

Samhällsekonomisk analys av lokala dagvattenåtgärder

Underlag till reglering i ABVA



Uppdrag: DAGVA ABVA
Uppdragsnummer: 30032303
Kund: Svenskt Vatten AB
Datum: 2022-02-21
Upprättad av: Nils-Petter Sköld, Mattias Salomonsson, Lars Rosén,
Anne Adrup
Kontrollerad av: Lars Grahn
Godkänt av: [Click or tap here to enter text.](#)
Dokumentreferens: \\sestofs010\projekt\21134\30032303_dagva_abv
a\000\10 arbetsmtrl_dok\rapport\slutrapport
220215.docx

Sammanfattning

Bakgrund

Ökande dagvattenmängder på grund av förtätning och förändrat klimat är en utmaning för många VA-huvudmän. I duplikata system kan rening krävas innan dagvattnet släpps ut till recipienten, krav som kan komma att skärpas i framtiden. I kombinerade system påverkar ett ökat dagvattenflöde både reningseffekten och kapaciteten i avloppsreningsverket, och utbyggnad kan bli aktuellt. Alternativet till att fortsätta att leda allt dagvatten till recipient eller reningsverk är lokal fördröjning, både på kvartersmark och på allmän platsmark. Denna rapport beskriver en samhällsekonomisk analys enligt vedertagen metodik som värderar nyttan av lokal hantering av dagvatten. Rapporten baseras på resultaten från en SVU-rapport, Hydraulisk analys av lokal dagvattenhantering, SVU 2021-18, med ett duplikat respektive kombinerat ledningsnät i den fiktiva staden Regnköping (befintlig bebyggelse av olika typer).

Beräkningar har genomförts för ett referensalternativ och två olika strikta krav på lokal dagvattenhantering för duplikat respektive kombinerat system. Analysen över vilka åtgärder som bedöms ge störst effekt och nytta är ett av flera delprojekt som ska ge underlag för revidering av Svenskt Vattens publikation om ABVA.

Beskrivning av alternativen och metodik

Referensalternativet innebär att VA-huvudmannen ökar dimensionen på en stor del av sitt ledningsnät och bygger dagvattendammar för rening i det duplikata systemet.

För båda typerna av system har mer eller mindre strikta krav på lokala dagvattenåtgärder (LOD) antagits på kvartersmark och allmän platsmark avseende volym (begränsning genom krav på ett visst antal mm nederbörd som ska magasineras) respektive flöde (begränsning genom maximalt tillåtet utflöde från fastigheten). Valet av kravnivåerna i tabellen gjordes utifrån strategiska brytpunkter i effektkurvorna från den hydrauliska analysen. Viktigt att notera är att kravnivåerna är resultatet av en sammanvägd bedömning för att volym- och flödeskrav i möjligaste mån ska representera liknande effekt och kunna "översättas" mellan varandra. För att begränsa omfattningen av beräkningar och analys valdes slutligen de kravnivåer som sammanfattas i tabellen nedan.

	Mindre strikt krav		Mer strikt krav	
	volym, mm	flöde, l/s, ha	volym, mm	flöde, l/s, ha
Duplikat ledningsnät	5	35	10	7
Kombinerat ledningsnät	10	49	15	35

En viss rening av dagvattnet har antagits ske i LOD-åtgärderna. I det duplikata ledningsnätet har antagits två dagvattendammar i referensalternativet, en damm vid mindre strikt krav och ingen vid det mer strikta kravet. Detta antagande kan vara otillräckligt i framtiden och beror dessutom på recipientens status.

Effekter som identifierats och utvärderats har kategoriserats beroende på om de bedöms påverka projektägaren internt (VA-huvudman, kommun eller fastighetsägaren) eller om de bedöms påverka övriga samhället (d.v.s. externa effekter). Fyra kategorier har använts i denna analys och de effekter som utvärderats för alternativen är sammanställda i figur A.



Figur A Sammanställning av kategoriserade effekter. EST = ekosystemtjänster; alla varor och tjänster som ekosystemen ger människan och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet (Naturvårdsverket)

LOD-alternativens samhällsekonomiska nettonuvärde (NNV) har beräknats utifrån en diskonteringsränta på 3,5% över en tidshorisont på 70 år (ca år 2030-2100) i enlighet med rekommendationer från Trafikverkets Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0.

Resultat

LOD-alternativens nuvärdeskostnad i förhållande till referensalternativets nuvärdeskostnad redovisas för respektive konsekvenskategori i Tabell A (duplikat system) och Tabell B (kombinerat system). Ett positivt NNV indikerar att alternativet är mer samhällsekonomiskt fördelaktigt än referensalternativet och tvärtom för ett negativt NNV. Eftersom markvärdet (under övriga effekter) skiljer sig mycket över landet har värdering utförts dels för ett nationellt genomsnitt, dels för storstad, vilket redovisas i parentes i tabellerna. Det kan även finnas andra effekter med stor skillnad, men detta har inte ingått i analysen. Interna kostnader har antagits vara desamma.

Tabell A Tabellen visar LOD-alternativens kostnader i förhållande till referensalternativet i Mkr för ett duplikat system i Regnköping motsvarande nationell tätort (värde inom parentes avser storstad). Positiva värden visar att LOD-alternativet är mindre kostsamt än referensalternativet och negativa värden visar att LOD-alternativet är mer kostsamt än referensalternativet.

Duplikat system	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	246	811	183	629
2) Externa hälsoeffekter	Kvalitativt värderad – Nyttä för LOD			
3) Externa miljöeffekter	29	92	20	85
4) Övriga effekter	23 (425)	51 (881)	6 (344)	12 (677)
Sammantaget nettonuvärde	297 (699)	954 (1785)	209 (546)	726 (1391)

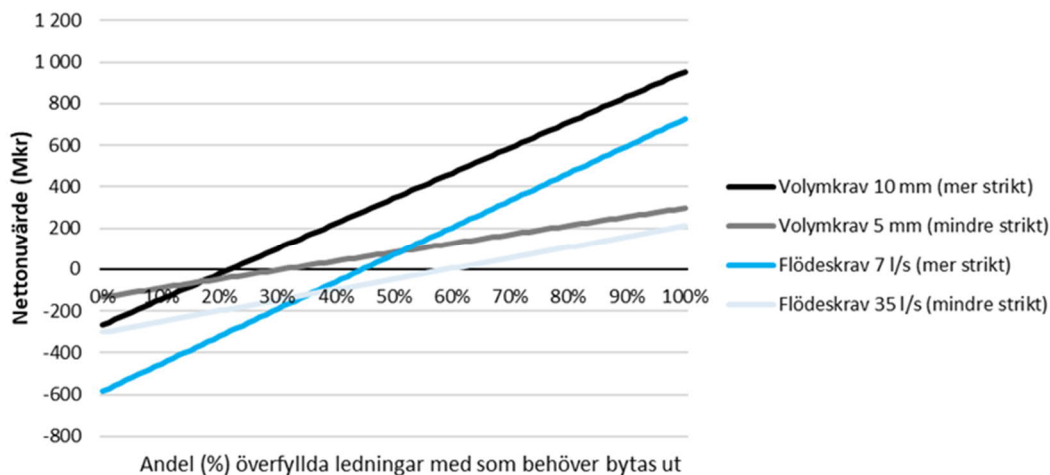
Tabell B Tabellen visar LOD-alternativens kostnader i förhållande till referensalternativet i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping motsvarande nationell tätort (värde inom parentes avser storstad). Positiva värden visar att LOD-alternativet är mindre kostsamt än referensalternativet och negativa värden visar att LOD-alternativet är mer kostsamt än referensalternativet.

Kombinerat system	Volymkrav 10 mm Mindre strikt	Volymkrav 15 mm Mer strikt	Flödeskrav 49 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	524	600	9	587
2) Externa hälsoeffekter	Kvalitativt värderad – Nyttä för LOD			
3) Externa miljöeffekter	110	139	42	123
4) Övriga effekter	-86 (-475)	-126 (-692)	-80 (-429)	-98 (-528)
Sammantaget nettonuvärde	548 (159)	613 (47)	-29 (-378)	612 (182)

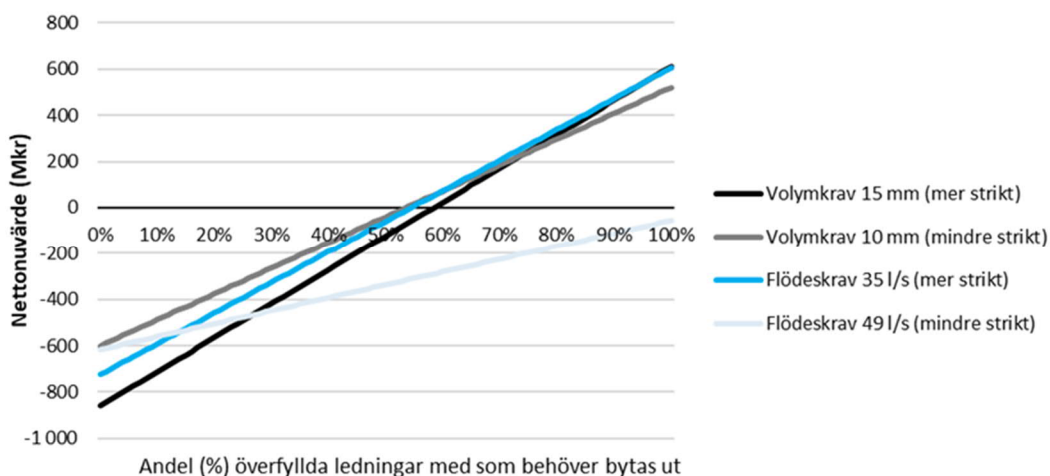
Osäkerheter

En stor osäkerhet berör grundantagandet om att alla ledningar som är fyllda över 110 % kommer att behöva dimensioneras upp en dimension för att klara framtida förtätning och klimatförändringar. I praktiken kommer sannolikt en stor del av de överfyllda ledningarna kunna hanteras genom att åtgärda en mindre andel av ledningarna och flaskhalsar i systemet, vilket medför att rapportens antagande kan vara en överskattning.

För ett duplikat system förväntas ett mer strikt volymkrav medföra att LOD fortfarande skulle vara mer fördelaktigt än referensalternativet även om bara ca 20 % av alla ledningar skulle behöva bytas ut för att hantera flaskhalsarna i ledningsnätet, se Figur B. När det gäller ett kombinerat system behöver strax över hälften av alla överfyllda ledningar dimensioneras upp innan LOD förväntas vara mer fördelaktigt än referensalternativet, se Figur C.



Figur B Känslighetsanalys av påverkan på hur stor andel överfyllda ledningar som faktiskt kan behöva bytas ut för att för LOD-alternativ fortsatt ska vara samhällsekonomiskt lönsamma (dvs ha positivt nettonvärde) i ett duplikat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).



Figur C Känslighetsanalys av påverkan på hur stor andel överfyllda ledningar som faktiskt kan behöva bytas ut för att för LOD-alternativ fortsatt ska vara samhällsekonomiskt lönsamma (dvs ha positivt nettonvärde) i ett kombinerat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att kvantifiera och monetarisera alla konsekvenser som identifierats i Figur A. Merparten av de konsekvenser som endast har beskrivits kvalitativt i denna analys förväntas vara nyttor för LOD-alternativen och därmed inte påverka resultatets rangordning i någon större utsträckning. Av de samhällsekonomiska konsekvenser som inte har värderats i monetära termer är det bara Tillförlitlighet som bedöms medföra kostnader för LOD-alternativen (Figur A).

Den största risken kopplad till att LOD-alternativen inte uppfyller samma tillförlitlighet som referensalternativet är att de inte uppfyller avsedd funktion när behovet uppstår. Detta kan i värsta fall medföra översvämningsskador för både fastighetsägaren själv men framför allt för fastighetsägare nedströms.

En grov känslighets analys av LOD-alternativens eventuellt sämre tillförlitlighet indikerar att sannolikheten är låg för att den sämre tillförlitligheten ska förändra resultatets rangordning i de fall Regnköping representerar en genomsnittlig svensk tätort. LOD-alternativens tillförlitlighet bedöms dock vara mer osäker för ett kombinerat system i storstadsmiljö och kan eventuellt påverka resultatets rangordning.

Slutsatser

Sammantaget visar analysen att det förväntas vara samhällsekonomiskt fördelaktigt att begränsa dagvattenflöden från kvartersmark genom att ställa krav på fastighetsägare jämfört med att VA-huvudmannen ska öka dimensionerna på det befintliga ledningsnätet, för att klara ökad nederbörd och en förtätad bebyggelse.

Följande slutsatser kan dras från analysens resultat:

- "Mer strikta krav" framstår som mer fördelaktiga än mindre strikta krav;
 - Volymkravet med fördröjning av 10 mm på kvartersmark och allmän platsmark ger fördelaktiga resultat både för duplikat och kombinerat system.
 - Mindre strikt flödeskrav ger minst nytta för både duplikat och kombinerat system.
 - Största nyttan uppstår när VA-huvudmannen inte behöver anlägga en dagvattendamm för rening i ett duplikat system, vilket beror på den uteblivna markvärdesförändringen.

Analysens resultat är övergripande och kommer att variera för olika platser i Sverige, men LOD förväntas över lag vara mer samhällsekonomiskt lönsamt än att VA-huvudmannen ska bära allt ansvar. Flera av de samhällsekonomiska konsekvenser som kan förväntas påverka huruvida LOD är mer fördelaktigt än ledningar är plats-specifika och har inte värderats i denna analys:

- Merparten av de konsekvenser som inte har värderats monetärt förväntas vara nyttor för LOD-alternativen och kommer därför inte påverka resultatets rangordning.
- Sannolikheten för att LOD-alternativens icke-monetariserade kostnader ska förändra resultatets rangordning bedöms vara låg.
- Av de konsekvenser som inte har monetariserats förväntas trafikstörningar, översvämningskostnader samt påverkan på avloppsreningsverket vara de aspekter som eventuellt kan påverka resultatet.

Osäkerheter i resultatet har i den utsträckning det varit möjligt hanterats via osäkerhets- och känslighetsanalyser vilka framförallt har visat att:

- Riskkostnader till följd av översvämningskostnader alltid bör beaktas när åtgärdsalternativ för dagvattenhantering ska jämföras.
- Hur stor andel av ledningsnätet som behöver dimensioneras upp för att klara ökad nederbörd och en förtätad bebyggelse har stor påverkan på resultatet.

Slutligen bör det påpekas att kostnads-nyttoanalys endast utgör en, men viktig, del av det fullständiga beslutsunderlaget kring huruvida man ska begränsa dagvattenflöden från fastighetsmark genom att ställa krav på fastighetsägare eller att VA-huvudmannen ska öka dimensionerna på det befintliga ledningsnätet. 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 samhälleliga resurser.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	10
1.1 Bakgrund	10
1.2 Syfte.....	10
1.3 Organisation	11
1.4 Avgränsning	11
1.5 Genomförande	11
2 Förutsättningar	13
3 Teori – samhällsekonomisk analys	17
3.1 Olika typer av ekonomiska värden	18
3.2 Kostnads-nyttoanalys	19
3.3 Diskontering och tidshorisont	19
3.4 Osäkerheter	20
4 Metodik	22
5 Alternativ	24
5.1 Referensalternativ	25
5.1.1 Referensalternativ - duplikat system	25
5.1.2 Referensalternativ - kombinerat system.....	26
5.2 Fördrojning på kvartersmark	26
5.2.1 Fördrojning på kvartersmark – duplikat system	26
5.2.2 Fördrojning på kvartersmark – kombinerat system.....	27
6 Samhällsekonomiska konsekvenser	28
6.1 Interna effekter	29
6.1.1 Investeringskostnader	30
6.1.2 Reinvesteringskostnader	31
6.1.3 Restvärde	32
6.1.4 Drift- och underhållskostnader	33
6.2 Externa hälsoeffekter	34
6.2.1 Luftföroreningar	34
6.2.2 Buller	34
6.2.3 Olycksrisk	35
6.2.4 Infektionsrisk.....	35
6.3 Externa miljöeffekter.....	36
6.3.1 Rekreativsmöjligheter.....	37
6.3.2 Recipientpåverkan	37
6.3.3 Klimatpåverkan	40
6.3.4 Skydd mot extremväder	42
6.4 Övriga effekter.....	42
6.4.1 Kulturvärdespåverkan	43
6.4.2 Markvärdesförändring	43
6.4.3 Trafikstörningar.....	45
6.4.4 Barriäreffekter.....	46
6.4.5 Tillförlitlighet	46
6.4.6 Adaptionmöjlighet.....	46
6.5 Sammantagen påverkan.....	47
7 Samhällsekonomisk lönsamhet	50

7.1	Nettonuvärde	50
7.2	Känslighetsanalys	52
7.3	Icke-monetära värden	53
7.4	Fördelningsanalys.....	55
8	Slutsatser	57
9	Förslag till fortsatt arbete.....	58
10	Referenser	59

- Bilagor:
1. Beräkning duplikat system
 2. Beräkning kombinerat system
 3. Dimensionering ledningsnät
 4. Dimensionering LOD

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Möjligheten för VA-huvudmän att begränsa dagvattenflöden från fastighetsmark genom att ställa krav på fastighetsägare har diskuterats de senaste åren. I samband med revideringen av nuvarande publikation avseende ABVA (Allmänna bestämmelser för brukande av allmän VA-anläggning) har Svenskt Vatten därför, i samarbete med några av medlemsorganisationerna, utrett vad fördröjning av dagvatten på kvartersmark skulle kunna medföra.

Etapperna A – C enligt Figur 1-1 har genomförts som ett Svenskt Vatten Utveckling (SVU) projekt av DHI tillsammans med VA-organisationerna och Svenskt Vatten. I den fiktiva staden Regnköping, med befintligt ledningsnät och bebyggelse, har olika typer och grader av lokalt omhändertagande av dagvatten på både kvartersmark och allmän platsmark testats i en hydraulisk modell. I antagandena har ingått förtätning av staden samt framtida ökande dagvattenflöden. Resultatet har redovisats i SVU-rapport 2021-18, Hydraulisk analys av lokal dagvattenhantering.

Projektet som beskrivs i denna rapport är en fortsättning på SVU-projektets steg D enligt Figur 1-1. Etapp C har värderats översiktligt i steg B och D. Etapp E kommer att hanteras under våren 2022.



Figur 1-1 Etappindelning av Svenskt Vattens projekt om dagvattenåtgärder kopplade till ABVA.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt har varit att göra en samhällsekonomisk analys av resultaten från ovan nämnda SVU-rapport. Frågeställningen gäller var det är mest samhällsekonomiskt lönsamt att göra åtgärder för att möta framtiden, både avseende hantering och rening av dagvatten enligt följande alternativ:

- Genom att VA-huvudmannen ökar dimensionerna på det befintliga ledningsnätet för att klara ökad nederbörd och en förtätad bebyggelse samt i det duplikata systemet anlägger dagvattendammar för rening.
- Genom att dagvattnet fördröjs och därmed till viss del renas via lokalt omhändertagande på såväl kvartersmark som allmän platsmark.

Svaret på frågeställningen och resultatet av projektet är tänkt att fungera som ett underlag för revideringen av publikationen för ABVA.

1.3 Organisation

Uppdraget har genomförts av Sweco i nära samarbete med Svenskt Vatten samt styr- och projektgruppen. Följande personer och organisationer har medverkat:

- Gilbert Nordenswan och Magnus Bäckström, Svenskt Vatten
- Kristina Hall, VA SYD
- Marie Falk, Kretslopp och vatten Göteborg
- Eva Vall, Stockholm Vatten och Avfall

Ovan nämnda personer har även ingått i projektets styrgrupp. I projektgruppen har Maria Roldin och Lars-Göran Gustafsson, DHI ingått. Dessutom har Irina Persson, Uppsala Vatten och Avfall samt Erik Norin, MittSverige Vatten & Avfall medverkat i en referensgrupp.

Swecos organisation har bestått av:

- Anne Adrup, uppdragsledare och specialist ledningar
- Lars Rosén, specialist kostnadsnyttoanalys (KNA)
- Nils-Petter Sköld, handläggare KNA
- Mattias Salomonsson, specialist dagvatten
- Lars Grahn, granskare

Dessutom har Mattias Andersson, Björn Arvidsson och Isak Eklöv, samtliga Sweco, bidragit med underlag och beräkningar.

1.4 Avgränsning

Kostnads-nyttoanalysen utgår ifrån uppgifter i Hydraulisk analys av lokal dagvattenhantering, SVU-rapport 2021-18. I rapporten har åtgärder simulerats i den fiktiva staden Regnköping, dels som om hela systemet är duplikat, dels som att det är ett kombinerat system. I ett kombinerat system leds både spill- och dagvatten i samma ledningar till ett reningsverk. I ett duplikat system är spillvatten separerat från dagvatten genom olika ledningar och dagvattnet leds till dagvattendamm eller direkt till recipient.

Uppgifter om ledningslängder, volymer som fördröjs, antal fastigheter och så vidare är tillhandahållet från DHI och innefattar samma data som använts i SVU-rapport 2021-18, inga data har förädlats i beräkningarna.

Regnköping är en fiktiv stad, vilket innebär att det inte finns ett konkret, verkligt underlag för många av uppgifterna. Nya uppskattningar och antaganden har behövt genomföras och projektets tidsram har medfört att det inte funnits möjlighet att genomföra en detaljerad KNA-analys.

Projektet har inte hanterat ansvarsfrågor, exempelvis avseende vad som händer om en anläggning på kvartersmark inte sköts och därmed orsakar skador på annan fastighet.

1.5 Genomförande

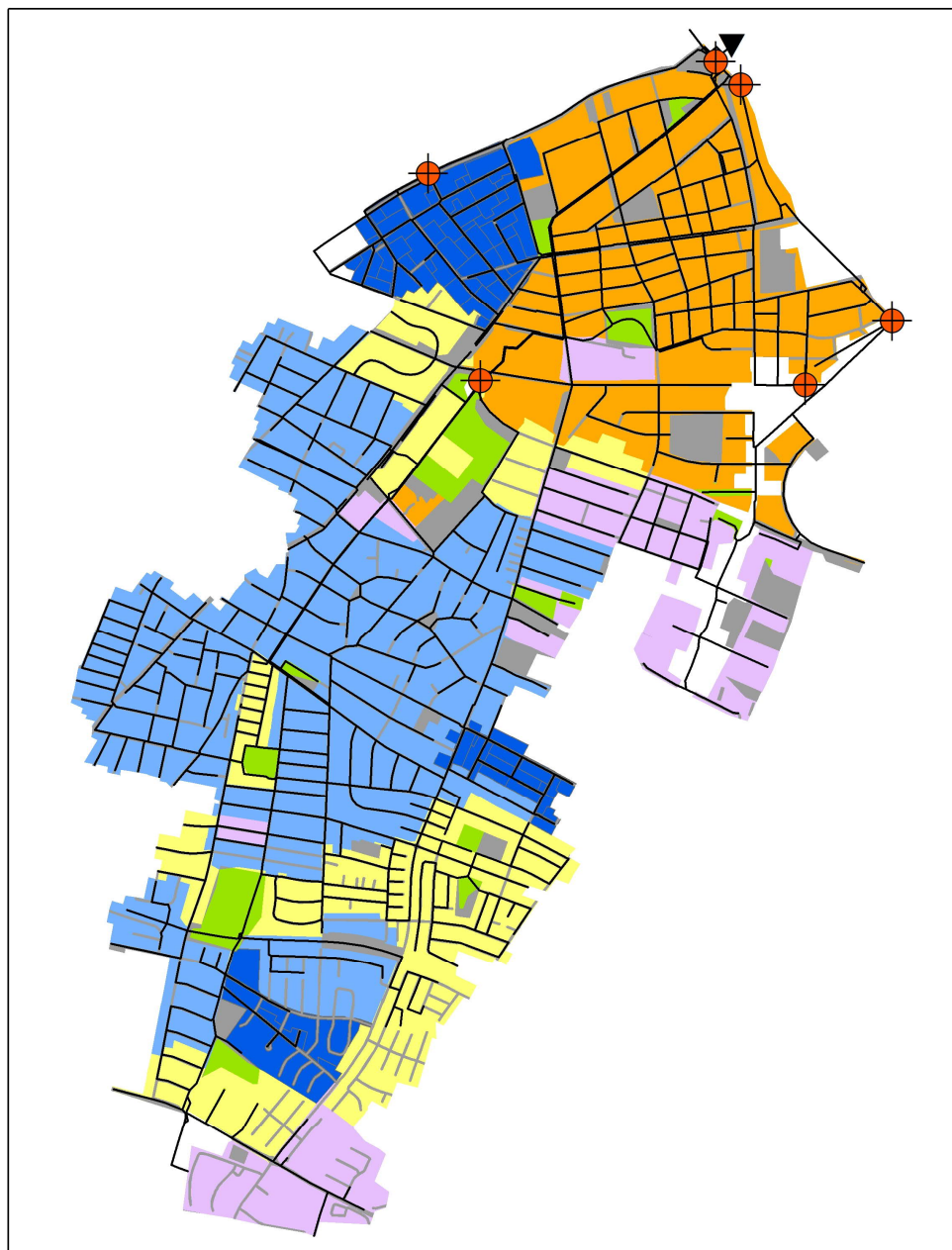
Arbetet med kostnads-nyttoanalysen har utförts i samarbete med projektgruppen i sju steg, beskrivna nedan:

1. Möte med projektgruppen för att diskutera vilka samhällsekonomiska effekter som skulle studeras och vilka olika beräkningar från SVU-projekt 2021-18 som skulle användas.
2. Framtagande av en modell för aktuella åtgärdsalternativ, vilka effekter som skulle bedömas samt tidshorisont. Förslaget har stämts av löpande med projektgruppen.
3. Upprättande av beslutsmodell och ekonomisk värdering av kostnader i den utsträckning som varit möjlig utifrån litteraturvärden samt uppgifter från sakkunniga på Sweco och i projektgruppen.
4. Beräkningar av alternativens samhällsekonomiska lönsamhet och kvalitativ värdering av konsekvenser som inte kunnat uppskattats kvantitativt i kronor (monetarerats), för att se vilken eventuell påverkan de kan medföra på resultatet.
5. Osäkerhets- och känslighetsanalyser av ingångsvariablernas påverkan på nettonuvärdet har utförts med hjälp statistisk simulering. Känslighetsanalyserna utförs för att ge vägledning om vilka kostnadsnyttoposter som kan vara mest angelägna att studera vidare för att minska resultatets osäkerhet.
6. Avstämning av resultaten med projektgruppen.
7. Sammanställning av denna rapport.

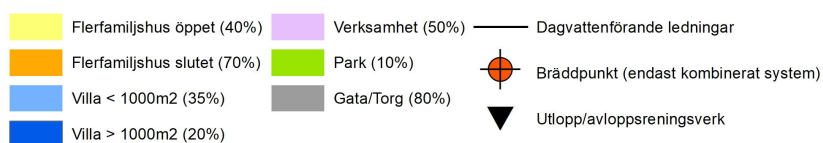
På grund av Covid-restriktioner har inga fysiska möten hållits, alla möten har hållits via Teams.

2 Förutsättningar

I Figur 2-1 nedan redovisas en schematisk karta över Regnköping och dess ingående fastighetstyper/markanvändningstyper.



Regnköping - dagvattenförande ledningar, utlopp och bebyggelsestyper



Figur 2-1 Schematisk karta över Regnköping.

Analysen genomförs som jämförelser av de samhällsekonomiska konsekvenserna av att genomföra dagvattenåtgärder i Regnköping, figur 2-1, genom att öka kapaciteten på de allmänna avloppsledningarna (dagvatten- respektive kombinerat ledningsnät, referensalternativen) respektive genomföra lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) på kvartersmark och på allmän platsmark (gator och parker). En förutsättning har varit att ledningsnäten inte ska vara överbelastade enligt Svenskt Vattens publikation P90¹ (dvs. trycklinjen ska inte överskrida ledningens hjässa) vilket innebär att dagvattensystemet ska klara ett dimensionerande regn på 2 år (som har antagits motsvara ett 10-års regn för översvämning i marknivå) och det kombinerade systemet ett femårsregn. Vid det kravet bräddar heller inte det kombinerade systemet.

Samtliga ledningar med en fyllnadsgrad över 110 % har ökats till en större dimension.

I beräkningarna har volym- respektive flödeskrav använts efter diskussion i arbetsgruppen. Syftet med kraven är att fördröja dagvatten så att ledningsnätet inte överbelastas på grund av framtida förtätning och ökad nederbörd till följd av klimatförändringar och, för det duplikata systemet, samtidigt möta reningsbehov.

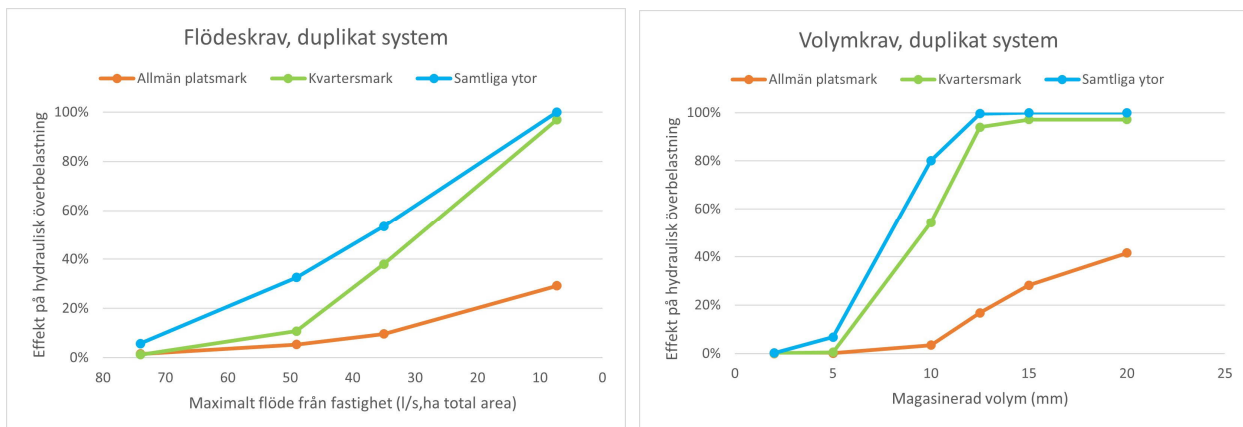
Definitioner, från SVU-rapport 2021-18:

Ett flödeskrav innebär att en reglering sätts på flödet. Generellt innebär detta en begränsning av maximalt tillåtet utflöde från fastigheten, ofta definierat i enheten liter per sekund och hektar (l/s, ha). Om avrinningen från fastigheten överskrider det tillåtna värdet måste den överskjutande delen av avrinningen att fördröjas på fastigheten, och hållas kvar där tills avrinningen understiger det tillåtna flödet. Flödesreglering innebär inte per definition någon minskning av den totala avrinningsvolymen, även om det naturligtvis i praktiken kan finnas anläggningar som både innebär en begränsning av flödet och en minskning av volymen. Den hydrauliska effekten av denna reglering blir således att flödestoppen minskar och förlängs, under förutsättning att det tillåtna flödet understiger den oreglerade avrinningen från fastigheten.

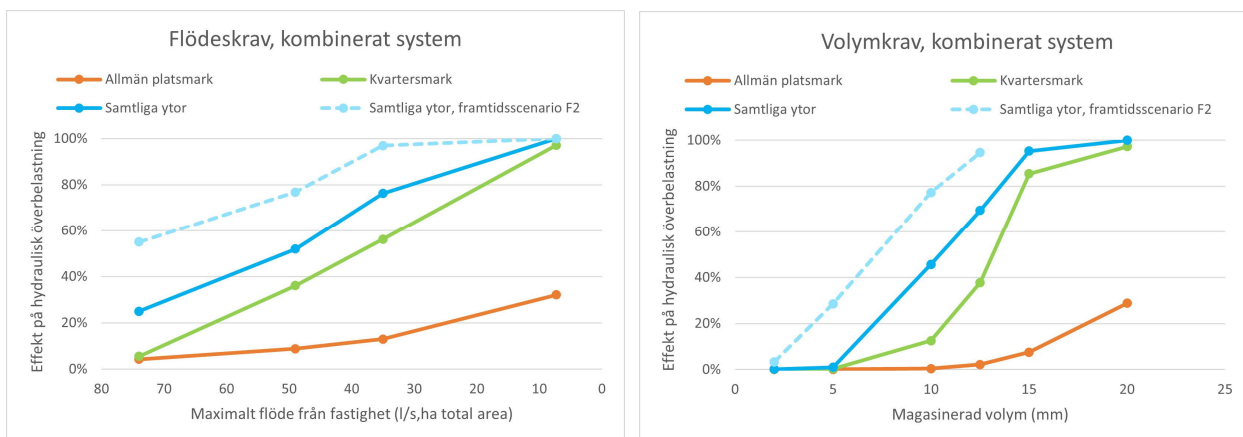
Ett volymkrav innebär att en reglering sätts på avrinningsvolymen, oftast genom att man anger ett visst antal mm nederbörd som ska magasineras. Detta innebär att om regnet är större än den angivna magasinvolymen, kommer magasinet att fyllas upp initialt, och när det är fullt kommer återstående del av avrinningen att passera ut oreglerat från fastigheten. Volymkrav innebär inte per definition att toppflödet minskar; om magasinet hinner fyllas upp helt innan flödestoppen inträffar så kommer maxflödet vara oförändrat.

I SVU-rapport 2021-18 redovisas känslighetsanalyser för olika krav på hantering av dagvatten, i Figurerna 2-2 – 2-3 visas analyserna för flödes- respektive volymkrav för duplikat respektive kombinerat system i Regnköping. Ett striktare krav ger större effekt på det överbelastade ledningsnätet (mindre andel ledningar behöver ökad kapacitet). I denna rapport har mindre och mer strikta krav använts för att jämföra den samhällsekonomiska lönsamheten. För bakgrunden till figurerna hänvisas till SVU-rapporten.

¹ Antagande om att ledningarna dimensionerades för mer än ett decennium sedan, då P90 gällde.



Figur 2-2 Grafer över hur olika strikta flödes- respektive volymkrav ger effekt på den hydrauliska överbelastningen vid antagandet duplikat system i Regnköping. Från SVU 2021-18.



Figur 2-3 Grafer över hur olika strikta flödes- respektive volymkrav ger effekt på den hydrauliska överbelastningen vid antagandet kombinerat system i Regnköping. Från SVU 2021-18.

För både duplikat respektive kombinerat system har mer eller mindre strikta krav på lokala dagvattenåtgärder (LOD) analyserats avseende volym respektive flöde enligt Tabell 2-1. Ett mer strikt krav innebär att en större volym nederbörd tas om hand på fastigheten, alternativt att det är ett mindre flöde som får avledas från fastigheten. Valet av kravnivåerna gjordes utifrån strategiska brytpunkter i effektkurvorna från den hydrauliska analysen. Viktigt att notera är att kravnivåerna är resultatet av en sammanvägd bedömning för att volym- och flödeskrav i möjligaste mån ska representera liknande effekt och kunna "översättas" mellan varandra. För att begränsa omfattningen av beräkningar och analys valdes slutligen de kravnivåer som sammanfattas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Sammanställning av de krav som har analyserats

	Mindre strikt krav		Mer strikt krav	
	volym, mm	flöde, l/s, ha	volym, mm	flöde, l/s, ha
Duplikat ledningsnät	5	35	10	7
Kombinerat ledningsnät	10	49	15	35

I SVU- rapport 2021-18 har framtidsscenario F1 används till största delen i beräkningarna, varför samma scenario använts i denna rapport. Scenario F1 innebär att man använder en klimatfaktor på 1,25 och en förtätning på 20 %, vilket totalt ger en förändringsfaktor på 1,5 (dvs. motsvarande en ökning av dagvattenvolymererna med 50 %).

De LOD-åtgärder som antagits i samråd med projektgruppen redovisas i Tabell 2-2:

Tabell 2-2 Typ av LOD-lösning för respektive bebyggelse, befintlig bebyggelse. Benämningar till största del enligt SVU-rapport 2019-20.

Bebyggelse	LOD-lösning
Flerfamiljshus slutet byggnadssätt, ingen vegetation	Biofilter (regnbädd) – upphöjd typ ¹⁾
Flerfamiljshus öppet byggnadssätt	Biofilter (regnbädd) – nedsänkt typ ²⁾
Verksamhet	Dike (även svackdike)
Villa < 1000 m ²	Makadammagasin (stenkista)/gräsmatta
Villa > 1000 m ²	Makadammagasin (stenkista)/gräsmatta
Gata/torg	Skelettkonstruktion med träd
Park	Dike (även svackdike)

1) Konstruktion ovan jord

2) Nedsänkt, övre kant i marknivå

För rening har följande antaganden gjorts för det duplikata systemet:

- I referensalternativet, utan lokalt omhändertagande av dagvatten, har en damm för rening antagits längst nedströms.
- För de mindre strikta kraven har antagits en viss rening i de lokala lösningarna och att dammens storlek därmed kan minskas till hälften.
- För de mer strikta kraven har antagits att reningen i de lokala lösningarna motsvarar en damm och att den därmed kan uteslutas.
- I analysen ingår inte någon bedömning av hur LOD påverkar innehållet av t.ex. tungmetaller i det som leds till reningsverket och sedan samlas i slammet.
- Framtida krav kan medföra att dammar behöver kompletteras med till exempel filter, den kostnaden bedöms om marginell och har inte tagits med.

Tidshorisonten för kostnads-nyttoanalysen är från år 2030 till år 2100, dvs 70 år. Diskonteringsräntan är satt till 3,5 %.

Beräkningsmodellen för kostnads-nyttoanalysen går att utläsa i Bilaga 1 och Bilaga 2.

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 åtgärd kommer att medföra.

Med samhällsekonomiska konsekvenser menas närmare bestämt åtgärdsalternativens effekter på individers och företags välbefinnande (ibland även benämnt "välfärd"). Ökningar av välbefinnandet till följd av ett åtgärdsalternativ kallas för alternativets nyttor och minskningar av välbefinnandet till följd av åtgärdsalternativet kallas för alternativets kostnader.

Ett standardverktyg för att utvärdera samhällsekonomiska konsekvenser är kostnads-nyttoanalys (KNA), se exempelvis Trafikverket (2020) eller Johansson och Kriström (2016). I en KNA jämförs positiva (nyttor) och negativa (kostnader) konsekvenser i samhället i förhållande till ett referensalternativ. Det kriterium som vanligen används i en kostnads-nyttoanalys för vad som är bra eller dåligt att göra är samhällsekonomisk 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. Om utfallet för alternativet är positivt är det samhällsekonomiskt lönsamt, och ju högre positivt värde, desto bättre är alternativet.

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. Monetär = penningrelaterad,

En kostnads-nyttoanalys 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 kunnat kvantifieras och uttryckas i kronor (monetariserade) beskrivas kvalitativt och åtföljas av en bedömning av i vilken grad de skulle kunna påverka utfallet i analysen, se avsnitt 7.3.

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 7.2.

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.

Notera att en resurs eller tjänst kan omfattas av flera av dessa värden. Som ovan nämnts kan en ekonomisk värdering i kvantitativa termer (monetarisering) av en åtgärds konsekvenser vara svår att göra. Flera av de ovanstående värdeslagen saknar i de flesta fall ett motsvarande marknadsvärde, varpå andra 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:

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

där T är den bestämda tidshorisonten, 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 samhällsekonomiskt 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:

$$N_{\text{Icke-monetariserad}} > \frac{-NNV_{\text{min}}}{\sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t}} \quad (\text{Ekv. 2})$$

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, se Ekv. 1. 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).

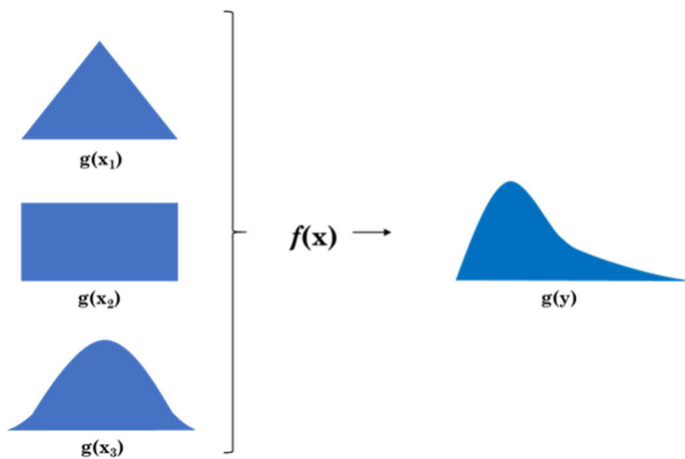
Valet av diskonteringsränta kan påtagligt påverka utfallet i en kostnads-nyttoanalys, såväl vad gäller nettonuvärdets absoluta storlek, men i vissa fall också rangordningen av alternativ. Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. Vid genomförandet 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, med mera är konstant under den valda tidshorisonten. Vid en lägre diskonteringsränta kan tidshorisontens längd ha stor inverkan på analysens utfall.

3.4 Osäkerheter

Kostnads-nyttoanalysen är förknippad med osäkerheter. Såväl skattningarna av nyttorna som kostnaderna måste göras utan fullständig kunskap om t.ex. vad en faktisk anläggningskostnad kan komma att uppgå till eller hur stor effekt som en åtgärd kommer att medföra.

Osäkerheterna för varje variabel (exempelvis kostnads- eller nyttopost) i beräkningen av den samhällsekonomiska lönsamheten (nettonuvärdet) kan representeras av statistiska osäkerhetsfördelningar. Genom statistisk simulering (ex. Monte Carlo) dras ett värde slumpvis ur respektive ingångsvariabel (ex kostnads- och nyttoposterna) fördelning och ett värde för slutresultatet (ex nettonuvärdet) beräknas. Detta upprepas ett stort antal gånger vilket resulterar i en osäkerhetsfördelning också för slutresultatet (här ex. nettonuvärdet), se principiell beskrivning i Figur 3 2. Detta möjliggör dels att osäkerheten i olika beräkningsresultat kan redovisas, dels att känslighetsanalyser kan utföras för att utvärdera hur stort bidrag respektive ingångsvariabel ger till 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 och erfarenhetsbaserade uppskattningar av sakkunniga inom projektgruppen.

4 Metodik

Kostnadsnyttoanalysen genomförs i fem steg (1-5):

1. Inledningsvis identifieras och beskrivs de effekter som beräkningsalternativen (beskrivna i kapitel 5) förväntas medföra både i anläggningskedet och under drift, se kapitel 6.1-6.4.
2. I steg två utvärderas och monetariseras, i den utsträckning som det är möjligt, effekternas konsekvenser i samhället samt att en utvärdering görs om de kan ses som positiva (nyttor) eller negativa (kostnader) i förhållande till referensalternativet. Se kapitel 6.
3. I steg tre beräknas alternativens nettonuvärden för att utvärdera vilket alternativ som är mest samhällsekonomiskt fördelaktigt i förhållande till referensalternativet. Se kapitel 7.1.
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 7.2 och 7.3.
5. Steg fem innefattar en översiktlig fördelningsanalys över vilka aktörer som betalar respektive drar nytta av åtgärderna. Se kapitel 7.4.

Distinktionen mellan "effekt" och "konsekvens" är baserad på 6 kap. miljöbalken² 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 har använts i denna analys, listade i punktform nedan:

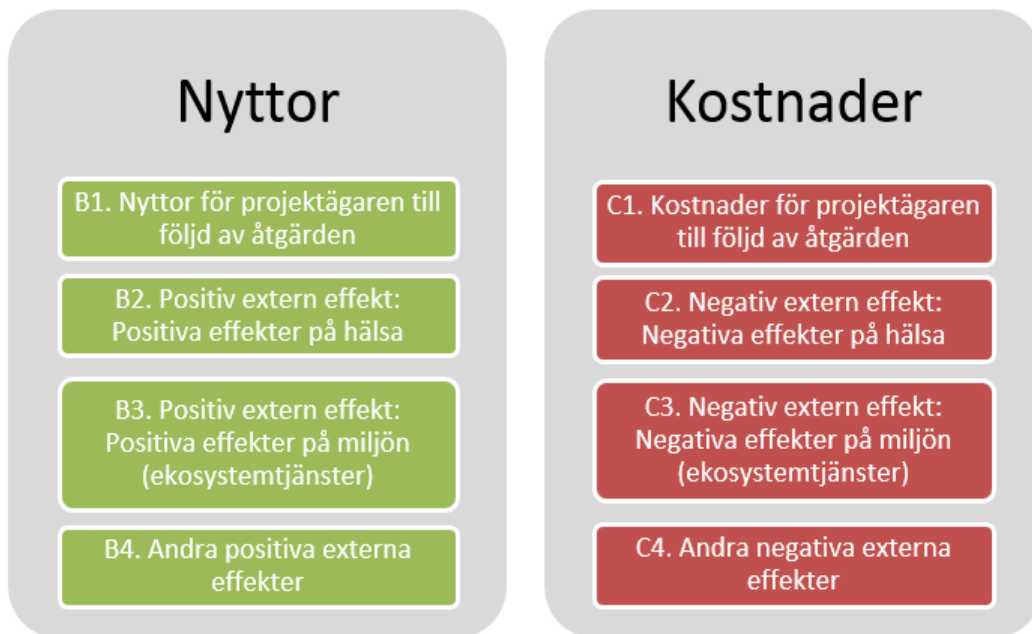
- Interna effekter är de effekter som påverkar projektägaren (VA-huvudman, kommun eller fastighetsägaren)
- Externa hälsoeffekter är de externa effekter som påverkar samhället och dess invånares hälsa
- Externa miljöeffekter är de externa effekter som påverkar miljön och naturens förmåga att generera ekosystemtjänster
- 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 bedömts medföra positiva konsekvenser i förhållande till referensalternativet har kategoriserats som nyttor medan effekter som bedömts medföra negativa konsekvenser i förhållande till referensalternativet har kategoriserats som kostnader, illustrerat i Figur 4-1.

Nyttor och kostnader sammanställs över tidshorisonten till ett nettonvärde, enligt kapitel 3. Ett positivt nettonvärde indikerar att åtgärden är en lönsam investering ur

² Prop. 2016/17:200 Miljöbedömningar, s. 75-76

ett samhällsperspektiv, medan ett negativt nettonuvärde indikerar att referensalternativet är att föredra.



Figur 4-1 Kategorisering av nyttor och kostnader. Tack till Tore Söderqvist (Holmboe & Skarp kultur- och naturtjänster AB) för inspiration till figur.

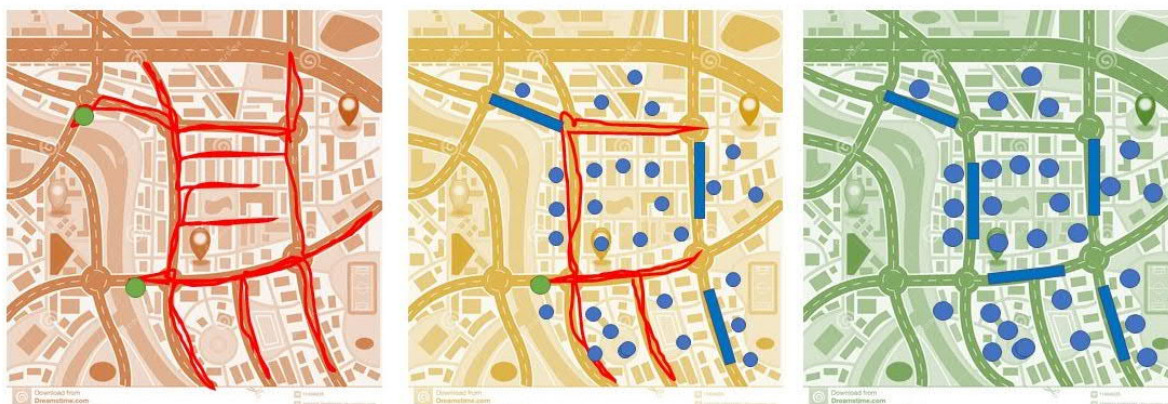
5 Alternativ

Beräkningsalternativen kommer från SVU-rapport 2021-18. Beräkningarna har delats upp enligt följande, för duplikat respektive kombinerat system:

- referensalternativ
- alternativ mindre strikt krav på LOD
- alternativ mer strikt krav på LOD

En grov förenkling i analysen har varit ett antagande om att alla alternativ anläggs år noll i nuvärdesberäkningen. Det innebär att alternativen jämförs från det att alla åtgärder är på plats. I verkligheten kommer anläggandet av ledningar och LOD ske över flera år, vilket inte har inkluderats i kalkylen då det kommer vara väldigt platsberoende.

Alternativen för duplikat system är illustrerade i Figur 5-1. Den vänstra bilden visar referensalternativet, där den största delen av ledningsnätet dimensioneras upp och två dagvattendammar anläggs för rening av dagvattnet. Den mittersta bilden visar mindre strikt krav på LOD, där en mindre del av ledningsnätet behöver dimensioneras upp efter att mindre omfattande fördröjning via LOD sker på fastigheterna samt en del av gatumarken och där en dagvattendamm antas krävas för rening. Den högra bilden visar mer strikt krav på LOD, där mer omfattande fördröjning via LOD sker på fastigheterna samt en större del av gatumarken och där ingen dagvattendamm antas krävas.



Figur 5-1 Schematisk skiss över beräkningsalternativen för duplikat system med referensalternativ, mindre strikt respektive mer strikt krav. De röda strecken står för ledningar, de blå cirkelarna för LOD på fastighetsmark, de blå rektanglarna för LOD i gatumark och de gröna cirkelarna för dagvattendammar.

Alternativen för kombinerat system är illustrerade i Figur 5-2. Principen är densamma som för det duplikata systemet, det som skiljer åt är att det inte finns några dagvattendammar eftersom allt leds till avloppsreningsverket.



Figur 5-2 Schematisk skiss över beräkningsalternativen för kombinerat system med referensalternativ, mindre strikt respektive mer strikt krav. De röda strecken står för ledningar, de blå cirkelarna för LOD på fastighetsmark och de blå rektanglarna för LOD i gatumark.

5.1 Referensalternativ

Kostnader för kapacitetsökning av ledningarna har antagits enligt bilaga 3.

5.1.1 Referensalternativ - duplikat system

I referensalternativet antas kapacitetsökning av alla allmänna dagvattenledningar med fyllnadsgrad >110 %. Ledningar med dimension närmare 0 mm har fått den nya dimensionen 225 mm, ledningar med dimension närmare 225 mm har fått den nya dimension 300 mm. Övriga ledningar har fått närmast större dimension. För att bedöma hur mycket detta antagande slår har en känslighetsanalys genomförts, se kapitel 7.2.

Underlaget för vilka ledningar som behöver dimensioneras upp och hur mycket kan vara överskattat, ingen beräkning finns för vilka dimensioner som egentligen skulle behövas för att klara framtida nederbörds mängder. Ett alternativ till att dimensionera upp ledningar skulle kunna vara att bygga ett antal utjämningsmagasin, detta alternativ har dock inte ingått i analysen.

Den tekniska livslängden på ledningarna antas vara 100 år.

Materialpriser för betongledning kommer från Meag (leverantör), schakt- och rivningskostnad från kalkylprogrammet Bidcon 6.98 (kostnaderna är kontrollerade mot andra kalkyler så att de bedöms rimliga). Schakterna har antagits vara 1:1-slänter med asfaltsyta. I kostnaderna ingår 10 % entreprenörsarvode samt projekterings- och byggherrekostnader på 15 %.

Ytan för dagvattendamm för rening har grovt antagits till ca 2 % av ytan uppströms den tänkta ytan för dagvattendammen (Vägverket, 2006). I praktiken byggs troligen fler mindre dammar i stället för en enda stor, vilket skulle kunna innebära att kostnaderna här underskattas.

Underhållskostnader för ledningsnätet uppskattas till 25 kr/m och år, siffrorna baseras på statistik från VASS Drift, medelvärde för åren 2016-2020 (Svenskt Vattens statistiksystem, 2016-2020).

5.1.2 Referensalternativ - kombinerat system

Kapacitetsökning av kombinerade ledningar samt kostnadsberäkning har gjorts på motsvarande sätt som för det duplikata systemet.

I det kombinerade systemet finns inga dagvattendammar.

Underhållskostnader för ledningsnätet har antagits vara desamma som för duplikat system.

5.2 Fördröjning på kvartersmark

Kostnader för investering, livslängd, underhållskostnad och magasineringsvolym för LOD har antagits enligt bilaga 4.

Inom projektet har det diskuterats om det är dyrare för enskilda fastighetsägare att genomföra åtgärder jämfört med kommunen. Bedömningen är att det kan vara både dyrare och billigare. Exempelvis skulle en enskild fastighetsägare å ena sidan kanske få högre priser från en entreprenör, å andra sidan kanske fastighetsägaren själv kan bygga en enkel lösning, varför det i analysen inte har antagits vara någon skillnad.

5.2.1 Fördröjning på kvartersmark – duplikat system

Följande alternativ har beräknats (se kapitel 2 Förutsättningar för beskrivning av kraven):

- Volymkrav med fördröjning av 5 mm respektive 10 mm nederbörd
- Flödeskrav med begränsning på 35 l/s, ha, respektive 7 l/s, ha.

De ledningar som inte fått större dimension i alternativen med fördröjning antas ändå behöva förnyas en gång under beräkningsperioden. Här antas renovering med flexibelt foder, kostnaden antas vara hälften av omlägningskostnaden redovisad i kapitel 5.1.1.

För de mindre strikta kraven antas att volymen på den allmänna reningsdammen kan minskas till hälften. Detta är ett grovt antagande som, beroende på reningskraven i aktuell recipient, skulle kunna vara ett för lågt ställt krav. I framtiden kan kraven komma att skärpas och dagvattendammarna därmed behöva kompletteras med ytterligare rening, till exempel med filter. Den kostnaden bedöms som marginell och har inte tagits med i beräkningarna. För de mer strikta kraven på LOD antas att ingen damm krävs, reningen antas vara tillräcklig i LOD-lösningarna.

Alla fastigheter antas genomföra LOD-åtgärder första året. I praktiken kommer en del fastigheter inte bli berörda av ett mindre strikt krav (till exempel om dagvattnet redan leds ut över gräsytor) och alla fastigheter kommer förmodligen inte heller att genomföra åtgärder, vilket innebär en osäkerhet.

För att beräkna storleken på varje fastighets LOD-anläggning har den totala volymen som ska fördröjas delats med antalet fastigheter per fastighetstyp (se Figur 2-1; s. 13)

Kostnaderna för LOD-åtgärder har antagits vara desamma för en villa, oavsett tomtstorlek. På en mindre tomt kan det vara svårare med åtkomst till ytor och det finns mindre tillgänglig yta.

LOD-anläggningar i gatumiljö har antagits motsvara 100 anläggningar på kvartersmark (cirka 150-230 m²/anläggning).

Drift- och underhållskostnader för LOD-anläggningarna har antagits till 25 kr/m² och år.

5.2.2 Fördröjning på kvartersmark – kombinerat system

Följande alternativ har beräknats:

- Volymkrav med fördröjning av 10 mm respektive 15 mm nederbörd
- Flödeskrav med begränsning på 49 l/s, ha respektive 35 l/s, ha.

Antagandena följer i princip det som beskrivs i kapitel 5.2.1, förutom att det kombinerade systemet saknar dagvattendammar för rening eftersom allt dagvatten leds till reningsverk.

I beräkningarna har antagits att LOD-åtgärderna endast fördröjer flödet till reningsverket, vilket antas medföra en bättre reningseffekt tack vare ett jämnare flöde. Antagandet medför en bättre reningsgrad på cirka 5 %, men detta beror på ytterst på vilken reningsmetod som används i reningsverket.

Eventuell möjlighet till att slippa en utbyggnad av reningsverket eller motsvarade tack vare minskade toppar har inte tagits med i analysen eftersom detta inte har varit möjligt att beräkna för ett fiktivt reningsverk. Beräkningarna inkluderar inte heller risken för att större flöden skulle medföra behov av en kapacitetsökning av reningsverket av samma orsak. Påverkan av framtida flöden för reningsverket bör dock vara med i en kostnads-nyttoanalys för ett verkligt fall.

Av den bräddade volymen antas att 10 % består av spillvatten, övrigt är dagvatten.

6 Samhällsekonomiska konsekvenser

I detta kapitel beskrivs de samhällsekonomiska konsekvenser som alternativen förväntas medföra. Identifierade konsekvenser har delats in i fyra kategorier (beskrivna i kapitel 4) enligt Figur 6-1.

Beräkningsmodellen för kostnads-nyttoanalysen återfinns eller redovisas i Bilaga 1 och Bilaga 2. Miljöeffekterna redovisas under respektive ekosystemtjänst.

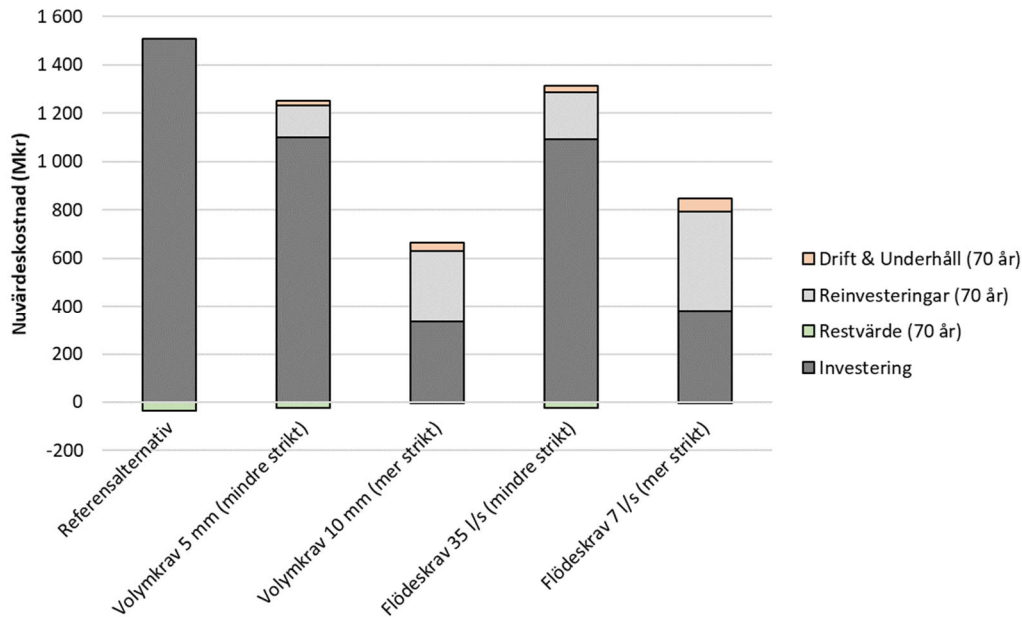


Figur 6-1 Sammanställning av kategoriserade effekter

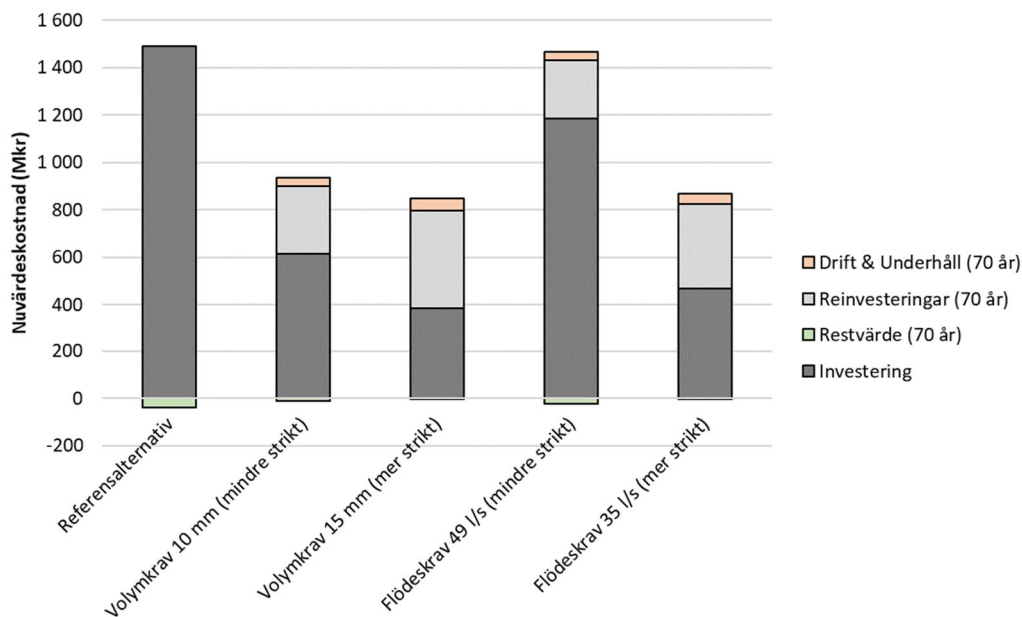
6.1 Interna effekter

Fyra typer av interna effekter för projektägaren har identifierats: Investeringskostnader, Reinvesteringskostnader, Restvärde samt Drift- och underhållskostnader och är beskrivna mer detaljerat i avsnitt 6.1.1-6.1.4 nedan.

Fördelningen av de samhällsekonomiska kostnaderna för alternativens interna effekter är sammanställda i Figur 6-2 för ett duplikat system och i Figur 6-3 för ett kombinerat system.



Figur 6-2 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de interna effekterna i ett duplikat system i Regnköping.



Figur 6-3 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de interna effekterna i ett kombinerat system i Regnköping.

6.1.1 Investeringskostnader

Genomförda kalkyler är mycket översiktliga och syftar till att ge en indikation på hur respektive alternativ förhåller sig till varandra kostnadsmässigt.

Alternativens investeringskostnader är sammanställda i Tabell 6-1 för ett duplikat system och Tabell 6-2 för ett kombinerat system. För ett mer detaljerat underlag till alternativens sammantagna kostnader se kapitel 5.

Referensalternativet förväntas medföra högst investeringskostnader för såväl ett duplikat- som för ett kombinerat system. Medan LOD-alternativ med strikta fördröjningskrav för fastighetsägare eller på allmän platsmark (d.v.s. gatu- eller parkområden) förväntas innebära lägst investeringskostnader ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Tabell 6-1 Beräknade investeringskostnader i Mkr för ett duplikat system i Regnköping

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Ledningar	1 310	880	90	800	0
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	32	65	53	103
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	12	23	16	35
LOD - Verksamhet	0	2	3	2	4
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	0	1	0	1
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	1	1	0	1
LOD - Gata	0	75	150	121	238
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	200	100	0	100	0
Total investeringskostnad	1 510	1 101	333	1 093	382

Tabell 6-2 Beräknade investeringskostnader i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Ledningar	1 490	370	20	930	160
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	65	97	69	84
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	23	35	21	26
LOD - Verksamhet	0	3	5	3	3
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	1	1	0	1
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	1	2	0	1
LOD - Gata	0	150	224	160	193
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	0	0	0	0	0
Total investeringskostnad	1 490	613	384	1 184	467

6.1.2 Reinvesteringskostnader

Reinvesteringskostnader avser de återinvesteringar som behöver genomföras för att upprätthålla alternativens funktion under den analyserade tidsperioden. Det kan till exempel röra sig om att byta ut tekniska komponenter eller att rusta upp betongkonstruktioner eller ledningar.

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

Kostnadsposternas bedömda tekniska livslängd har ansatts enligt nedan:

• Ledningar	Betongledningar	100 år	(Svenskt Vatten, 2022)
• LOD - Flerfamiljshus (slutet)	Regnbädd - upphöjd	25 år	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)
• LOD - Flerfamiljshus (öppet)	Regnbädd - nedsänkt	25 år	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)
• LOD - Verksamhet	Dike	100 år	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)
• LOD - Villa (<1000 m ²)	Stenkista/gräsmatta	15 år	Antagen
• LOD - Villa (>1000 m ²)	Stenkista/gräsmatta	15 år	Antagen
• LOD - Gata	Skelettjord & träd	20 år	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)
• LOD - Park	Dike	100 år	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)
• Dagvattendamm	Dagvattendamm	n/a*	(Miljøstyrelsen Danmark, 2017)

*antas grovt till analysens tidshorisont (70 år)

I analysen görs ett förenklat antagande att hela investeringsbeloppet kommer att behöva återinvesteras efter att den tekniska livslängden har passerat. Med undantag för återinvesteringar i ledningar där man utgår ifrån att renovering med flexibelt foder av ledningar kan genomföras till cirka halva investeringsbeloppet efter att deras tekniska livslängd passerat.

Alternativens förväntade återinvesteringskostnader är sammanställda i Tabell 6-3 (duplikat system) och Tabell 6-4 (kombinerat system) för en tidshorisont på 70 år och en diskonteringsränta på 3,5%.

Det förväntas inte behöva genomföras några återinvesteringar i referensalternativet med hänsyn till ledningarnas förväntade livslängd, medan de mer strikta LOD-alternativen förväntas medföra högst återinvesteringskostnader med hänsyn till LOD:s förhållandevis korta tekniska livslängd.

Notera att återinvesteringar i ledningar som redovisas i Tabell 6-3 (duplikat system) och Tabell 6-4 (kombinerat system) inte avser reinvesteringar i de ledningar som anlagts år noll utan avser renovering med flexibelt foder av de ledningar som inte dimensioneras upp i Regnköping för LOD-alternativen. De ledningar som inte dimensioneras upp år noll antas grovt inneha en kvarstående teknisk livslängd på ca 50 år i analysen.

Tabell 6-3 Diskonterade reinvesteringskostnader i Mkr för ett duplikat system i Regnköping

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Ledningar	0	38	109	46	117
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	20	39	32	62
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	7	14	10	21
LOD - Verksamhet	0	0	0	0	0
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	0	1	0	1
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	1	2	1	2
LOD - Gata	0	66	132	107	209
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	0	0	0	0	0
Total reinvesteringskostnad	0	132	297	195	412

Tabell 6-4 Diskonterade reinvesteringskostnader i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Ledningar	0	100	132	50	119
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	39	59	42	50
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	14	21	13	16
LOD - Verksamhet	0	0	0	0	0
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	1	1	1	1
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	2	2	1	1
LOD - Gata	0	132	198	141	170
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	0	0	0	0	0
Total reinvesteringskostnad	0	288	413	247	357

6.1.3 Restvärde

Alternativens samhällsekonomiska restvärden har beräknats utifrån ett antagande om jämn värdeminskning över den analyserade tidshorisonten (Trafikverket, 2020).

Givet ovanstående tekniska livslängder bedöms endast alternativens investeringar i ledningar medföra ett restvärde efter den analyserade tidsperioden.

Alternativens diskonterade restvärde är sammanställda i Tabell 6-5 för både det kombinerade och det duplikata systemet.

Tabell 6-5 Diskonterat restvärde i Mkr vid tidshorisontens slut.

	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Duplikat system	35	24	3	22	0
Kombinerat system	40	10	1	25	4

6.1.4 Drift- och underhållskostnader

Alternativens drift- och underhållskostnader är grovt uppskattade till 25 kr/m² för LOD-åtgärder (Miljöstyrelsen Danmark, 2017). Ledningsnätets underhållskostnad bedöms vara lika för samtliga alternativ eftersom eventuell kapacitetsökning sker på befintligt nät.

Alternativens drift- och underhållskostnader per år är sammanställda i Tabell 6-6 (duplikat system) och Tabell 6-7 (kombinerat system) och antas vara oförändrade under kalkylperioden.

Notera att alternativens driftkostnader bedöms vara relativt osäkra, då det finns bristfällig data på faktiska kostnader för drift av LOD, samt att eventuellt utbyte av material bedöms innefattas i alternativens reinvesteringskostnader. Det kan dock noteras att driftkostnader är förhållandevis låga i sammanhanget (se Figur 6-2; s. 29) och även om antagen kostnad eventuellt är i underkant kommer det krävas mycket omfattande ökning för att det ska påverka resultatets rangordning i någon större utsträckning (se avsnitt 7).

Tabell 6-6 Drift- och underhållskostnader i Mkr per år för ett duplikat system i Regnköping

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
LOD - Flerfamiljshus (slutet)		0,2	0,3	0,3	0,5
LOD - Flerfamiljshus (öppet)		0,1	0,2	0,2	0,3
LOD - Verksamhet		0,1	0,1	0,1	0,2
LOD - Villa (<1000 m ²)		0,1	0,1	0,1	0,2
LOD - Villa (>1000 m ²)		0,1	0,2	0,1	0,2
LOD - Gata		0,2	0,4	0,3	0,6
LOD - Park					
Dagvattendamm					
Total drift- och underhållskostnad		2,7	1,7	2,0	2,0

Tabell 6-7 Drift- och underhållskostnader i Mkr per år för ett kombinerat system i Regnköping

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
LOD - Flerfamiljshus (slutet)		0,3	0,5	0,3	0,4
LOD - Flerfamiljshus (öppet)		0,2	0,3	0,2	0,3
LOD - Verksamhet		0,1	0,2	0,1	0,1
LOD - Villa (<1000 m ²)		0,1	0,2	0,1	0,1
LOD - Villa (>1000 m ²)		0,2	0,3	0,1	0,1
LOD - Gata		0,4	0,6	0,4	0,5
LOD - Park					
Dagvattendamm					
Total drift- och underhållskostnad		2,5	2,1	2,3	1,8

6.2 Externa hälsoeffekter

Fyra typer av externa hälsoeffekter har identifierats: Luftföroreningar, Buller, Olycksrisk samt Infektionsrisk och är beskrivna i mer detalj i avsnitt 6.2.1-6.2.4 nedan.

Notera att eventuella hälsoeffekter till följd av extremväder, som värmeböljor eller skyfall, inte har analyserats i detta avsnitt utan har istället analyserats under miljö (avsnitt 6.3.4 Skydd mot extremväder).

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra kvantitativa bedömningar av alternativens förväntade externa hälsoeffekter, varför samtliga externa hälsoeffekter endast har värderats kvalitativt för Regnköping.

6.2.1 Luftföroreningar

Samtliga alternativ förväntas medföra någon form av kortvariga utsläpp av luftföroreningar i anläggningskedet.

Förbränning av fossila bränslen från anläggningsmaskiner och transporter medför utsläpp av avgaser och partiklar som påverkar miljön och personers hälsa negativt så väl lokalt, regionalt som globalt³. De mest omfattande utsläppen består av förbränningspartiklar, kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO₂), koldioxid (CO₂) samt VOC (Volatile Organic Compounds) (Trafikverket, 2020).

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

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra en kvantitativ bedömning av alternativens förväntade utsläpp av luftföroreningar i anläggningskedet.

Utifrån erfarenhetsmässiga bedömningar förväntas dock anläggandet av ledningar medföra ett mer omfattande anläggningsarbete i form av anläggningsmaskiner och transporter än LOD-åtgärder. LOD-alternativen förväntas således medföra viss nytta i förhållande till referensalternativet med hänsyn till lägre utsläpp av luftföroreningar vilket har inkluderats kvalitativt i kostnadsanalysen.

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 det kan förväntas att ljudnivåer kommer att överskrida rekommenderade nivåer och leda till störningar för boende och passerande.

³ Global påverkan från förbränning av fossila bränslen uppkommer framförallt från utsläpp av CO₂, vilket inte har värderats i detta avsnitt utan istället hanterats i avsnitt 6.3.3 Klimatpåverkan.

Spont används generellt för att stabilisera marken vid ogynnsamma markförhållanden och begränsad markåtkomst. Ur ett nationellt perspektiv förväntas således spontning inte vara nödvändigt vid merparten av anläggningsarbeten för ledningar eller LOD. I områden som kräver stabiliserande åtgärder förväntas dock anläggandet av ledningar kräva mer spontningsarbeten än LOD eftersom ledningar förväntas medföra mer omfattande utgrävning av schakter än LOD.

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra en kvantitativ bedömning av alternativens förväntade bullerstörningar i anläggningsskedet. LOD-alternativen förväntas dock medföra en nytta i förhållande till referensalternativet med hänsyn till bullerstörningar, vid vissa givna förutsättningar, vilket har inkluderats kvalitativt i kostnadsanalysen.

I driftskedet kan även LOD-åtgärder som innefattar gröna planteringar reducera bullernivån i dess närmiljö, beroende på plats och utformning. Liknande nyttan i anläggningsskedet har det inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra en kvantitativ bedömning av LOD-alternativens reduktion av omgivande bullernivåer. Nyttan av en reducerad bullernivå inkluderas dock kvalitativt i kostnadsanalysen.

6.2.3 Olycksrisk

Anläggningsarbete i stadsmiljö kan dels förväntas medföra en ökad fallrisk i anslutning till schaktgropar och ledningsgravar, dels en ökad risk för trafikolyckor. Olycksriskerna ökar dels på grund av anläggningsarbetets tillkommande tunga transporter, dels på grund av anläggningsarbetets tillkommande trafikstörningar vilka kan medföra obetänksamma beteenden i trafiken.

Fall- eller trafikolyckor kan ha flera samhällseffekter. De kan leda till förlust av människoliv eller uppoffringar 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.

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra en kvantitativ bedömning av alternativens förväntade olycksrisker i anläggningsskedet. LOD-alternativ förväntas dock medföra mindre utgrävning av schakter och ledningsgravar samt mindre transporter än referensalternativet, beskrivet bland annat i tidigare avsnitt 6.2.1 och 6.2.2.

LOD-alternativ förväntas således medföra viss nytta i förhållande till referensalternativet med hänsyn till lägre olycksrisk vilket har inkluderats kvalitativt i kostnadsanalysen.

6.2.4 Infektionsrisk

Det kombinerade ledningsnätet innehåller både spill- och dagvatten, vilket innebär att avloppsvattnet kan innehålla patogena organismer (exempelvis bakterier, virus och protozoer) 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 en stor del 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

kommer i kontakt med recipientens vatten i området (exempelvis via bad eller att recipient nyttjas som dricksvattenresurs) riskerar att insjukna.

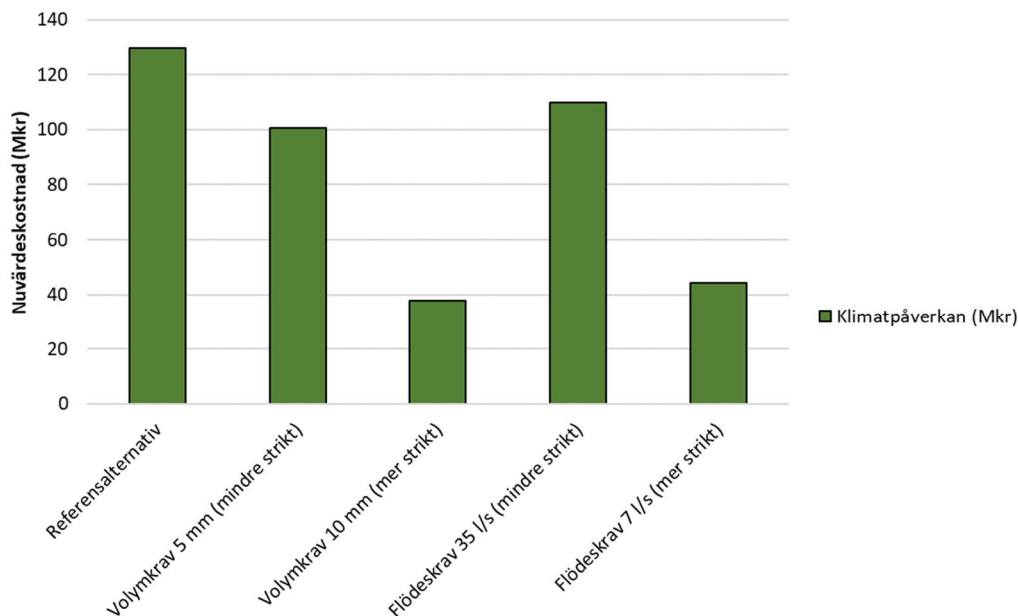
Det bedöms inte vara möjligt att kvantifiera bräddningarnas påverkan på infektionsrisken för Regnköping. Sammantaget väntas dock LOD-alternativen medföra viss nytta i ett kombinerat system, i förhållande till referensalternativet, med avseende på sannolikheten för ökad infektionsrisk, detta inkluderas kvalitativt i kostnadsanalysen.

6.3 Externa miljöeffekter

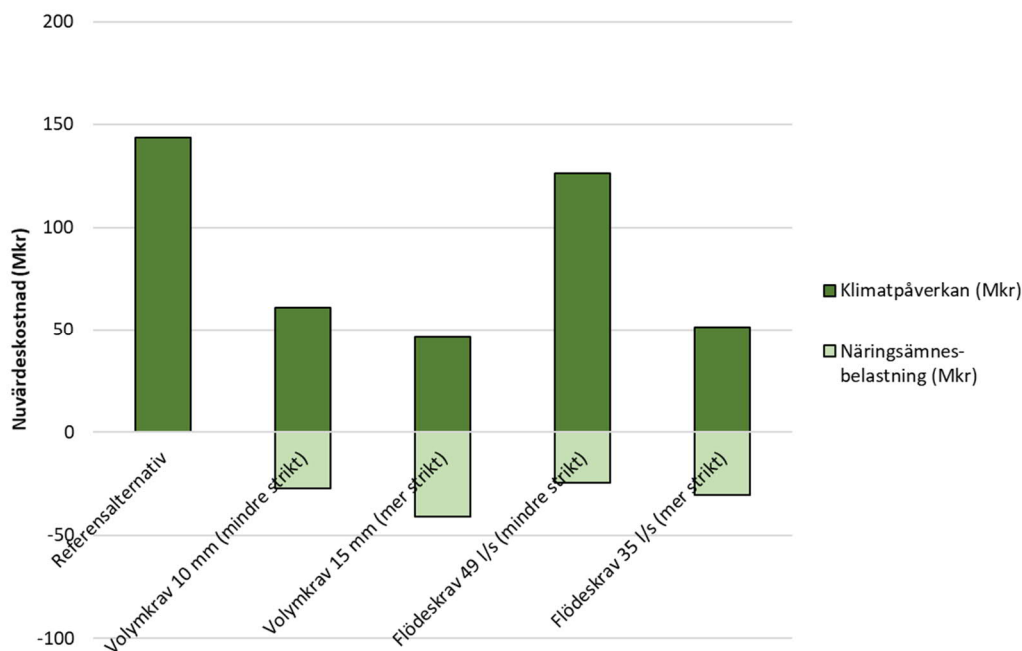
Fyra typer av externa miljöeffekter har identifierats: Rekreationsmöjligheter (kulturell ekosystemtjänst), Recipientpåverkan, Klimatpåverkan samt Skydd mot extremväder (reglerande ekosystemtjänster) och är beskrivna i mer detalj i avsnitt 6.3.1-6.3.4 nedan.

Fördelningen av de samhällsekonomiska kostnaderna som har varit möjliga att kvantifiera och monetarisera för alternativens externa miljöeffekter är sammanställda i Figur 6-4 för ett duplikat system och Figur 6-5 för ett kombinerat system.

Notera att en negativ kostnad representerar en minskad miljöpåverkan och beaktas därför som en nytta för samhället.



Figur 6-4 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de externa miljöeffekterna i ett duplikat system i Regnköping.



Figur 6-5 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de externa miljöeffekterna i ett kombinerat system i Regnköping.

6.3.1 Rekreativmöjligheter

Alternativens påverkan på rekreativmöjligheter i Regnköping är mycket osäkra.

Beroende på hur LOD utformas och placeras kan de både medföra ökade så väl som reducerade rekreativvärden i stadsmiljö, beroende på om de tar andra befintliga rekreativvärden i anspråk (exempelvis lekparkar eller bollplank) eller tillför nya rekreativvärden (exempelvis skelettjord med träd utmed stadens gator).

På liknande sätt kan även dagvattendammar i referensalternativet och mindre strikta LOD-alternativ för ett duplikat system, leda till både ökade eller minskade rekreativmöjligheter beroende på var de placeras och hur de utformas.

Överlag förväntas det vara enklare att skapa ökade rekreativvärden för boende och besökare via LOD vid nybyggnation gentemot att implementera LOD i befintlig miljö.

Sammantaget bedöms det inte vara möjligt att värdera alternativens påverkan på rekreativmöjligheter inom ramen för detta uppdrag, då det bedöms vara alltför platsberoende. LOD har således varken bedömts medföra en kostnad eller nytta i jämförelse med referensalternativet.

6.3.2 Recipientpåverkan

Alternativens recipientpåverkan i Regnköping har utvärderats på olika sätt för det duplikata och det kombinerade systemet.

Duplikat system

För ett duplikat system antas referensalternativet och LOD-alternativen vara relativt likvärdiga med hänsyn till förväntade utsläpp till recipient. I dagsläget förväntas det grovt behövas ca 50 % reningsgrad av dagvattnet innan det når recipient för att

uppfylla MKN (miljökvalitetsnormer), även om det kan komma att variera mellan olika recipienter. Detta antagande om rening kan vara otillräckligt och till exempel kan en dagvattendamm behöva kompletteras med filter.

För referensalternativet förväntas 50 % reningsgrad medföra en dagvattendammsyta motsvarande 2 % av avrinningsområdets storlek (Vägverket, 2006). Medan de mer strikta LOD-alternativen inte förväntas behöva någon dagvattendamm alls för att uppnå samma reningsgrad, givet att ca 70-75 % av dagvattnet passerar biobäddar (eller motsvarande) med ca 70 % reningsgrad och inte bara magasineras innan det släpps till ledningsnätet (WRS, 2016). Notera att ca 25 % av dagvattnet inte passerar LOD och således förväntas rinna till recipient utan någon form av rening. För mindre strikta LOD-alternativ har det grovt antagits att dagvattendammar kan reduceras i storlek till ca 1 % av avrinningsområdets storlek för att uppnå samma reningsgrad som referensalternativet eller mer strikta LOD-alternativ.

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra några ytterligare kvantitativa bedömningar av alternativens förväntade recipientpåverkan för det duplikata systemet. Samtliga alternativ bedöms istället vara likvärdiga med hänsyn till deras reningsgrad.

Kombinerat system

För ett kombinerat system kommer LOD-alternativ dels bidra med en reducerad recipientpåverkan i form av minskad bräddvolym per år, dels i form av ett jämnare flöde till Regnköpings avloppsreningsverk vilket ger en bättre reningsgrad.

Det har inom ramen för denna analys endast varit möjligt att grovt kvantifiera och monetarisera alternativens näringsämnesbelastning till recipient. Det ska därför noteras att LOD-alternativens monetära värde av reducerad recipientpåverkan sannolikt är i underkant. Framförallt med hänsyn till LOD-alternativens reducerade bräddvolym, där till exempel badförbud, upplevd "äckelfaktor" eller ekotoxiska effekter (från t ex förhöjda ammoniumhalter) inte har inkluderats i deras monetära värde.

Värdet av en reducerad näringsämnesbelastning varierar mycket beroende på recipient. För sjöar och vattendrag så är det framförallt fosfor som brukar vara det avgörande näringsämnet för övergödningssproblematik, då det sällan råder kvävebrist i dessa vattendrag, men för hav som Östersjön och Kattegatt spelar även kväve en avgörande roll för en ökad tillväxt av alger. För att inte dubbelräkna är det viktigt att endast värdera reduktionen av det begränsade näringsämnet för recipienten (Anthesis Enveco, 2017).

Fosforreduktionens monetära värde har värderats utifrån Naturvårdsverkets samhällsekonomiska schablonvärden för åtgärdsområden (Anthesis Enveco, 2017). Ett nationellt genomsnitt har ett uppskattat medelvärde som varierar mellan 3 100 - 3 500 kr per kg fosfor, men kan variera stort beroende på var Regnköping är placerat i landet. Det monetära värdet varierar från ca 600 kr per kg fosfor i Bottenvikens region till ca 10 500 kr per kg fosfor i Bottenhavets region.

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).

Reducerade bräddningar

Beräknade bräddvolymen antas innefatta 90 % dagvatten och 10 % spillvatten. Beräkningar från DHI uppskattar att referensalternativet i genomsnitt kommer att brädda ca 3 000 m³ per år till Regnköpings recipient, medan LOD-alternativ varierar från ca 1 000 m³ per år (mindre strikt flödeskrav; 49 l/s, ha) till näst intill inga bräddningar över tid (strikt volymkrav; 15 mm).

Utifrån det samhällsekonomiska värdet av reducering av kväve och fosfor förväntas LOD-alternativen medföra en knappt märkbar nytta i förhållande till referensalternativet. 300 m³ spillvatten (10 % av bräddad volym) motsvarar ca 14 kg kväve och 3 kg fosfor per år.

Som beskrivits ovan är LOD-alternativens monetära värde av reducerad recipientpåverkan sannolikt i underkant då till exempel badförbud, upplevd "äckelfaktor" eller ekotoxiska effekter (från t ex förhöjda ammoniumhalter) inte har inkluderats i det monetära värdet.

LOD-alternativ förväntas således medföra viss nytta i förhållande till referensalternativet med hänsyn till mindre bräddningar vilket har inkluderats kvalitativt i kostnadsanalysen.

Förbättrad reningsgrad vid ARV

Baserat på erfarenhetsmässiga bedömningar och data från Naturvårdsverket och SCB (2020) förväntas de genomsnittliga utsläppshalterna från ett reningsverk i Sverige vara ca 10 mg/l för kväve och ca 0,25 mg/l för fosfor.

Effekten av det jämnare flödet från LOD-alternativen förväntas leda till mindre flödestoppar vid reningsverket (vilket minskar risken för förbiledning av avloppsvatten vid ARV) och något bättre förutsättningar för att optimera verkets reningsprocesser.

Sammantaget kan fördröjningen av det strikta volymkravet (15 mm) förväntas medföra ca 5 % (0 - 10 %) bättre reningsgrad än referensalternativet tack vare ett jämnare flöde, baserat på erfarenhetsmässiga bedömningar och liknande fördröjning av dagvatten i andra projekt. Det motsvarar ca 3 400 kg kväve per år och 85 kg fosfor. Effekten från övriga LOD-alternativ har sedan mycket förenklat beräknats utifrån magasineringsvolymen i förhållande till det strikta volymkravet (15 mm).

Alternativens sammantagna recipientpåverkan över tid är sammanställda i Tabell 6-8 för det kombinerade systemet.

Notera att alla reningsverk i Sverige inte har kväveringssteg, framförallt inte i norra Sverige⁴. Det samhällsekonomiska värdet av en reducerad näringsämnesbelastning vid reningsverk som saknar kvävering har grovt utvärderats genom att ansätta 10 500 kr per kg reducerad fosfor, motsvarande Bottenhavets region (Anthesis Enveco, 2017). Det medför att värdet av den reducerade fosforbelastning grovt kan förväntas vara i samma storleksordning (samma 10-potens) som för kvävebelastning med hänsyn till övriga osäkerheter i analysen.

⁴ Norra Sverige representeras till stor del av Bottenhavets region i Naturvårdsverkets indelning (Anthesis Enveco, 2017)

Tabell 6-8 Beräknad reducerad näringsämnesbelastning till recipient i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping över den analyserade tidshorisonten

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
Bräddningar		Kvalitativ nytta för LOD			
Reducerad kvävebelastning		Knapp märkbar nytta LOD			
Reducerad fosforbelastning		Knapp märkbar nytta LOD			
Optimerad rening ARV					
Reducerad kvävebelastning	0	-27	-41	-24	-31
Reducerad fosforbelastning	0	-15*	-23*	-13*	-17*
Reducerad kostnad av näringsämnesbelastning	0	-27	-41	-24	-31

*avser ca 10 500 kr per kg fosfor för Bottenhavets region

6.3.3 Klimatpåverkan

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

Idag står bygg- och anläggningssektorn för en femtedel av Sveriges klimatpåverkan (Fossilfritt Sverige, 2022).

Samtliga alternativ förväntas medföra någon form av utsläpp av CO₂ och andra växthusgaser i anläggningsskedet, från naturresurshantering anläggningsmaskiner och transporter.

Alternativens återinvesteringar har inte inkluderats i klimatkalkylen. Det beror på att renovering med flexibelt foder förväntas medföra betydligt lägre klimatpåverkan än att anlägga nya ledningar (Lauesen, 2014). Det beror också på att återinvesteringar i LOD inte förväntas omfatta anläggandet av nya betongkonstruktioner var 20:e år (vilka har en förväntad teknisk livslängd på ca 100 år). Vidare är det mycket osäkert vilken klimatpåverkan framtida material kommer att ha om 50 år i jämförelse med idag.

Alternativens driftskede har inte heller inkluderats i klimatkalkylen. Det kan noteras att LOD-alternativ som innehåller biokol förväntas binda koldioxid och på sätt reducera alternativens klimatpåverkan, å andra sidan läcker biokol fosfor på många ställen. Det har dock inom ramen för denna analys inte varit möjligt att kvantifiera LOD-alternativens koldioxidbindningsförmåga, även om de kan ses som en nytta i förhållande till referensalternativet vilken har inkluderats kvalitativt i kostnadsanalysen.

I denna analys har alternativens klimatpåverkan förenklat uppskattats utifrån deras förväntade materialförbrukning. Det är en grov uppskattning som syftar till att ge en indikation på hur respektive alternativs klimatrelaterade fotavtryck förhåller sig till varandra.

Följande emissionsfaktorer har använts för att uppskatta alternativens klimatpåverkan:

- 1 kg betong 0,166 kg CO₂-ekv.
- 1 kg stål (armeringsjärn) 1,1 kg CO₂-ekv.
- 1 m³ jordschakt (utgrävning dagvattendamm) 6,26 kg CO₂-ekv

Ledningarnas klimatpåverkan är uppskattad typvikt och längd per ledningsdimension (Alfarör, 2022).

LOD-åtgärdernas klimatpåverkan är uppskattad utifrån ett förenklat antagande om att magasinerad volym fördelas jämnt över antal fastigheter för respektive fastighetstyp och att en LOD-åtgärd appliceras per fastighet till samma typdimensioner⁵.

Den samhällsekonomiska konsekvensen av alternativens klimatpåverkan har beräknats utifrån ASEK 7 rekommenderade monetära värdering av klimatpåverkan utifrån lagstiftningens maximibelopp på 7 kr/kg CO₂-ekv (Trafikverket, 2020). 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 åtgärdskostnaden för utsläppsreduktionen.

Alternativens klimatpåverkan utifrån materialförbrukning i byggskedet är sammanställda i Tabell 6-9 för ett duplikat system och Tabell 6-10 för ett kombinerat system.

Tabell 6-9 Beräknad klimatpåverkan i Mkr för ett duplikat system i Regnköping

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
Ledningar (betong)	105	66	4	70	0
Ledningar (armeringsstål)	14	9	0	9	0
LOD (betong)	0	19	30	23	40
LOD (armeringsstål)	0	2	3	3	4
Dagvattendamm (utgrävning)	11	5	0	5	0
Total kostnad	130	101	38	110	44

Tabell 6-10 Beräknad klimatpåverkan i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
Ledningar (betong)	127	24	1	85	13
Ledningar (armeringsstål)	17	3	0	11	2
LOD (betong)	0	30	41	28	33
LOD (armeringsstål)	0	3	5	3	4
Dagvattendamm (utgrävning)	0	0	0	0	0
Total kostnad	144	61	46	126	51

⁵ LOD typdimension per fastighet = 1 meter djup och dubbelt så lång innerbredd som innerlängd, samt 0,1 meter godstjocklek

6.3.4 Skydd mot extremväder

I takt med ett förändrat klimat kommer händelser av extremväder att bli alltmer förekommande, både i form av värmeböljor som skyfall.

LOD-alternativ kan till viss utsträckning förväntas medföra något bättre skydd mot extremväderhändelser än referensalternativet. Dels i form av fördröjande egenskaper vid skyfall, dels i form av skuggning (och nedkylande effekt) vid värmeböljor. Vid rätt utformning och val av växter kan LOD även reducera avdunstning av vatten under värmeböljor och behålla vatten närmare källan (Haghighatafshar et al, 2018). För att hantera skyfall och extremväder krävs dock samhällsövergripande åtgärder och planering.

Det har inom ramen för denna analys inte varit möjligt att genomföra en kvantitativ bedömning av alternativens förväntade skydd mot extremväder. LOD-alternativ förväntas dock medföra viss nytta i förhållande till referensalternativet med hänsyn till möjligheten att reducera negativa effekter av extremväderhändelser.

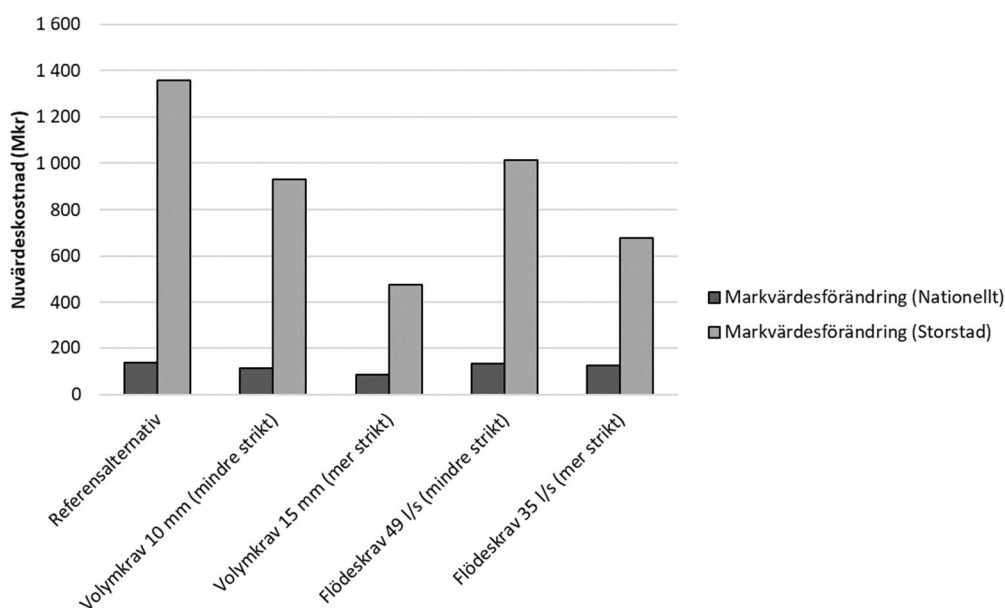
6.4 Övriga effekter

Sex typer av övriga samhällsekonomiska effekter har identifierats:

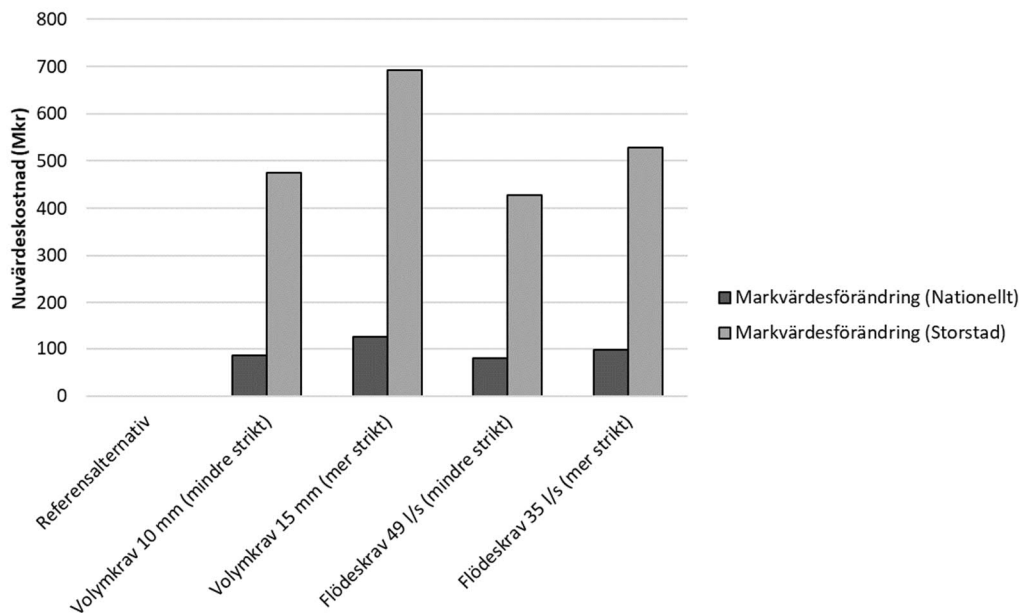
Kulturvärdespåverkan, Markvärdesförändring, Trafikstörningar, Barriäreffekter, Tillförlitlighet och Adaptionmöjlighet och är beskrivna i mer detalj i avsnitt 6.4.1-6.4.6 nedan.

Av de övriga externa samhällsekonomiska kostnaderna har det endast, inom ramen för denna analys, varit möjligt att kvantifiera och monetarisera alternativens förväntade markvärdesförändring. Figur 6-4 redovisar effekter för ett duplikat system och Figur 6-5 för ett kombinerat system.

Notera att markvärdet skiljer sig mycket över landet och har därför värderats dels för ett nationellt genomsnitt, dels för storstadsmiljö.



Figur 6-6 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de övriga externa effekterna i ett duplikat system i Regnköping.



Figur 6-7 Fördelning av beräknade nuvärdeskostnader för de övriga externa effekterna i ett kombinerat system i Regnköping.

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.

Anläggningsarbeten som påträffar okända arkeologiska fynd eller andra kulturarv kan 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 alternativets anläggningsområde flyttas för att inte skada platsen. Med det sagt så betyder det inte att de måste innebära en samhällsekonomisk kostnad. Beroende på värdet av det funna kulturarvet så kan dess samhällsnytta överstiga de uppkomna stillestånds- och eventuella omförläggningkostnader som de kan medföra.

I denna analys har eventuell kulturvärdespåverkan inte värderats för Regnköping då det bedöms vara för platsberoende för att det skall vara möjligt att dra några generella slutsatser.

6.4.2 Markvärdesförändring

Åtgärder som tar mark i anspråk påverkar framtida möjligheter att nyttja marken för andra syften, som exempelvis bostäder eller verksamheter. I denna analys har det samhällsekonomiska värdet av alternativets markanspråk värderats utifrån deras uteblivna markvärdesförändring.

Underlaget för markvärdet i Regnköping är hämtat från SCB:s (2021) sammanställning av taxeringsvärdet för olika typkoder i Sveriges kommuner. Taxeringsvärdet, som ska motsvara 75% av marknadsvärdet enligt Skatteverket, bedöms vara en försiktig men representativ värdering eftersom all mark sannolikt inte är exploaterbar.

Markvärdet har värderats utifrån två scenarier:

- 1) Regnköpings markvärde motsvarar ett nationellt genomsnittligt taxeringsvärde
- 2) Regnköpings markvärde motsvarar ett genomsnittligt taxeringsvärde för Sveriges tre storstäder (Stockholm, Göteborg och Malmö)

Markvärdesförändringen för LOD-lösningar på kvartersmark beräknas som den uteblivna värdeförändringen mellan obebyggd och bebyggd tomtmark. För LOD-lösningar på verksamhetsmark antas ett värde på bebyggd mark, utifrån de värden från olika typer av verksamheter som finns i statistiken (SCB, 2021).

Markvärdesförändringen för dagvattendammar antar den uteblivna markvärdeförändring från obyggd landsbygdsmark till obebyggd tomtmark hyreshus.

Åtgärder (LOD eller ledning) i gatu- eller parkmiljö antas inte medföra någon markvärdesförändring.

Alternativens markvärdesförändring är sammanställda i Tabell 6-11 för ett duplikat system och Tabell 6-12 för ett kombinerat system.

Tabell 6-11 Beräknad markvärdesförändring i Mkr för ett duplikat system i Regnköping, beroende på om åtgärder genomförs i en genomsnittlig tät bebyggelse eller i en storstad (ex. Stockholm, Göteborg eller Malmö)

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Nationellt genomsnitt	137	115	86	131	125
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	21	40	33	62
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	16	29	21	42
LOD - Verksamhet	0	2	4	3	6
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	3	4	3	6
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	4	8	3	9
LOD - Gata	0	0	0	0	0
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	137	69	0	69	0
Storstadsmiljö	1 356	932	475	1 013	680
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	108	208	171	323
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	83	152	109	219
LOD - Verksamhet	0	8	15	10	21
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	21	36	23	47
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	33	64	21	70
LOD - Gata	0	0	0	0	0
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	1356	678	0	678	0

Tabell 6-12 Beräknad markvärdesförändring i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping, beroende på om åtgärder genomförs i en genomsnittlig tät bebyggelse eller i en storstad (ex. Stockholm, Göteborg eller Malmö)

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5	Volymkrav 10	Flödeskrav 35	Flödeskrav 7
		mm Mindre strikt	mm Mer strikt	l/s, ha Mindre strikt	l/s, ha Mer strikt
Nationellt genomsnitt	0	86	126	80	98
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	40	59	43	51
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	29	42	27	33
LOD - Verksamhet	0	4	6	3	4
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	4	6	4	4
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	8	12	3	5
LOD - Gata	0	0	0	0	0
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	-	-	-	-	-
Storstadsmiljö	0	475	692	429	528
LOD - Flerfamiljshus (slutet)	0	208	307	222	265
LOD - Flerfamiljshus (öppet)	0	152	220	139	169
LOD - Verksamhet	0	15	22	13	16
LOD - Villa (<1000 m ²)	0	36	50	29	35
LOD - Villa (>1000 m ²)	0	64	93	26	43
LOD - Gata	0	0	0	0	0
LOD - Park	0	0	0	0	0
Dagvattendamm	-	-	-	-	-

6.4.3 Trafikstörningar

Samtliga fördröjningskrav och omförläggning av ledningar förväntas medföra någon form av trafikstörningar i anläggningsskedet, dels från ett ökat antal transporter med tunga fordon, men framförallt vid platser som kräver att ett eller flera körfält stängs av.

Så gott som alla ledningar i Regnköping ligger i eller intill en vägbana, varför en kapacitetsökning av dessa med stor sannolikhet kommer att medföra någon form av trafikstörning. Även de LOD-alternativ som medför att skelettjord med träd anläggs utmed vissa av Regnköpings gator kommer också sannolikt medföra någon form av trafikstörning.

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 samhällsekonomiska kostnader.

En fallstudie från VA SYD (2021) har till exempel beräknat att återställande av en vattenläcka i Malmö medförde trafikstörningskostnader på över 7 Mkr.

I denna analys har trafikstörningar inte värderats för Regnköping. Det samhällsekonomiska värdet bedöms vara alldeles för platsberoende för att man ska dra några generella slutsatser kring om LOD-alternativ kan förväntas medföra en positiv eller negativ påverkan på trafikstörningar i förhållande till referensalternativet.

Vid en första anblick kan referensalternativet förväntas medföra mer omfattande trafikstörningar än de mer strikta LOD-alternativen. Referensalternativet medför att ca 9 mil ledningar ska dimensioneras upp gentemot att anlägga ca 2 mil skelettjord med träd, eller motsvarande LOD-åtgärd, för att fördröja dagvatten från Regnköpings gator. Det är därmed inte alternativens anläggningslängd som förväntas medföra trafikstörning utan hur många kritiska punkter som de berör i Regnköpings infrastruktur, samt hur omfattande påverkan de medför på sagda punkter.

ASEK 7 (Trafikverket, 2020) rekommenderar till exempel att förseningstid för biltrafik endast ska värderas vid så kraftiga störningar att infrastrukturen överhuvudtaget inte fungerar på ett normalt sätt, eftersom biltrafikens restid generellt påverkas av faktorer som trafikbelastning och väder i större utsträckning än av andra mindre störningsmoment.

LOD har varken bedömts medföra en kostnad eller nytta i jämförelse med referensalternativet med hänsyn till trafikstörningar i Regnköping. I slutändan kommer det vara antalet infrastrukturkritiska punkter som alternativen påverkar som kommer att vara kostnadsdrivande, vilket inte har varit möjligt att utvärdera inom ramen för analysen.

6.4.4 Barriäreffekter

Barriäreffekter syftar till att beskriva i vilken utsträckning som alternativen kan förväntas påverka åtkomsten till verksamheter eller andra objekt i samhället. Liknande trafikstörningar kommer sannolikt samtliga fördröjningskrav och omförläggning av ledningar medföra någon form av barriäreffekt i deras byggskede, men eventuellt även i driftskedet i mindre utsträckning.

Tillfälliga störningar i byggskedet kommer till stor del fångas upp vid värderingen av trafikstörningar och bör därför inkluderas med viss försiktighet för att inte räknas dubbelt.

I driftskedet kommer det sannolikt vara dagvattendammar som eventuellt kan skapa lokala barriäreffekter om inte omkringliggande infrastruktur anpassas till dammen, vilket kommer vara helt beroende på plats.

Sammantaget har LOD-alternativen inte bedömts medföra en kostnad eller nytta i jämförelse med referensalternativet, då det bedöms vara för platsberoende för att det skall vara möjligt att dra några generella slutsatser.

6.4.5 Tillförlitlighet

Med tillförlitlighet avses om anläggningen (ledningarna respektive LOD-lösningar) fungerar som det är tänkt.

Bedömningen är att det är en kostnad som värderas kvalitativt för LOD-lösningar. Anledningen till detta är att det kan finnas en risk för att anläggningen inte sköts som den ska, att den byggs med sämre kvalitet eller att den inte byggs om när det är dags. Samtidigt finns det en möjlighet att ha en kontrollverksamhet om krav ställs på LOD-åtgärder. Det senare kommer dock innefatta svårigheter i sig, då det kommer innefatta väldigt många anläggningar att ha koll på.

6.4.6 Adaptionmöjlighet

Med adaptionmöjlighet avses om det är möjligt att anpassa anläggningen till exempelvis nya krav på rening. Det har inom ramen för detta uppdrag inte varit möjligt

att enhetligt utvärdera skillnader i adaptionsmöjligheter för anläggningarna, varför det inte har värderats i denna analys.

LOD-anläggningar har till exempel en kortare livslängd än ledningar vilket bör ge möjlighet till anpassning när anläggningen ska förnyas samtidigt som en reningsdamm kan byggas till med exempelvis filter om reningskraven skärps i framtiden.

6.5 Sammantagen påverkan

Alternativens sammantagna nuvärdeskostnader är sammanställda i Tabell 6-13 för ett duplikat system och Tabell 6-14 för ett kombinerat system.

De konsekvenser som har en lägre nuvärdeskostnad för ett LOD-alternativ än för referensalternativet bedöms medföra positiva konsekvenser för det LOD-alternativet och kan således kategoriseras som nyttor, medan de konsekvenser som bedöms medföra högre nuvärdeskostnader för ett LOD-alternativ i förhållande till referensalternativet kategoriseras som kostnader.

Tabell 6-13 Sammanställning av beräknade samhällsekonomiska nuvärdeskostnader i Mkr för ett duplikat system i Regnköping motsvarande nationell tätort (värde inom parentes avser storstad).
EST=ekosystemtjänster

Duplikat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	1 475	1 229	663	1 292	846
Investering	1 510	1 101	333	1 093	382
Reinvesteringar (70 år)	0	132	297	195	412
Drift & Underhåll (70 år)	0	19	36	25	52
Restvärde (70 år)	-35	-24	-3	-22	0
2) Externa hälsoeffekter		Kvalitativt värderad – Nyttan för LOD			
Luftföroreningar			-"		
Buller			-"		
Olycksrisk			-"		
Infektionsrisk			-"		
3) Externa miljöeffekter	130	101	38	110	44
Producerande EST			Ej värderad		
Kulturella EST			Oklart värde		
Rekreativsmöjligheter			-"		
Reglerande EST	130	101	38	110	44
Recipientpåverkan		Kvalitativt värderad - Likvärdig			
Klimatpåverkan	130	101	38	110	44
Skydd mot extremväder		Kvalitativt värderad – Nyttan för LOD			
Stödjande EST			Ej värderad		
4) Övriga effekter	137 (1356)	115 (932)	86 (475)	131 (1013)	125 (680)
Kulturvärdespåverkan			Ej värderad		
Markvärdesförändring	137 (1356)	115 (932)	86 (475)	131 (1013)	125 (680)
Trafikstörningar			Oklart värde		
Barriäreffekter			Oklart värde		
Tillförlitlighet		Kvalitativt värderad - Kostnad för LOD			
Adaptionsmöjlighet			Oklart värde		
Sammantagen nuvärdeskostnad	1741 (2961)	1444 (2261)	787 (1176)	1533 (2414)	1015 (1570)

Tabell 6-14 Sammanställning av beräknade samhällsekonomiska nuvärdeskostnader i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort) EST=ekosystemtjänster.

Kombinerat system	Referensalt.	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	1 450	926	850	1 441	863
Investering	1 490	613	384	1 184	467
Reinvesteringar (70 år)	0	288	413	247	357
Drift & Underhåll (70 år)	0	35	53	35	43
Restvärde (70 år)	-40	-10	-1	-25	-4
2) Externa hälsoeffekter		Kvalitativt värderad – Nyttå för LOD			
Luftföroreningar			-"		
Buller			-"		
Olycksrisk			-"		
Infektionsrisk			-"		
3) Externa miljöeffekter	144	34	5	102	21
Producerande EST			Ej värderad		
Kulturella EST			Oklart värde		
Rekreativmöjligheter			-"		
Reglerande EST	144	34	5	102	21
Recipientpåverkan	0	-27	-41	-24	-31
Klimatpåverkan	144	61	46	126	51
Skydd mot extremväder		Kvalitativt värderad – Nyttå för LOD			
Stödjande EST			Ej värderad		
4) Övriga effekter	0	86 (475)	126 (692)	80 (429)	98 (528)
Kulturvärdespåverkan			Ej värderad		
Markvärdesförändring	0	86 (475)	126 (692)	80 (429)	98 (528)
Trafikstörningar			Oklart värde		
Barriäreffekter			Oklart värde		
Tillförlitlighet		Kvalitativt värderad – Kostnad för LOD			
Adaptionsmöjlighet			Oklart värde		
Sammantagen nuvärdeskostnad	1 594	1046 (1435)	980 (1547)	1623 (1972)	981 (1412)

7 Samhällsekonomisk lönsamhet

7.1 Nettonuvärde

LOD-alternativens samhällsekonomiska nettonuvärde (NNV) har beräknats utifrån en diskonteringsränta på 3,5 % över en tidshorisont på 70 år (ca år 2030 - 2100) i enlighet med rekommendationer från ASEK 7 (Trafikverket, 2020). Ett positivt NNV indikerar att alternativet är mer samhällsekonomiskt fördelaktigt än referensalternativet och tvärtom för ett negativt NNV.

LOD-alternativens nuvärdeskostnad i förhållande till referensalternativets nuvärdeskostnad redovisas för respektive konsekvenskategori i Tabell 7-1 (duplikat system) och Tabell 7-2 (kombinerat system).

För ett duplikat system förväntas utfallet vara positivt för samtliga av analysens utvärderade konsekvenskategorier, medan utfallet för ett kombinerat system förväntas vara positivt för de interna effekterna och de externa hälso- och miljöeffekterna, men negativt för de övriga externa effekterna. Skillnaden mellan det duplikata och det kombinerade systemet beror på att det kombinerade systemet inte förväntas innefatta några dagvattendammar, vilka förväntas medföra ett stort markanspråk på mark som annars hade kunnat exploateras. Dagvattendammar har således en stor påverkan på referensalternativets markvärdesförändring i ett duplikat system.

Tabell 7-1 Tabellen visar LOD-alternativens kostnader i förhållande till referensalternativet i Mkr för ett duplikat system i Regnköping motsvarande nationell tätort (värde inom parentes avser storstad). Positiva värden visar att LOD-alternativet är mindre kostsamt än referensalternativet och negativa värden visar att LOD-alternativet är mer kostsamt än referensalternativet.

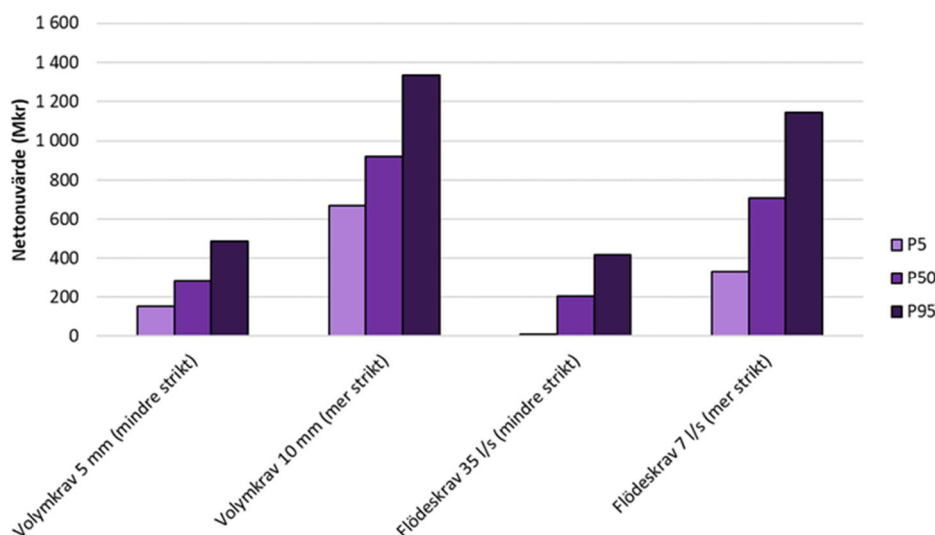
Duplikat system	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	246	811	183	629
2) Externa hälsoeffekter	Kvalitativt värderad – Nyttan för LOD			
3) Externa miljöeffekter	29	92	20	85
4) Övriga effekter	23 (425)	51 (881)	6 (344)	12 (677)
Sammantaget nettonuvärde	297 (699)	954 (1785)	209 (546)	726 (1391)

Tabell 7-2 Tabellen visar LOD-alternativens kostnader i förhållande till referensalternativet i Mkr för ett kombinerat system i Regnköping motsvarande nationell tätort (värde inom parentes avser storstad). Positiva värden visar att LOD-alternativet är mindre kostsamt än referensalternativet och negativa värden visar att LOD-alternativet är mer kostsamt än referensalternativet.

Kombinerat system	Volymkrav 5 mm Mindre strikt	Volymkrav 10 mm Mer strikt	Flödeskrav 35 l/s, ha Mindre strikt	Flödeskrav 7 l/s, ha Mer strikt
1) Interna effekter	524	600	9	587
2) Externa hälsoeffekter	Kvalitativt värderad – Nyttä för LOD			
3) Externa miljöeffekter	110	139	42	123
4) Övriga effekter	-86 (-475)	-126 (-692)	-80 (-429)	-98 (-528)
Sammantaget nettonuvärde	548 (159)	613 (47)	-29 (-378)	612 (182)

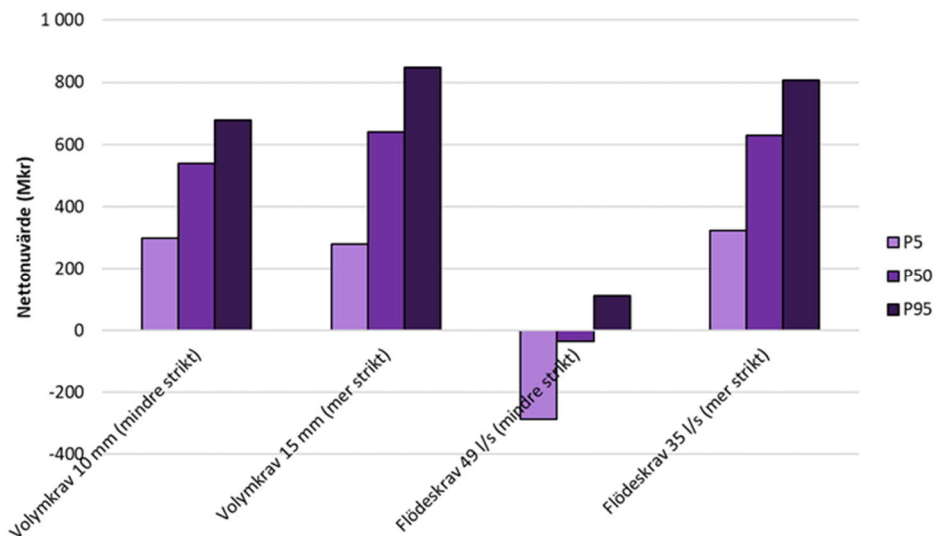
Osäkerheten i LOD-alternativens beräknade NNV, hänsyn till analysens monetariserade konsekvenser, är illustrerade i Figur 7-1 för ett duplikat system och Figur 7-2 för ett kombinerat system. P-värdena avser 5-, 50- och 95-percentilen av det beräknade nettonuvärdets osäkerhetsfördelning. Se Bilaga 2 för motsvarande figurer för storstadsmiljö.

En analys av ingångsvariablernas Spearman-rank⁶ indikerar att det framförallt är osäkerheter i anläggningskostnaden för skelettjord med träd, samt osäkerheter kopplade till markvärdesförändringar av dagvattendammar (endast duplikat system) och regnbäddar inom kvartermark för flerfamiljshus som har störst påverkan på spridningen av alternativens beräknade NNV (skillnaden mellan P5- och P95 värdet).



Figur 7-1 Beräknade nettonuvärden för LOD-alternativ i ett duplikat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).

⁶ Spearman-rank visar korrelationen mellan en förändring i ingångsvariablernas värden och förändring i resultatets värde.



Figur 7-2 Beräknade nettonvärden för LOD-alternativ i ett kombinerat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).

För ett duplikat system i Regnköping förväntas alla LOD-alternativens osäkerhetsintervall medföra positiva nettonvärden där ett mer strikt volymkrav (10 mm) framstår som det mest fördelaktiga alternativet.

På motsvarande sätt förväntas ett kombinerat system i Regnköping medföra positiva nettonvärden för alla LOD-alternativens P-värden, med undantag av ett mindre strikt flödeskrav (49 l/s, ha,) P5-värde). Skillnaden mellan ett mer strikt och ett mindre strikt krav förväntas vara mindre mellan volymkrav än för flödeskrav samt att ett mer strikt krav (15 mm eller 35 l/s, ha) framstår som mer fördelaktigt än ett mindre strikt krav.

Sammantaget framstår ett volymkrav mellan 10-15 mm vara det mest samhällsekonomiskt fördelaktiga alternativet med hänsyn till de monetariserade konsekvenser som varit möjliga att analyseras inom ramen för denna utredning.

Möjlig påverkan av de kvalitativt värderade (icke-monetariserade) konsekvenserna på de beräknade nettonvärdena är beskrivna i avsnitt 7.3.

7.2 Känslighetsanalys

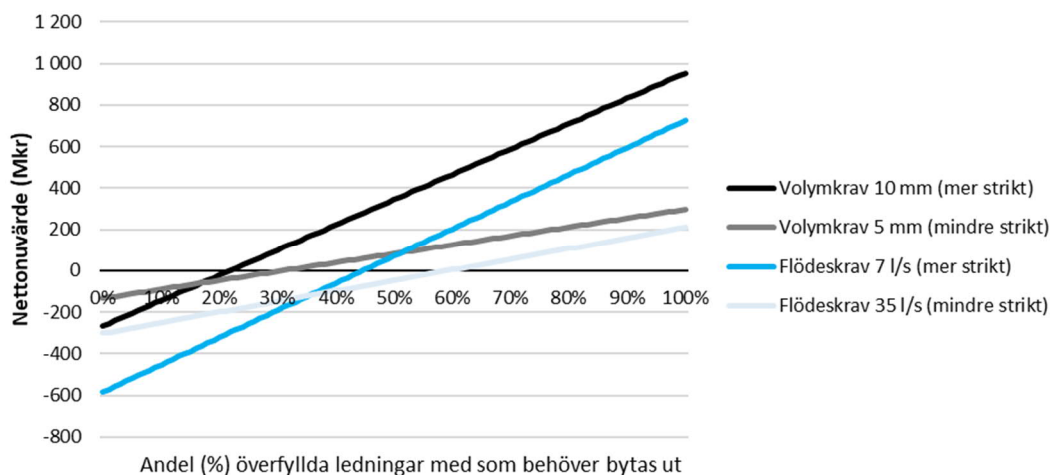
En stor osäkerhet i analysens resultat berör grundantagandet om att alla ledningar som är fyllda över 110 % kommer att behöva dimensioneras upp en dimension för att klara framtida förtätningar av städer och tätorter och prognosticerade klimatförändringar. I praktiken kommer sannolikt en stor del av de överfyllda ledningarna kunna hanteras genom att åtgärda en andel av ledningarnas flaskhalsar i systemet.

Analysens grundantagande om att alla överfyllda ledningar kommer att dimensioneras upp en dimension bör således anses vara i överkant.

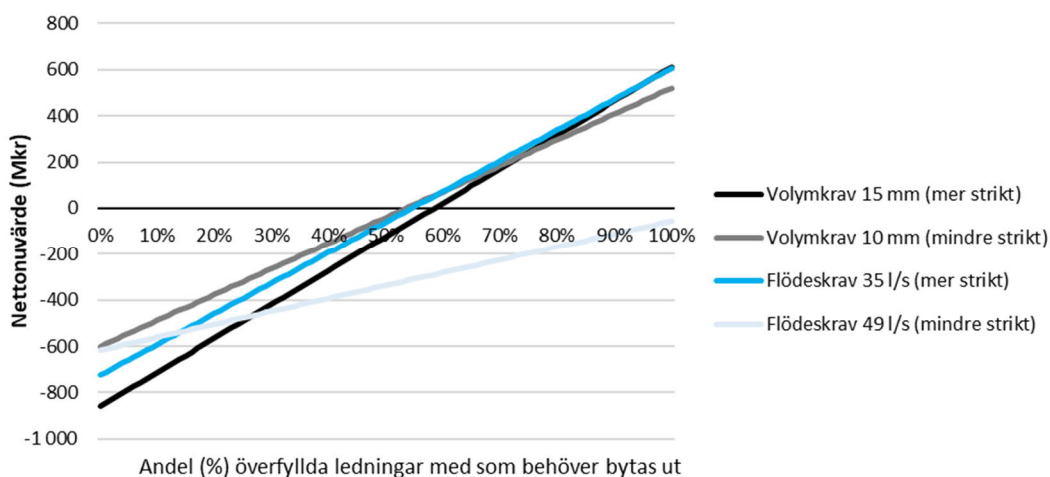
För att utvärdera vilken påverkan som andelen ledningar som behöver dimensioneras upp har på resultatet har en känslighetsanalys genomförts, illustrerad i Figur 7-3 för ett duplikat system och Figur 7-4 för ett kombinerat system i Regnköping.

För ett duplikat system förväntas ett mer strikt volymkrav medföra att LOD fortfarande skulle vara mer fördelaktigt än referensalternativet även om bara ca 20 % av (vid ett volymkrav på 10 mm) alla ledningar skulle behöva bytas ut för att hantera

flaskhalsarna i ledningsnätet. Medan ett kombinerat system behöver dimensionera upp ungefär hälften av alla överfyllda ledningar innan LOD förväntas vara mer fördelaktigt än referensalternativet.



Figur 7-3 Känslighetsanalys av påverkan på hur stor andel överfyllda ledningar som faktiskt kan behöva bytas ut för att för LOD-alternativ fortsatt ska medföra positivt nettonuvärde i ett duplikat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).



Figur 7-4 Känslighetsanalys av påverkan på hur stor andel överfyllda ledningar som faktiskt kan behöva bytas ut för att för LOD-alternativ fortsatt ska medföra positivt nettonuvärde i ett kombinerat system i Regnköping (motsvarande nationell tätort).

7.3 Icke-monetära värden

Det finns ett antal konsekvenser som endast beskrivits kvalitativt i denna analys (se kapitel 6 och avsnitt 6.5). Merparten av dessa förväntas vara nyttor för LOD-alternativen och kommer därför inte påverka resultatets rangordning i någon större utsträckning.

Det samma kan grovt antas för de konsekvenser inte har värderats eller som inte kan definieras som en nytta eller kostnad (d.v.s. oklart värde). Platsspecifika förhållanden som i det ena fallet kan vara till fördel för LOD-alternativen kan i en annan lokalisering vara en nackdel för LOD-alternativen. På det stora hela förväntas således inte de icke-monetariserade konsekvenserna som inte definierats som en nytta eller kostnad påverka det samhällsekonomiska värdet i någon större utsträckning.

Det är således främst LOD-alternativens kvalitativt bedömda kostnader som kan vara av intresse att utvärdera för att se vilken möjlig påverkan som de kan medföra på resultatet. Av de samhällsekonomiska konsekvenser som inte har värderats i monetära termer är det bara en konsekvens som bedöms medföra kostnader för LOD-alternativen och det gäller tillförlitligheten för de tänkta LOD-alternativen.

Den största risken med att LOD-alternativen inte når samma tillförlitlighet som referensalternativet är att de inte uppfyller avsedd funktion när behovet uppstår. Om den anlagda LOD-lösningen inte fungerar kan det medföra översvämningsskador för både fastighetsägaren men framförallt för fastighetsägare nedströms.

Risikkostnaden⁷ för översvämningar och skyfall i en stad beror mycket på vilka typer av byggnader och verksamheter som drabbas, hur omfattande trafiken är, hur mycket försörjningssystem i form av el- eller telecentraler, pumpstationer med mera som kan drabbas.

Översvämningar i Regnköping (till följd av att LOD-alternativen inte uppfyller samma tillförlitlighet som referensalternativet) förväntas framförallt påverka större byggnader varför medelkostnaden per översvämmat objekt kan förväntas vara mellan 100 000-200 000 kr.

Den samhällsekonomiska lönsamheten (nettonuvärdet) för ett volymkrav 10 mm varierar från ca 550 Mkr (kombinerat system) till 1 000 Mkr (duplikat system) i Regnköping (motsvarande nationell tätort). Den årliga risikkostnaden av översvämningsskador till följd av att fastighetsägare inte begränsar sitt dagvattenflöde från deras fastigheter behöver således överstiga ca 37 Mkr per år för ett duplikat system och ca 21 Mkr per år för ett kombinerat system, för att ett 10 mm volymkrav inte ska vara mer fördelaktigt än referensalternativet (se avsnitt 3.2 för beräkningsformel för kvalitativt värderade konsekvenser).

En årlig risikkostnad på 37 Mkr motsvarar således att ca 180-370 objekt översvämmas varje år i genomsnitt (med hänsyn till ovanstående genomsnittskostnad per översvämmat objekt), som en årligt återkommande händelse eller mer troligt som ett medelvärde av ett antal mer extrema händelser över den analyserade tidshorisonten. Om till exempel regn eller skyfall förväntas leda till översvämningar i Regnköping var 10:e år till följd av att LOD-alternativen inte uppfyller önskad funktion, kommer motsvarande konsekvenskostnad vara 370 Mkr (1 800-3 700 översvämmade objekt).

Det ska även tilläggas att sannolikheten för att LOD-alternativ inte uppfyller önskad funktion kan reduceras ytterligare genom att aktivt arbeta med kontroll och tillsyn. Fastighetsägare kan även förväntas över tid få bättre förståelse kring sitt eget ansvar i dagvattenhantering på samma sätt som de har ansvar i andra hänseenden.

Utifrån ovanstående diskussion bedöms sannolikheten vara förhållandevis låg för att LOD-alternativens eventuellt sämre tillförlitlighet ska förändra resultatets rangordning i de fall Regnköping representerar en genomsnittlig svensk tätort. LOD-alternativens

⁷ Risikkostnad motsvarar sannolikheten av att en händelse inträffar multiplicerat med dess förväntade ekonomiska kostnad

tillförlighet bedöms dock vara mer osäker för ett kombinerat system i storstadsmiljö och kan eventuellt påverka alternativens rangordning i resultatet.

Det ska noteras att i det ovanstående resonemanget har hänsyn endast tagits till fysiska skadekostnader och inte olägenheter såsom människors oro för översvämningsrisker. Den potentiella påverkan av skillnader i alternativens tillförlighet visar därmed på vikten av att riskkostnader till följd av översvämningar alltid bör beaktas i de fall när åtgärdsalternativ för dagvattenhantering ska jämföras.

Till sist kan det även nämnas att en potentiellt stor nytta för LOD-alternativ i det kombinerade systemet som i nuläget inte är inkluderad i resultatet är att de eventuellt kan reducera investeringskostnader i kommunala avloppsreningsverk. Både med hänsyn till reningsprocesser men eventuellt även tillkommande markanspråk för anläggningen. Om reningsverk behöver mer mark eller förflyttas för att hantera tillkommande dagvatten från en ökad nederbörd och förtätning, i referensalternativet, kan det sannolikt vara en stor nytta för LOD-alternativen. Som nämnt ovan förväntas detta inte påverka resultatets rangordning, men det medför att beräknade nettonuvarden för det kombinerade systemet eventuellt kan vara i underkant.

7.4 Fördelningsanalys

En övergripande fördelningsanalys har gjorts i denna studie (se Tabell 7-3), för att belysa vem som gynnas eller drabbas med avseende på de olika kostnadsposterna. Fördelningsanalysen utgår från samma ramar som kostnads-nyttoanalysen i övrigt, med att VA-huvudmannen har ansvar för referensalternativet och kommunen och privata fastighetsägare ansvarar för LOD. Positiva konsekvenser (+) för LOD jämfört med uppdimensionerade ledningar är en nytta som medför att aktörer gynnas, negativa konsekvenser (-) är en kostnad som medför att någon eller några andra aktörer drabbas. Vidare innebär detta att nyttor som åtgärderna i sig medför, oavsett åtgärdsalternativ, inte synliggörs då dessa inte är alternativskiljande och inte studeras i denna KNA.

Tabell 7-3. Övergripande fördelningsanalys över KNA:ns resultat. Samma förutsättningar som KNA:n, fördelar och nackdelar redovisas för LOD-alternativ i förhållande till referensalternativet.

Externa nytto- & kostnadsposter	VA-huvudman /kommun	Fastighets ägare	Privata aktörer	Allmänhet lokalt	Allmänhet regionalt	Samhället internationellt
Investering		-				
Reinvesteringar		-				
Drift & Underhåll		-				
Restvärde	Knapp märkbar skillnad					
Luftföroreningar				+	+	
Buller				+		
Olycksrisk				+		
Infektionsrisk				+	+	
Rekreativsmöjligheter	Oklar påverkan					
Recipientpåverkan				+	+	
Klimatpåverkan				+	+	+
Skydd mot extremväder				+		
Kulturvärdespåverkan	Oklar påverkan					
Markvärdesförändring	+ (duplikat)	-				
Trafikstörningar	Oklar påverkan					
Barriäreffekter	Oklar påverkan					
Tillförlitlighet	-	+	-	-		
Adaptionsmöjligheter	Oklar påverkan					

8 Slutsatser

Analysen visar att det förväntas vara mer samhällsekonomiskt fördelaktigt att begränsa dagvattenflöden från fastighetsmark genom att ställa krav på fastighetsägare, än att VA-huvudmannen ska öka dimensionerna på det befintliga ledningsnätet, för att klara utmaningarna inom tätorter där ökad nederbörd och en förtätad bebyggelse förväntas i framtiden.

Följande slutsatser kan dras från analysens resultat:

- "Mer strikta krav" framstår som mer fördelaktiga än mindre strikta krav;
 - Volymkrav 10 mm ger fördelaktiga resultat både för duplikat och kombinerat system.
 - Mindre strikt flödeskrav ger minst nytta för både duplikat och kombinerat system.
 - Största nyttan uppstår när det inte behöver anläggas en dagvattendamm för rening i ett duplikat system.

Analysens resultat är mycket övergripande och kommer att variera för olika platser i Sverige, men LOD förväntas över lag vara mer samhällsekonomiskt lönsamt än att VA-huvudmannen ska bära allt ansvar:

- Flera av de samhällsekonomiska konsekvenser som kan förväntas påverka huruvida LOD är mer fördelaktigt än ledningar är platsspecifika och har inte värderats i denna analys:
 - Merparten av de konsekvenser som inte har värderats monetärt förväntas vara nyttor för LOD-alternativen och kommer därför inte påverka resultatets rangordning.
 - Sannolikheten för att LOD-alternativens icke-monetariserade kostnader ska förändra resultatets rangordning bedöms vara låg.
 - Av de konsekvenser som inte har monetariserats förväntas trafikstörningar, översvämningskostnader samt påverkan på avloppsreningsverket vara de aspekter som eventuellt kan påverka resultatet.
- Osäkerheter i resultatet har i den utsträckning det varit möjligt hanterats via osäkerhets- och känslighetsanalyser vilka framförallt har visat att:
 - Riskkostnader till följd av översvämningskostnader alltid bör beaktas när åtgärdsalternativ för dagvattenhantering ska jämföras.
 - Hur stor andel av ledningsnätet som behöver dimensioneras upp för att klara ökad nederbörd och en förtätad bebyggelse har stor påverkan på resultatet och förväntas ha stor variation över landet.

Kostnads-nyttoanalysen är en betydelsefull del i det underlag som behövs för en rimlig och välgrundad användning av samhällsresurser. Det ska dock påpekas att analysen inte kan utgöra det fullständiga beslutsunderlaget kring huruvida man ska begränsa dagvattenflöden från fastighetsmark genom att ställa krav på fastighetsägare eller att VA-huvudmannen ska öka dimensionerna på det befintliga ledningsnätet. Inför det slutliga beslutet behöver även andra aspekter beaktas, exempelvis planfrågor och juridiska förhållanden.

9 Förslag till fortsatt arbete

Den analys som redovisas i rapporten baseras på ett fiktivt ledningsnät i en fiktiv ort. För att VA-huvudmän ska kunna bedöma nyttan i den egna kommunen skulle beräkningsmodellen kunna utvecklas till ett verktyg, där egna värden kan läggas in, oavsett om man vill göra bedömningar för ett befintligt eller nytt område. Utvecklingen bör ske tillsammans med några VA-organisationer, helst med olika storlek, som får ta fram mer underlag samt testa verktyget på konkreta exempel.

En översyn av värdet av olika effekter bör göras genom insamling av underlag, till exempel kostnader för ledningsomläggning, LOD-hantering, bräddningspåverkan, markvärden, trafikstörningar samt påverkan på recipienter respektive avloppsreningsverket. Effekter där skillnader i kostnader är stora för storstad respektive nationellt kan också utvecklas.

10 Referenser

- Alfarör. (den 20 Januari 2022). Tabell Standardrör. Hämtat från Alfarör:
<https://www.alfaror.se/tabell-standardror/>
- Anthesis Enveco. (2017). Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma. Anthesis Enveco AB.
- Fossilfritt Sverige. (den 08 02 2022). Bygg- och anläggningssektorn. Hämtat från Fossilfritt Sverige: <https://fossilfritt Sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/>
- Haghighatafshar et al. (2018). Efficiency of blue-green stormwater retrofits for flood mitigation - Conclusions drawn from a case study in Malmö, Sweden. Journal of Environmental Management.
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5 °C. Förenta nationernas klimatpanel.
- Johansson, P.-O., & Kriström, B. (2016). Cost-Benefit Analysis for Project Appraisal. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lauesen, L. M. (2014). Virksomhedernes sociale ansvar i vandsektoren, särtryck Ph.d. PIXI. Köpenhamn: SSTT.
- Miljøstyrelsen Danmark. (2017). Tiltagskatalog til klimatilpasning. Odense: Miljøministeriet.
- Naturvårdsverket och SCB. (2020). Utsläpp till vatten och slamproduktion 2018 - Kommunala avloppsreningsverk, massa- och pappersindustri samt viss övrig industri. Statistiska centralbyrån & Naturvårdsverket.
- SCB. (den 11 mars 2021). Excelfil - Taxeringsvärde per kommun 2020. Hämtat från mail från Magnus Walestad (SCB)
- Stern, N. (2006). The Stern review - The Economics of climate change.
- Svenskt Vatten. (den 20 01 2022). Svenskt Vatten. Hämtat från Vattentjänster; Rörnät & Klimat; Hållbar nyanläggning: www.svensktvatten.se
- Svenskt Vatten Utveckling. (2011). Rörmaterial i svenska VA-ledningar – egenskaper och livslängd, rapport 2011-14.
- Svenskt Vatten Utveckling. (2019). Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämnig av dagvatten, rapport 2019-20.
- Svenskt Vatten Utveckling. (2021). Hydraulisk analys av lokal dagvattenhantering - Underlag till reglering i ABVA, rapport 2021-18.
- Svenskt Vattens statistiksystem. (2016-2020). VASS Drift.
- Söderqvist, T. (2006). Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder. Rapport 5618. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Trafikverket. (2020). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0.
- VA SYD. (2021). Vad kostar ett hål i gatan? Fallstudie på samhällsekonomiska kostnader för vattenläckan Studentgatan – Södra Promenaden i Malmö
- WRS. (2016). PM Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm.
- Vägverket. (2006). Dagvattendammar - Om provtagning, avskiljning och dammhydraulik. Borlänge.