtat från Trafikverket: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>
- Trafikverket. (2020a). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0*.
- Trafikverket. (2020b). *Klimatkalkyl – Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv Modellversion 7.0*.
- VA SYD. (2016). *Utredning - Lunds framtida avloppsvattenrening*.
- VA SYD. (2019a). *NYA SJÖLUNDA - Sammanfattande rapport, förstudie Fas 1*.
- VA SYD. (2019b). *Källby avloppsreningsverk Lund: Miljörapport 2019*. Lund: VA SYD.
- VA SYD. (den 28 09 2020a). *Hållbar avloppsrening i ett växande Skåne*. Hämtat från VA SYD: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Hallbar-avloppsrening/Hallbar-avloppsrening>
- VA SYD. (den 28 09 2020b). *Sjölunda navet i regional lösning*. Hämtat från VA SYD: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Hallbar-avloppsrening/Sjolunda-ar-navet>
- WSP. (2015). *Stomljud: Beskrivning och genomgång av riktvärden för spår- och vägburen trafik*.
- WSP. (2020a). *6792 Överföring Lund-Malmö: Ledning källby-Sjölunda*. Malmö.
- WSP. (2020b). *6792 Överföring Lund-Malmö: Ledning källby-Sjölunda PM komplettering till fördjupad förprojektering*. Malmö.
- WSP. (2020c). *6792 Överföring Lund-Malmö: Ledning Källby-Sjölunda - Fördjupad förprojektering*.