



CHALMERS

Hur uppfyller avvattningssystem för nyanlagda vägar framtida krav med hänsyn till avvattning och skyfall?

En studie av Hisingsleden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

ROKAIA ABOUELFATH

TASNIM KHALAILI

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNING VATTEN MILJÖ TEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Hur uppfyller avvattningsystem för nyanlagda vägar framtida krav med hänsyn till avvattnings och skyfall?

En studie av Hisingsleden

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ROKAIA ABOUELFATH

TASNIM KHALAILI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelning Vatten Miljö Teknik

Sebastien Rauch

Mia Bondelind

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2025

Hur uppfyller avvattningssystem för nyanlagda vägar framtida krav med hänsyn till avvattning och skyfall?

En studie av Hisingsleden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ROKAIA ABOUELFATH

TASNIM KHALAILI

© ROKAIA ABOUELFATH OCH TASNIM KHALAILI, 2025

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2025

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelning Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2025

Hur uppfyller avvattningssystem för nyanlagda vägar framtida krav med hänsyn till avvattning och skyfall?

En studie av Hisingsleden

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

ROKAIA ABOUELFATH

TASNIM KHALAILI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelning Vatten Miljö Teknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Klimatförändringar medför ökade krav på vägars avvattningssystem för att hantera skyfall och minska risken för översvämningar. Denna studie undersöker hur sådana system utformas för att möta framtida krav, med Hisingsleden i Göteborg som fallstudie.

Syftet är att analysera hur riktlinjer och krav har utvecklats under projektets gång, vilka strategier som använts för att anpassa avvattningssystemet, samt vilka utmaningar som identifierats. Studien syftar också till att dra lärdomar för framtida vägprojekt.

Metoden bygger på en kvalitativ ansats, med dokumentanalys och semistrukturerade intervjuer med aktörer från Trafikverket, Norconsult och Göteborgs Stad.

Resultatet visar att kraven på dagvattenhantering har blivit tydligare över tid, särskilt gällande dimensionering, återkomsttider och användningen av klimatfaktorer.

Projektet visar hur gröna lösningar som dagvattendammar, infiltrationsytor och oljeavskiljare kan kombineras för att minska både flödesbelastning och förorenings spridning.

Slutsatsen är att klimatanpassad avvattning kräver tidig planering, tvärvetenskapligt samarbete och digitala verktyg. Erfarenheterna från Hisingsleden kan ge vägledning för liknande framtida projekt.

Nyckelord: Klimatanpassning, dagvattenhantering, skyfall, avvattningssystem, infrastruktur, dimensionering, återkomsttid, hållbara lösningar, vägprojekt.

How do drainage systems for newly constructed roads meet future requirements with respect to drainage and heavy rainfall?

A study of Hisingsleden

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

ROKAIA ABOUELFATH

TASNIM KHALAILI

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Water Environment Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Climate change increases the demands on road drainage systems to manage intense rainfall and reduce flood risk. This study examines how such systems are designed to meet future challenges, using the Hisingsleden road project in Gothenburg as a case study.

The aim is to explore how guidelines and requirements have evolved, what strategies have been applied to adapt the drainage system, and what challenges have been encountered. The study also aims to identify lessons for future infrastructure projects.

A qualitative approach was used, combining document analysis and semi-structured interviews with representatives from the Swedish Transport Administration, Norconsult, and the City of Gothenburg.

Findings show that stormwater management requirements have become more clearly defined, especially regarding system sizing, return periods, and climate factors. The project highlights the use of green solutions, including stormwater ponds, infiltration areas, and oil separators, to reduce flow and pollution.

The study concludes that effective climate adaptation in road drainage requires early planning, interdisciplinary collaboration, and digital tools. The lessons from Hisingsleden offer valuable insights into future projects.

Keywords:

Climate adaptation, stormwater, cloudburst, drainage, infrastructure, design, return period, sustainable roads

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
FÖRORD	VI
1 INTRODUCTION	1
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställningar	2
1.3 Avgränsningar	2
2 BAKGRUND	4
2.1 Dagvatten	4
2.1.1 Återkomsttid	5
2.2 Klimatförändringar	6
2.2.1 Klimatförändringar i Göteborg	7
2.3 Dagvattenföroreningar	8
2.4 Dagvattenlösningar och deras effektivitet	8
2.5 Krav och riktlinjer för väg- och dagvattenhantering	9
2.6 Nya och förändrade krav från Trafikverket	10
2.7 Dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar	12
2.8 Dimensionerande återkomsttid för avvattningsystem	13
2.8.1 Sårbar punkt	14
2.9 Projektering	15
2.9.1 Samarbete och projektering i stora infrastrukturprojekt	17
3 METOD	18
3.1 Beskrivning av Hisingsleden	18
3.2 Strategier för anpassning av avvattningsystem i väginfrastruktur	21
3.2.1 Avvattning	22
3.2.2 Reningsmetoder	22
3.3 Dokumentanalys	22
3.4 Intervjufrågor	24
3.5 Intervjuer	25
4 RESULTAT	27
4.1 Dokumenterade förändringar i krav och utformning av Hisingsleden	27
4.2 Utveckling av riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning	29
4.3 Strategier för att anpassa avvattningsystemet	31
4.4 Utmaningar under projektets gång	32

4.5	Användning av lösningar från Hisingsleden i framtida projekt	35
4.6	Sammanfattande reflektioner och gemensamma lärdomar	37
5	DISKUSSION	39
5.1	Diskussion av F1	39
5.2	Diskussion av F2	40
5.3	Diskussion av F3	41
5.4	Diskussion av F4	43
5.5	Sammanfattande diskussion	44
5.5.1	Studiens begränsningar	45
6	SLUTSATS	47
6.1	Slutsats av F1	47
6.2	Slutsats av F2	47
6.3	Slutsats av F3	48
6.4	Slutsats av F4	48
6.5	Sammanfattande slutsats	49
7	REKOMMENDATIONER FÖR BRANSCHEN	50
8	REKOMMENDATION FÖR VIDARE FORSKNING	51
	REFERENSER	52
	APPENDIX - INTERVJUFRÅGOR	57

Förord

Detta examensarbete har genomförts vid programmet samhällsbyggnadsteknik på Chalmers tekniska högskola i samarbete med Norconsult. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och har genomförts under våren 2025.

Arbetet har varit en lärorik och givande process, och vi vill rikta ett stort tack till de personer som på olika sätt har bidragit till att göra detta möjligt. Först och främst vill vi tacka vår handledare Mia Bondelind för hennes stöd och vägledning under arbetets gång. På Norconsult vill vi även rikta ett stort tack till Johanna Pålsson för hennes värdefulla insikter och engagemang. Ett särskilt tack riktas också till Herman Andersson, som gav oss möjligheten att genomföra vårt examensarbete på Norconsult.

Ett varmt tack riktas även till alla de personer som ställt upp på intervjuer och generöst delat med sig av sin kunskap och sina erfarenheter. Ert bidrag har varit avgörande för studiens innehåll och kvalitet, och vi är mycket tacksamma för ert engagemang.

Avslutningsvis vill vi rikta ett innerligt tack till våra familjer för deras tålamod, uppmuntran och stöd under hela studietiden, utan er hade detta inte varit möjligt.

Göteborg, juni 2025

Rokaia Abouelfath

Tasnim Khalaili

1 Introduktion

I takt med att klimatförändringar leder till ökade regnintensiteter ställs nya krav på avvattningsystem för vägar, vilket innebär nya utmaningar för väginfrastrukturen (Svenskt Vatten, 2016). Det kan inte förutsättas att dagens avvattningsystem, som tidigare har fungerat väl, kommer att vara tillräckliga i framtiden. Kraftig nederbörd riskerar att orsaka översvämningar, erosion och skador på väganläggningar, vilket i sin tur kan påverka både trafiksäkerheten och infrastrukturen negativt (Naturvårdsverket, 2024b). För att hantera dessa utmaningar behöver avvattningsystemen utformas med en kapacitet för att hantera framtida regnmängder. Därigenom kan risken för översvämningar minskas, vilket i sin tur begränsar potentiella skador på den omgivande miljön.

Utvecklingen av riktlinjer och krav för avvattningsystem har de senaste åren skärpts för att möta ökade regnintensiteter och minska risken för skador på vägar och närliggande områden. Klimatförändringar påverkar hur framtida infrastruktur ska planeras och byggas. Trafikverket betonar detta i styrdokumentet TRVINFRA-00231 (Trafikverket, 2024a), där det anges att:

Åtgärd för väg och järnväg ska dimensioneras och utformas med beaktande av de klimatförändringar som är sannolika under dess tekniska livslängd. (s. 18)

Trafikverket och andra berörda aktörer såsom kommuner arbetar kontinuerligt med att förbättra strategier för hantering av dagvatten, men det finns fortfarande utmaningar kopplade till implementering av nya lösningar. Särskilt vid större vägprojekt kan förändringar i riktlinjer och tekniska krav påverka planering, genomförande och drift av avvattningsystem.

Denna studie undersöker hur den nyanlagda vägen Hisingsleden, är utformad för att hantera ökade regnintensiteter i framtiden. Hisingsleden utgör en relevant fallstudie för att undersöka hur avvattningsystem kan anpassas till förändrade klimatförhållanden och vilka utmaningar som uppstår i processen. Genom att analysera utvecklingen av riktlinjer, tekniska lösningar och praktiska erfarenheterna från Hisingsleden kan viktiga insikter erhållas för framtida vägprojekt och klimatanpassning av väginfrastruktur.

Det finns ett behov av att identifiera effektiva strategier för att minimera översvämningsrisker och säkerställa långsiktig hållbarhet i vägkonstruktioner, samt att kunna belysa vilka utmaningar som uppstår vid implementeringen av nya riktlinjer samt hur erfarenheter från Hisingsleden kan bidra till förbättrade lösningar i framtida vägprojekt.

1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att analysera hur riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning har utvecklats under Hisingsledens projekt, som påbörjades år 2014 och avslutades år 2024. Arbetet syftar även till att utvärdera de strategier som använts för att anpassa avvattningssystemet. Vidare syftar studien till att identifiera utmaningar kopplade till förändrade riktlinjer och bedöma hur erfarenheter från Hisingsleden kan bidra till förbättrade lösningar i framtida vägprojekt.

För att uppfylla detta syfte har en kvalitativ metod tillämpats, bestående av en litteraturstudie och semistrukturerade intervjuer med relevanta aktörer inom projektet och inom området för skyfallshantering.

1.2 Frågeställningar

De formulerade forskningsfrågorna (F) i denna studie är:

F1. Hur har riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning utvecklats under Hisingsledens projekt?

F2. Vilka strategier har använts för att anpassa avvattningssystemet till dessa krav?

F3. Vilka utmaningar har identifierats i samband med att riktlinjerna förändrats?

F4. Hur kan lösningar från Hisingsleden användas för att förbättra framtida vägprojekt?

1.3 Avgränsningar

Studien omfattar både en teoretisk bakgrundsdel och en fallstudie. Den teoretiska delen fokuserar på utvecklingen av riktlinjer och krav för avvattning och

skyfallshantering samt klimatförändringars påverkan på väginfrastruktur. Som fallstudie analyseras endast Hisingsleden. Inom fallstudien behandlas enbart aspekter som rör skyfallshantering, föroreningar och avvattningsystem. Kostnadsberäkningar och andra infrastrukturella frågor utanför avvattningsystemens utformning inkluderas inte i studien.

2 Bakgrund

2.1 Dagvatten

Enligt Naturvårdsverkets författningssamling (2016) definieras dagvatten som:

nederbördsvatten, dvs. regn- eller smältvatten, som inte tränger ned i marken, utan avrinner på markytan. (s. 2).

Regnets omfattning avgörs av regnintensiteten och anges vanligtvis i liter per sekund och hektar (Svenskt Vatten, 2016). Enligt SMHI (u.å.b) definieras skyfall som nederbörd med en intensitet på ”minst 50 mm per timme eller minst 1 mm per minut”. Lätt regn definieras däremot som nederbörd med en intensitet på ”mindre än 0,1 mm per 10 minuter eller högst 0,5 mm per timme” (SMHI, u.å.a).

I takt med att tätorter expanderar ökar andelen hårdgjorda ytor, vilket begränsar markens naturliga infiltrationsförmåga. Som en följd leds dagvatten i högre utsträckning till avvattningssystem såsom diken och ledningar. För att förhindra översvämningar och minimera negativ påverkan på den omgivande miljön krävs en effektiv och hållbar hantering av dagvatten, där planering, dimensionering, driftsättning och underhåll av avvattningssystem spelar en central roll (Naturvårdsverket, 2024a).

Enligt Naturvårdsverket (2024a) innebär en hållbar dagvattenhantering att begränsa spridningen av föroreningar till yt- och grundvatten samt att reducera risken för översvämningar. En effektiv hantering av dagvatten syftar till att minska uppkomsten av dagvatten, rena det från föroreningar, stärka ekosystemtjänster i stadsområden och bidra till en ökad anpassningsförmåga inför klimatförändringar.

Enligt en studie av Fletcher m.fl. (2013) bör hållbar dagvattenhantering efterlikna naturliga hydrologiska processer, såsom infiltration, avdunstning och fördröjning av vattenflöden. Detta innebär att hanteringen inte enbart bör fokusera på att avleda vatten, utan även integrera lösningar som förbättrar vattenkvalitet, minskar belastningen på avloppssystem och stärker den ekologiska funktionen i urbana miljöer. Exempel på sådana lösningar är regnbäddar, gröna tak och fördröjningsmagasin, vilka bidrar till att kombinera teknisk funktion med

miljömässiga värden. Dagvattenhantering behöver därför planeras som en integrerad del av stadsutvecklingen och utformas med hänsyn till både nuvarande och framtida klimatförhållanden (Fletcher m.fl., 2013).

Enligt Norconsult AB (2017a) är vägstrukturer ofta utformade med diken, trummor och ledningssystem för att hantera dagvatten. Vid höga nederbörds mängder kan kapaciteten i dessa system bli otillräcklig, vilket leder till översvämningar. Föroreningar från vägtrafik, såsom oljespill och tungmetaller, kan spridas till omgivande vattenförekomster. Vid extrema regn, exempelvis 100-årshändelser, kan trummor och diken bli överbelastade, vilket ökar risken för erosion och skador på vägbanor och omgivande mark. Detta leder i sin tur till ökade underhållsbehov och ekonomiska kostnader.

Naturvårdsverket har formulerat två vägledande etappmål för att främja en hållbar dagvattenhantering. Det första målet var att samtliga kommuner i Sverige senast år 2023 skulle ha integrerat hållbar dagvattenhantering i planeringen av både nybyggnation och ombyggnation. Enligt Naturvårdsverket (2024a) varierar dock implementeringen mellan kommuner, och alla kommuner har ännu inte fullt ut uppnått målet. Det andra målet, som ska uppnås senast år 2025, innebär att kommuner där dagvatten har en betydande påverkan på mark, vatten och den fysiska miljön ska ha genomfört en kartläggning av denna påverkan. Utifrån detta ska de även ha utarbetat handlingsplaner för en hållbar dagvattenhantering och inlett genomförandet av dessa.

Sverige är aktivt engagerat i Agenda 2030 för hållbar utveckling och arbetar mot att uppnå de globala målen (Sveriges riksdag, 2020). Inom ramen för hållbar stadsutveckling implementeras åtgärder för dagvattenhantering, där lösningar som permeabla beläggningar och gröna ytor på vägar bidrar till minskad förorening och förbättrad vattenkvalitet (Lundy m.fl., 2022). Genom dessa åtgärder bidrar Sverige till hållbara och klimatanpassade städer, samtidigt som man strävar efter att nå de globala målen för en mer hållbar framtid.

2.1.1 Återkomsttid

Enligt SMHI (u.å.c) är återkomsttid ett statistiskt begrepp som används för att uppskatta hur ofta en ovanlig händelse, exempelvis kraftigt regn eller höga

vattenflöden, kan inträffa. Enligt publikationen P110 (Svenskt Vatten, 2016) anger återkomsttiden ”ett tidsintervall mellan regn- eller avrinningstillfällena för en viss given intensitet och varaktighet”. En återkomsttid på 100 år innebär att händelsen i genomsnitt förväntas ske en gång under denna period. Det betyder dock inte att den inte kan inträffa oftare, utan snarare att sannolikheten för att den ska inträffa under ett enskilt år är 1 procent SMHI (u.å.c).

Vid dimensionering av infrastruktur används återkomsttid för att dimensionera anläggningar så att de kan hantera väderhändelser. Valet av återkomsttid beror på hur viktig anläggningen är och vilka konsekvenser det skulle få om en händelse med den givna återkomsttiden inträffar och överskrider systemets kapacitet (SMHI, u.å.c).

2.2 Klimatförändringar

Enligt SMHI (2024b) har nederbörden under de senaste åren i Sverige ökat markant. Klimatförändringar leder till ökad risk för skyfall, vilket påverkar väginfrastruktur och ställer högre krav på avvattningsystem (Svenskt Vatten, 2016). Ökade nederbördsmängder har med tiden lett till växande utmaningar, vilket i hög grad kan kopplas till effekterna av klimatförändringarna. Dagvatten kan hanteras genom permeabla ytor, genom att förbättra ytornas permeabilitet för infiltration och efterföljande magasinering, eller avledning under hårdgjorda ytor (Boverket, 2019).

Det är idag praxis i Sverige att dimensionera dagvattensystem efter flöden som är klimatanpassade genom att använda sig av en klimatkoefficient. Syftet med detta tillvägagångssätt är att säkerställa att anläggningarna bibehåller funktionalitet och prestanda under framtida klimatförhållanden. Enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) bestäms klimatkoefficientens storlek av hur stora de globala utsläppen av växthusgaser förväntas bli i framtiden.

Tidigare forskning visar att traditionella dagvattensystem ofta är otillräckliga för framtida nederbörd, vilket ökar risken för översvämningar och skador på infrastrukturen. För att uppgradera systemen så att de kan hantera framtidens extrema regn krävs en investering som skulle vara ungefär dubbelt så hög som den kostnad som skulle krävas för en uppgradering baserad på dagens regnmängder (Lundy m.fl., 2022).

I en rapport skriver Andersson m.fl. (2015) att det framhålls att bebyggelse och teknisk infrastruktur, särskilt vägar och avloppssystem, är sårbara för ökade regnintensiteter och förändrade vattenflöden. Studien belyser hur nuvarande system designats utifrån historiska klimatförhållanden och att de därför kan ha begränsad kapacitet att hantera extrema väderhändelser i framtiden. Detta understryker behovet av anpassningsåtgärder och vidare forskning inom området för att säkerställa att kritisk infrastruktur förblir fungerande trots förändrade klimatförhållanden.

Utöver ökad nederbörd utgör vägföreningar, såsom tungmetaller och oljerester, en miljörisk eftersom de kan spridas via avrinning till omgivande vattendrag (Trafikverket, 2024a). Ett forskningsgap finns i hur långsiktiga vägprojekt, såsom Hisingsleden, hanterar både förändrade krav på avvattning, skyfallshantering och minimering av föreningar.

2.2.1 Klimatförändringar i Göteborg

Göteborg står inför betydande klimatutmaningar, särskilt när det gäller ökade nederbördsmängder och stigande havsnivåer. Under februari 2024 uppmättes en nederbörd i Göteborg på 130,3 mm, vilket gör det till den fjärde blötaste februari månaden som observerats där (SMHI, 2024a). Denna trend av ökande nederbördsmängder förväntas fortsätta, vilket ökar risken för skyfall och översvämningar i regionen.

Stigande havsnivåer utgör ytterligare en utmaning för Göteborg, särskilt med tanke på stadens läge vid Göta älvs mynning. Kombinationen av höga flöden i älven och tillfälligt högt havsvattenstånd, särskilt vid lågtryck och stormar, ökar risken för översvämningar i lågt belägna områden. För att möta dessa utmaningar har Göteborgs Stad tagit fram en plan för klimatanpassning för perioden 2024–2026, som syftar till att stärka stadens motståndskraft mot klimatförändringarnas effekter. Denna klimatanpassningsplan är en strategisk satsning för att stärka stadens motståndskraft mot klimatförändringar genom samordnade insatser inom stadsplanering, infrastruktur och kunskapsutveckling (Göteborgs Stad, 2024).

2.3 Dagvattenföroreningar

Dagvatten kan belastas av en mängd föroreningar, inklusive tungmetaller (exempelvis zink, bly och koppar), suspenderade och lösta partiklar, organiska föroreningar, mikroplaster, näringsämnen samt patogena mikroorganismer. En av de mest avgörande faktorerna som påverkar dagvattenkvaliteten är markanvändningen, där särskilt trafikintensiva områden bidrar med betydande mängder föroreningar. Vägytor med hög fordonstrafik genererar ofta rester från vägslitage, däckpartiklar, fordonsemissioner och vägmateriel, vilket i sin tur leder till förhöjda halter av metaller och andra föroreningar i avrinnande vatten. Föroreningsnivåerna i dagvatten är dynamiska och påverkas av flera faktorer såsom geografisk lokalisering, säsongvariationer, nederbördsintensitet och regnintervall. Dessutom har dagvattnets sammansättning ett tydligt samband med underhållsåtgärder, exempelvis gatusopning, samt med fysikalisk-kemiska egenskaper såsom partikelstorlek och densitet (Luleå tekniska universitet, 2017).

Avvattningen av vägen varierar beroende på dess utformning. Vid avvattning mot grunda eller djupa diken sker trög avledning genom översilning på vägslänt, medan vatten som leds mot barriärelement i vägens mitt avleds via rännstensbrunnar och ledningssystem (Trafikverket, 2016b).

För att rena och fördröja dagvattnet används fördröjningsmagasin, översilningsytor och diken. Hisingsledens avvattningssystem består främst av öppna diken och gräsbevuxna slänter, vilka både bromsar vattenflödet och reducerar föroreningar. På särskilt känsliga platser kompletteras dessa med dammar och översilningsytor, och vid behov installeras oljeavskiljare och avstängningssystem (Trafikverket, 2016b).

2.4 Dagvattenlösningar och deras effektivitet

Dagvattenhantering utgör en viktig del av klimatanpassningen av väginfrastruktur. Forskning har identifierat flera typer av lösningar som används för att minska risken för översvämningar och förorening av vattenmiljöer i samband med avrinning från vägar.

Enligt Lundy et al. (2022) används dagvattendammar och fördröjningsmagasin i stor utsträckning för att fördröja flödestoppar och reducera avrinningens volym. Genom

att tillfälligt magasinera dagvatten minskar belastningen på nedströms avvattningsystem, samtidigt som sedimentation av partiklar och vissa föroreningar kan ske inom anläggningen.

Vegeterade ytor längs vägar har också visat potential för förbättrad dagvattenrening. Forgione et al. (2025) undersökte effekten av vegeterade komposttäckten installerade vid vägområden och fann att dessa kan minska mängden suspenderade partiklar och spårämnen, såsom koppar och zink, i avrinningen. Mekanismen bakom reningen bedöms vara en kombination av fysisk filtrering och sedimentation, där det vegeterade täcket bromsar vattenflödet och möjliggör avskiljning av föroreningar.

En annan teknik för dagvattenhantering är användningen av permeabla vägkonstruktioner. Eleyedath et al. (2025) studerade så kallade porous asphalt pavement structures (PAPS), vilka består av ett poröst asfaltlager ovanpå ett stenmagasin. Dessa konstruktioner möjliggör infiltration av regnvatten genom vägbanan ned till det underliggande magasinet, där vattenmängder kan fördröjas och infiltration till underliggande mark sker. Detta bidrar till att minska ytavrinningen och motverka översvämningar i anslutning till vägar.

För att hantera specifika föroreningar, såsom petroleumprodukter från trafikytor, används oljeavskiljare vid strategiska punkter i dagvattensystemet. Enligt Svenskt Vatten (2016) utgör oljeavskiljare ett viktigt komplement till övriga dagvattenåtgärder för att minska spridningen av oljeföroreningar till omgivande vattenmiljöer.

Kombinationen av olika dagvattenlösningar anses vara avgörande för att uppnå både hydraulisk kontroll och vattenkvalitativa mål i vägprojekt (Lundy et al., 2022).

2.5 Krav och riktlinjer för väg- och dagvattenhantering

Kraven för dimensionering och utformning av vägar uppdateras vanligtvis varje år eller vartannat år av Trafikverket, och den senaste versionen publicerades den 1 november 2024. TRVINFRA-00231 är ett dokument från Trafikverket som fastställer krav och riktlinjer för avvattningsinfrastrukturanläggningar, inklusive tekniska specifikationer, funktionella krav och underhållsbehov som entreprenörer och andra aktörer måste följa (Trafikverket, 2024a).

Till skillnad från TRVINFRA-00231, som ställer specifika krav, innehåller P110 riktlinjer för utformning av dagvattenåtgärder med fokus på att reducera flöden, vilket är en viktig aspekt för effektiv dagvattenhantering i infrastrukturen. En viktig skillnad mellan dokumenten är att TRVINFRA-00231 är begränsat till Trafikverkets ansvarsområde, medan P110 har ett bredare tillämpningsområde som omfattar hela samhället. I P110 tydliggörs även VA-huvudmannens och kommunens ansvar, bland annat genom de krav som redovisas i tabell 2.1 i publikationen P110. Tabellen anger de lägsta tillåtna återkomstintervallen för regn som bör användas vid dimensionering av nya dagvattensystem. Trots att riktlinjerna i P110 inte är juridiskt bindande, tolkas de ofta som krav och fungerar i praktiken som styrande dokument för många aktörer (Svenskt Vatten, 2016).

Utöver dessa nationella riktlinjer förekommer även kommunala krav. En rapport från miljöförvaltningen i Göteborgs Stad innehåller exempelvis specifika gränsvärden som styr tillåtna nivåer av föroreningar i vatten som leds till dagvattennätet och vidare till recipienter som sjöar, vattendrag eller hav (Göteborgs Stad, 2020).

2.6 Nya och förändrade krav från Trafikverket

Skyfall och extrem nederbörd har blivit allt vanligare, vilket ställer högre krav på hantering av dagvatten och dränering inom väginfrastrukturen. Enligt Trafikverket (2024a) har de därför utvecklat riktlinjer och krav för avvattning och skyfallshantering för att minska risken för översvämningar och skador på vägar och omgivande miljö.

Enligt Trafikverket (2024a) är TRVINFRA-00231 en del av Trafikverkets regelverk för infrastruktur och fastställer de krav som gäller för byggnation, underhåll och utveckling av transportanläggningar. Detta dokument används i både nya projekt och vid ombyggnation av befintliga anläggningar. Dokumentet omfattar även allt från planering, projektering till genomförande och förvaltning. Användningen av TRVINFRA-00231 omfattar såväl Trafikverkets interna verksamhet som externa aktörer.

Innan TRVINFRA-00231 infördes användes, ett tidigare dokument som tillhandahöll vägledning för dimensionering och utformning av avvattningsanläggningar för väg och järnväg. MB310 gav råd för utformning och tillämpning, men ersattes när

Trafikverket införde det nya infrastrukturegelverket för att skapa en mer sammanhållen och enhetlig struktur (Trafikverket, 2017a).

MB310 innehöll rekommendationer som fortfarande är relevanta för förståelsen av dagens krav. I konsekvensklass 1 och 2 tillämpas en återkomsttid på 50 år (HQ50) för dimensionering av diken och utsläppspunkter mot recipient. Dagvattensystem på vägbanan dimensioneras däremot oftare utifrån lägre återkomsttider, beroende på vägtyp och risknivå. Klimatfaktorer i senare regelverk, såsom TRVINFRA-00231, är differentierade utifrån regnets varaktighet: en faktor på 1,2 används vid regn med varaktighet över en timme och 1,3 vid kortare regn. Dokumentet betonar också vikten av att genomföra särskilda analyser vid känsliga punkter, exempelvis vägportar, broar och lågpunkter, där översvämningriskerna är särskilt stora. Dessa platser motsvarar det som i TRVINFRA-00231 benämns som sårbara punkter. MB310 framhåller även behovet av att beakta klimatscenarier från SMHI vid val av återkomsttid och dimensionerande regn (Trafikverket, 2017a).

En presentation från Trafikverket (2020) visar de förändrade kraven för infrastrukturegelverket. Den första versionen av Trafikverkets infrastrukturegelverk publicerades år 2020. De förändrade kraven omfattade främst nya krav för dimensionering och utformning av avvattningssystem för väg och järnväg. Kravspecifikationen togs fram utifrån befintliga regelverk, men inkluderade även uppdaterade och förtydligade krav i en ny struktur. Dokumentet ändrades genom en sammanslagning av flera tidigare dokument till ett sammanhängande regelverk, samt en tydligare uppdelning mellan krav och råd, för att skapa en mer överskådlig och användarvänlig struktur.

Den andra versionen av Trafikverkets infrastrukturegelverk publicerades år 2021. De förändrade kraven i denna version omfattade avsnittet som berör yt- och grundvattenskydd. (Trafikverket, 2021).

Den tredje versionen av Trafikverkets infrastrukturegelverk publicerades år 2022 och innebar en revidering av tidigare krav. De förändringar som infördes omfattade hantering av risker relaterade till höga flöden och vattenhastigheter, krav på dagvattenpumpstationer, galler i trumma och dike som korsas av stängsel, samt en förtydligad hantering av klimatförändringar. Dessutom infördes motivtext för vissa

krav för att ge en djupare förståelse av deras syfte och bakgrund. Bakgrunden till uppdateringen var behovet av att anpassa regelverket till nya föreskrifter, praktiska erfarenheter och identifierade brister i den tidigare versionen. Dessa förändringar syftade till att förbättra regelverkets funktion och relevans (Trafikverket, 2022b).

Den fjärde versionen av Trafikverkets infrastrukturregelverk, som publicerades år 2024, innehåller endast mindre redaktionella justeringar och förtydliganden (Trafikverket, 2024b).

En ytterligare förändring som tydliggjorts i Trafikverkets kravdokument TRVINFRA-00231 (Trafikverket, 2024b) är att vatten från vägytor och vatten från omgivande mark numera särskiljs vid projektering och dimensionering av avvattningsystem. Detta innebär att tillflöden från omgivande terräng bedöms separat från vägbanans avrinning, vilket bidrar till en mer anpassad dimensionering och en bättre hantering av extrema regnflöden. Tidigare var denna uppdelning inte lika tydligt reglerad, vilket kunde leda till underskattning av vattenmängder som måste hanteras.

2.7 Dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar

Enligt publikationen P110 (Svenskt Vatten, 2016) ska hänsyn tas till bedömningar av framtida nederbördsökningar vid dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar. Detta hanteras genom att tillämpa en klimatfaktor på de dimensionerande regnen. Till följd av klimatförändringar förväntas regnintensiteten öka, vilket ställer högre krav på dagvattenhantering och infrastrukturens anpassningsförmåga.

Klimatfaktorerna storlek bestäms utifrån det aktuella kunskapsläget som presenteras av SMHI. De klimatscenarier som används sammanfattas under beteckningen RCP, som omfattar fyra olika scenarier fram till år 2100. Dessa scenarier beskriver hur klimatpåverkan kan komma att utvecklas framöver beroende på olika nivåer av framtida utsläpp och klimatåtgärder (SMHI, 2023).

Vid dimensionering av dagvattenhantering enligt P110 bör klimatfaktorn vara minst 1,25 för regn med en varaktighet under en timme, och minst 1,2 för regn upp till 24 timmar (Svenskt Vatten, 2016).

I Trafikverkets tekniska kravdokument TRVINFRA-00231 anges att en klimatfaktor mellan 1,2 och 1,3, beroende på regnvaraktigheten, ska användas vid dimensionering av nya dagvattenanläggningar. Detta innebär att de beräknade regnflödena ökas med 20-30 % för att möta framtida klimatförhållanden (Trafikverket, 2024a).

2.8 Dimensionerande återkomsttid för avvattningssystem

Enligt TRVINFRA-00231 ska den dimensionerande återkomsttiden fastställas genom en konsekvensbedömning, detta endast i de fall där platsen bedöms kunna påverka en sårbar punkt i infrastrukturen. I en sådan bedömning beaktas faktorer såsom påverkan på infrastrukturens funktion och säkerhet. Syftet är att säkerställa att avvattningssystemet är anpassat till platsens förutsättningar, särskilt i de fall där en sårbar punkt kan påverkas, och att risken för översvämningar, erosion och andra negativa konsekvenser minimeras (Trafikverket, 2024b).

För att bedöma lämplig återkomsttid måste hänsyn tas till hur vattenflöden kan påverka anläggningens stabilitet, bärighet och beständighet. I dokumentet ges en vägledning om att om vägens konstruktion riskeras att skadas av översvämningar, bör en återkomsttid på minst 50 år användas. För funktionellt prioriterade transportleder, såsom motorvägar och järnvägar med hög samhällsbetydelse, anges att återkomsttiden bör vara minst 100 år. Dessa formuleringar är dock inte bindande krav, utan återfinns under ett avsnitt publicerat som "börkrav", vilket innebär att rekommendationerna ska följas om det inte finns särskilda skäl att avvika. Vid infrastrukturanläggningar i områden med särskilt hög risk för erosion, skred eller ras krävs en mer omfattande konsekvensutredning där en återkomsttid på minst 200 år kan tillämpas för att säkerställa att konstruktionen är robust och motståndskraftig (Trafikverket, 2024b).

Forskning visar att valet av dimensionerande återkomsttid bör baseras på en avvägning mellan investeringskostnader och de långsiktiga konsekvenserna av översvämningar. Hydraulisk modellering och livscykelkostnadsanalyser visar att en kort återkomsttid ger lägre startkostnader men ökar risken för framtida skador och

underhåll. En längre återkomsttid innebär däremot högre byggkostnader, men bidrar till en minskad översvämningsrisk. Studien betonar vikten av att anpassa återkomsttiden till platsens känslighet och användning, särskilt i urbana miljöer med höga samhällsvärden (Fortunato et al., 2014).

Vid anläggningar där en översvämning enbart medför mindre trafikstörningar kan en kortare återkomsttid accepteras, förutsatt att sannolikheten för störningar ligger inom en acceptabel nivå. Om återkomsttiden inte är specificerad för en viss anläggning ska den bestämmas i samråd med projektansvariga och baseras på lokala förhållanden och potentiella konsekvenser vid extrem nederbörd. På platser där högre återkomsttider krävs, exempelvis vid broar vägportar och andra kritiska infrastrukturella objekt kan dimensioneringen anpassas för att säkerställa långsiktig funktion och hållbarhet (Trafikverket, 2024b).

Publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) behandlar återkomsttider och anger i tabell 2.1 minimikrav för dimensionerande regn vid utformning av dagvattensystem. Dessa krav riktar sig till VA-huvudmän och kommuner och utgör en viktig grund för hållbar dagvattenhantering.

Publikationen delar upp dimensioneringsnivåerna i tre steg: fylld rörledning (hjälpdimensionering), dagvatten på marknivå (markdimensionering) och kritisk nivå där dagvatten kan skada byggnader. Denna princip kompletterar TRVINFRA-00231 genom att ge en tydligare vägledning för dimensionering av dagvattensystem i urbana miljöer.

2.8.1 Sårbar punkt

TRVINFRA-00231 definierar begreppet sårbar punkt, vilket avser en väg- eller järnvägssträcka där konsekvenserna av en hög vattennivå, stort flöde eller driftstörning i avvattningsystemet är betydande. En sårbar punkt kan exempelvis vara lågt belägna sträckor, skärningar eller områden där sannolikheten för en driftstörning är hög. I branta terränger kan skräp som transporteras med vatten leda till blockeringar i avvattningsystemet, vilket kan orsaka skador på infrastrukturen (Trafikverket, 2024b).

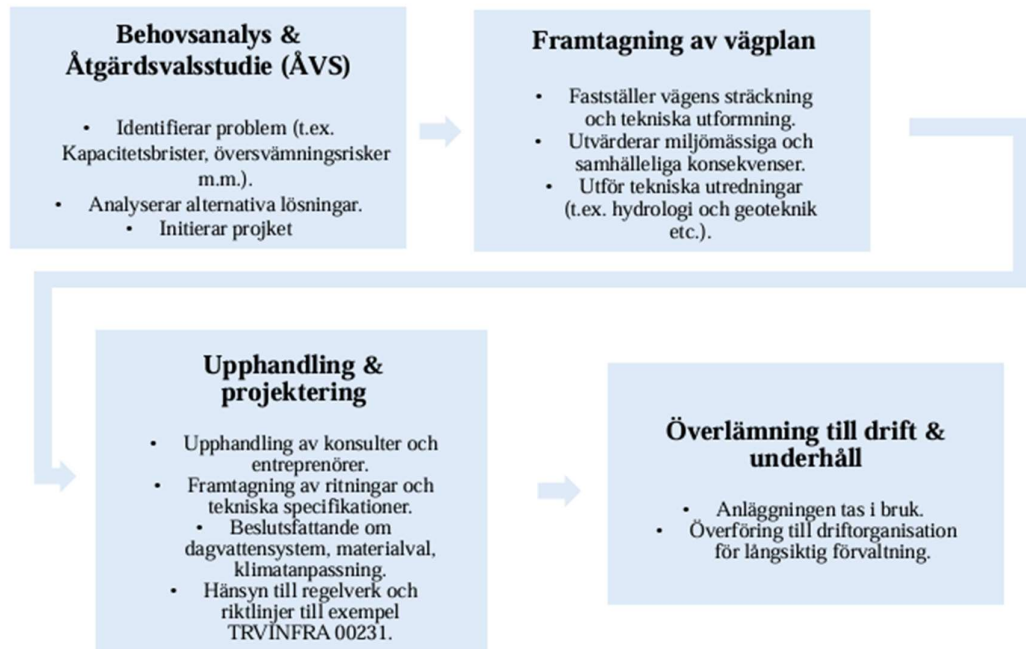
Vid dimensionering av avvattningsystem som påverkar en sårbar punkt ska konsekvensutredning genomföras för att avgöra vilken återkomsttid som ska tillämpas. Om konsekvensutredningen visar att en sårbar punkt påverkas ska återkomsttiden anpassas därefter. I vissa fall kan särskilda skyddsåtgärder krävas, såsom ökad dimensionering av avvattningsystemet eller installation av erosionsskydd vid kritiska sektioner (Trafikverket, 2024b).

2.9 Projektering

Projekteringsfasen i ett vägprojekt är avgörande för att säkerställa att tekniska, miljömässiga och funktionella krav uppfylls innan byggnationen påbörjas. I Sverige leds större vägprojekt oftast av Trafikverket, och processen följer ett strukturerat beslutsflöde. Arbetet inleds med en behovsanalys och åtgärdsvalsstudie (ÅVS), där man identifierar möjliga lösningar på det problem som projektet syftar till att lösa, exempelvis kapacitetsbrister, trafikolyckor eller översvämningrisker (Trafikverket, 2017b).

Efter ÅVS-fasen följer arbetet med att ta fram en vägplan. I vägplanen definieras vägens sträckning, teknisk utformning och vilka konsekvenser projektet har för miljö, fastigheter och samhälle. Under detta skede genomförs också tekniska utredningar, bland annat geotekniska och hydrologiska analyser, som utgör grunden för dimensionering och utformning av vägens olika delar, däribland avvattningsystemet (Trafikverket, 2016a).

När vägplanen godkänts genomförs upphandling av projekteringskonsulter och entreprenörer. Projekteringsarbetet innebär att vägprojektet övergår från koncept till konkreta ritningar, tekniska beskrivningar och anläggningsspecifikationer. I denna fas fastställs bland annat höjdsättning, materialval, dagvattensystem, erosionsskydd och anpassningar till framtida klimatförändringar. Projektörer utgår från gällande regelverk, såsom TRVINFRA-00231 och relevanta kommunala riktlinjer. Under byggtiden sker så kallad byggplatsuppföljning där lösningar kontrolleras och anpassas vid behov. Efter avslutad byggnation överlämnas anläggningen till driftorganisationen som ansvarar för underhåll och långsiktig förvaltning. För att få en överblick över de olika huvudstegen i ett vägprojekts projekteringsfas, se figur 1 nedan (Trafikverket, 2018).



Figur 1: Projekteringsfasens huvudsteg i ett vägprojekt.

För att möta moderna krav på hållbarhet och miljöhänsyn behöver projekteringen integrera naturbaserade och innovativa tekniska lösningar. Enligt en studie av Forgione et al. (2025) är användningen av vegeterade komposttäcken en effektiv metod för att minska mängden partikulärt material och tungmetaller i vägdagvatten. Dessa täcken kan projekteras längs vägslänter för att både bromsa flödet och bidra till rening. Detta görs genom naturliga filtreringsprocesser, och bör övervägas i områden där plats eller topografi begränsar användningen av konventionella dagvattenanläggningar.

Utöver yttre dagvattenlösningar spelar även valet av vägmaterial en viktig roll för föroreningshalter i vägdagvatten. Eleyedath et al. (2025) framhåller i en vetenskaplig artikel vikten av att inkludera porösa asfaltbeläggningar i projektering av vägar med hög trafikvolym. Sådana beläggningar möjliggör infiltration genom vägbanan, vilket minskar ytavrinningen och avlastar omgivande dagvattensystem. Deras studie visar att rätt utformade porösa beläggningar inte bara förbättrar dränering, utan även ökar vägens livslängd och minskar risken för vattenrelaterade skador.

2.9.1 Samarbete och projektering i stora infrastrukturprojekt

I komplexa infrastrukturprojekt har samarbetet mellan beställare, entreprenörer och tekniska konsulter visat sig vara avgörande för att hantera osäkerhet, förändringar och tekniska utmaningar. Enligt en studie av Rönndahl et al. (2025) har detta lett till utvecklingen av så kallade *Collaborative Project Delivery Models* (CPDM), där samarbete är inbyggt i både kontrakt och projektstruktur. Dessa modeller betonar tidig involvering av aktörer, gemensamt beslutsfattande, öppen kommunikation och delat risktagande.

För att förstå hur samarbete utvecklas och bibehålls över tid i dessa projekt, används begreppet *sensemaking*, alltså hur projektaktörer tillsammans tolkar och hanterar oväntade händelser. Studien visar att en tydlig projektorganisation, gemensam syn på samarbete och visuella verktyg som kommunikationsplaner och organisationskartor är centrala för att skapa en gemensam förståelse och effektiv samverkan. Sensemaking uppstår ofta i samband med oväntade utmaningar, exempelvis tekniska fel eller förseningar i projekteringen, då projektgruppen behöver omvärdera den aktuella situationen och omstrukturera sitt arbetssätt för att säkerställa fortsatt framdrift. Det är i sådana situationer den etablerade samarbetskulturen spelar en avgörande roll för projektets förmåga att hantera störningar och återgå till en fungerande arbetsprocess.

Detta är särskilt relevant i vägprojekt som Hisingsleden, där projektering, kravställning och ansvarsfördelning sker över lång tid och mellan många parter. Genom att studera hur samarbete organiseras, underhålls och återetableras i komplexa projekt, får man en djupare förståelse för vad som krävs för att lyckas med tekniska lösningar såsom dagvattenhantering i en osäker och föränderlig projektmiljö.

3 Metod

Denna studie bygger på kvalitativa forskningsmetoder för att besvara studiens frågeställningar och uppfylla dess syfte. Metoderna inkluderar en litteraturstudie samt kvalitativa semistrukturerade intervjuer. Totalt genomfördes nio intervjuer med representanter från olika yrkeskategorier inklusive projektledare, VA-projektörer och andra relevanta aktörer. Denna metodik möjliggör en djupare förståelse av de riktlinjer och krav som påverkat skyfallshantering och avvattning inom Hisingsledens projekt samt de strategier och utmaningar som uppstått.

3.1 Beskrivning av Hisingsleden

Hisingsleden är en viktig transportled på Hisingen i Göteborg och en del av E6.20, en halv-cirkelformad förbifart väster om centrala Göteborg. Vägen byggdes ursprungligen under 1970-talet av Göteborgs kommun och övertogs 1991 av dåvarande Vägverket. Idag är Hisingsleden en central del av det statliga vägnätet, med anslutningar till E6 i Åbromotet i söder och Klarebergsmotet i norr (Trafikverket, 2016a). Hisingsleden har en central roll för godstrafiken i Göteborg, med kopplingar till bland annat Göteborgs Hamn, Volvos anläggningar och andra industrier. Dock har vägen länge haft problem med kapacitetsbrist och trafikstockningar, vilket motiverade Trafikverkets beslut att genomföra en modernisering av vägsträckningen (Trafikverket, 2016a).

Hisingsleden projektet inleddes 2014 och slutfördes 2024. Vid tidpunkten för projektets start var MB310 det gällande infrastrukturegeln, vilket låg till grund för planering och dimensionering av anläggningen. Projektet omfattade fyra etapper: Björlandamotet, Volvomotet, Halvors länk och Kålsredsmotet. Kartan över de fyra etapperna presenteras nedan i figur 2. Trafikverket var beställare av projektet, och Göteborgs Stad medfinansierade delar av utbyggnaden. Norconsult ansvarade för vägprojekteringen, inklusive framtagning av vägplaner, förfrågningsunderlag och byggplatsuppföljning. Moderniseringen innebar att Hisingsleden breddades till en fyrfilig väg med mittseparering. Signalreglerade korsningar ersattes med planskilda trafikplatser, och en parallell gång- och cykelväg byggdes längs hela sträckningen. En av de mest omfattande delarna av projektet var Halvors länk, en ny förbindelse mellan

Hisingsleden och väg 155, som syftar till att förbättra tillgängligheten till Göteborgs Hamn och det nya verksamhetsområdet Halvorsäng (Trafikverket, 2016a).



Figur 2: Karta över Hisingsleden (Trafikverket, 2022a).

En viktig aspekt av projektet var att hantera dagvatten och skyfall i enlighet med gällande riktlinjer. På uppdrag av Trafikverket genomförde Norconsult analyser av avvattningssystemet och utformade lösningar för att minska risken för översvämningar och hantera föroreningar i vägdagvattnet. För att uppfylla miljökrav och minimera påverkan på närliggande vattendrag anlades dagvattendammar och fördröjningsmagasin. Vid känsliga områden, såsom Osbäcken och Kålsederbäcken, infördes skyddsåtgärder för att säkerställa vattenkvaliteten och förebygga negativa miljöeffekter (Norconsult AB, 2017a). Dessutom anpassades vägbankarna för att minimera intrång i vattendrag och fornlämningar, och särskilda faunapassager byggdes för att underlätta djurlivets rörelse (Norconsult, u.å.).

För att hantera de utmaningar som klimatförändringar och ökade nederbördsmängder medför, såsom ökad risk för översvämningar, erosion och förorening av vattenmiljöer, har specifika åtgärder genomförts på Hisingsleden. Vägen har försetts med dagvattendammar för att fördröja och rena dagvatten innan det släpps ut i recipienter. Dessutom har diken och infiltrationsytor anlagts för att minska flödes hastigheten och förbättra infiltrationen. Oljeavskiljare har installerats vid strategiska platser för att minimera risken för förorening av vattenförekomster. Trummor och avvattningssystem har dimensionerats för att klara av högre flöden, dessutom har säkerhetsåtgärder såsom avstängningsmöjligheter vid olyckor införts (Norconsult AB, 2017a). De genomförda åtgärderna för skyfallshantering och avvattning gör att infrastrukturen bättre kan hantera framtida klimatutmaningar (Norconsult, u.å.).

Hisingsleden är ett omfattande vägprojekt där avvattning har varit en central del i projektplaneringen för att hantera dagvatten och skyfall. Enligt avvattnings-PM för projektet har flera olika lösningar använts för att säkerställa att vägavvattningen fungerar effektivt och uppfyller Trafikverkets krav (Norconsult AB, 2017a).

3.2 Strategier för anpassning av avvattningssystem i väginfrastruktur

För att anpassa avvattningssystemet till gällande krav har flera strategier implementerats i Hisingsledens projekt. En av de viktigaste åtgärderna har varit att säkerställa att systemet har tillräcklig kapacitet att hantera extrema regn. Detta har uppnåtts genom att dimensionera trummor och dagvattenledningar för att klara 50-

årsflöden vid kritiska punkter, såsom vid GC-portar och vägportar under Hisingsleden (Norconsult AB, 2017a). Separata avvattningslösningar har också använts för att minska belastningen på det huvudsakliga systemet, och utloppskontroller har införts vid dagvattendammar för att reglera vattenflödet effektivt (Norconsult AB, 2017b).

3.2.1 Avvattning

Enligt en MKB-undersökning utförd av Trafikverket (2016b) är vägområdet vid Hisingsleden utformat för trög avledning av dagvatten, vilket innebär en kontrollerad och långsam avrinning till recipienten. Detta bidrar till att minska belastningen på avrinningssystemet och skyddar därmed närliggande vattendrag.

3.2.2 Reningsmetoder

För att säkerställa att vägdagvattnet renas innan det når recipienterna Osbäcken och Göta älv tillämpas en kombination av reningsåtgärder. Enligt en föroreningsanalys utförd av Norconsult AB (2017c) inkluderar reningsprocessen översilning över gräsbeklädda väglänter samt infiltration genom särskilt utformade diken.

Dikeskonstruktionen består av infiltrerande krossmaterial, så kallade krossdiken eller makadamdiken, vilket möjliggör effektiv filtrering av vägdagvattnet.

Under perioder med höga flöden, när infiltrationskapaciteten är otillräcklig för att hantera hela vattenvolymen, leds det överskottsvatten som inte hinner infiltrera vidare genom en dräneringsledning som är placerad i botten av dikesstrukturen. Denna utformning bidrar till att minska belastningen på recipienterna och förbättra vattenkvaliteten innan det når naturliga vattendrag. Rening genom krossdiken håller föroreningshalterna under de riktvärden som tillämpades i projektet, där både lokala miljömål och krav från Göteborgs Stad beaktades (Norconsult AB, 2017c).

3.3 Dokumentanalys

För att undersöka utvecklingen av riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning i vägprojekt, med särskilt fokus på Hisingsleden, genomfördes en dokumentanalys. Urvalet av dokument baserades på deras relevans för studiens frågeställningar, där fokus lades på dokument som beskriver kravställning, projektering, miljöpåverkan och tekniska lösningar, se tabell 1 nedan. Centrala dokument från Trafikverket och Norconsult har analyserats, eftersom dessa aktörer

varit ansvariga för planering och genomförande av Hisingsledens projekt. Urvalet inkluderar kravdokument som TRVINFRA-00231, vägplaner, miljökonsekvensbeskrivningar och tekniska PM om avvattnings- och föroreningshantering. Dessa dokument valdes eftersom de tillsammans ger en helhetsbild av hur avvattningsystemet utformats och anpassats till förändrade krav under projektets gång.

Tabell 1: Dokumentöversikt och beskrivning av relevanta underlag för Hisingsleden.

Dokument	Kort beskrivning
Miljökonsekvensbeskrivning (MKB)	Innehåller en beskrivning av verksamheten, planerade skyddsåtgärder, miljöpåverkan, alternativa lösningar och en icke-teknisk sammanfattning. Fokuserar på Hisingsledens uppgradering mellan Björlandavägen och Vädermotet (Trafikverket, 2016b).
Granskningshandling vägplan	Ett dokument som sammanfattar och presenterar vägplanens detaljer inför den kommande fastställelseprövningen. Det är det sista steget innan vägplanen kan fastställas (Trafikverket, 2016a).
Avvattnings PM	Innehåller en beskrivning av det nuvarande avvattningsystemet och dess kapacitet, samt de föreslagna lösningarna för hantering och rening av dagvatten från den nya väganläggningen (Norconsult AB, 2017a).

TRVINFRA-00231	Innehåller krav för avvattning, dimensionering och utformning för väg och järnväg (Trafikverket, 2024a).
MB310	Innehåller råd avseende dimensionering och utformning av avvattningsanläggningar för väg och järnväg (Trafikverket, 2017a).
Kommunikationsmaterial	Presentation av Trafikverket som innehåller nya och förändrade krav i TRVINFRA-00231 (Trafikverket, 2020).
PM Föroreningsanalys vägdagvatten	Innehåller en utredning av föroreningshalterna i vägdagvattnet från södra delen av Hisingsleden, före och efter rening (Norconsult AB, 2017c).

3.4 Intervjufrågor

Frågorna till intervjuerna utformades med syfte att besvara studiens forskningsfrågor och få en djupare förståelse för de tekniska och organisatoriska aspekterna av skyfalls- och avvattningshantering inom infrastrukturprojekt, med särskilt fokus på Hisingsleden.

Utformningen av frågorna skedde i flera steg. Först genomfördes en dokumentanalys av centrala styrdokument från Trafikverket och Norconsult, såsom vägplaner, miljökonsekvensbeskrivningar, tekniska PM och kravdokument (t.ex. TRVINFRA-00231 och MB310). Dessa dokument gav en grundläggande förståelse för projektets förutsättningar, riktlinjer och tillämpade lösningar, vilket låg till grund för vilka teman intervjuerna skulle fokusera på.

Därefter identifierades relevanta yrkesroller med koppling till projektet, inklusive projekteringsledare, VA-projektörer, vägprojektörer och specialister inom

klimatanpassning och dagvattenhantering. I samråd med Norconsult togs kontakt med personer som varit direkt involverade i projektet eller som besitter relevant expertis inom området.

Intervjufrågorna formulerades enligt en semistrukturerad metodik där vissa huvudfrågor var gemensamma för samtliga intervjuer, medan andra anpassades utifrån den intervjuades roll och erfarenheter. Frågor skickades ut i förväg för att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig, vilket också främjade mer reflekterade och innehållsrika svar.

3.5 Intervjuer

För att vidare besvara studiens forskningsfrågor och få en djupare förståelse för de praktiska aspekterna genomfördes intervjuer med yrkesverksamma inom väg och vattenbyggnad.

Personerna som intervjuades i denna studie valdes ut baserat på deras yrkesmässiga erfarenhet och, i vissa fall, deras koppling till projektet Hisingsleden. Urvalet skedde genom rekommendationer från Norconsult, som identifierade relevanta personer baserat på deras involvering i projektet. Ytterligare intervjupersoner identifierades genom deras expertis inom vägprojektering, VA-projektering och klimatanpassning av infrastruktur.

Intervjuerna genomfördes både på distans via Zoom eller Teams samt vid fysiska möten på plats, beroende på vad som var mest praktiskt för respondenterna. Respondenterna kontaktades via e-post för att boka en lämplig tid för intervjun. Frågorna skickades ut i förväg för att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig och säkerställa att diskussionerna blev så informativa som möjligt. Deltagarna tillfrågades om samtycke till inspelning innan intervjuerna påbörjades, och dessa spelades in för att säkerställa att allt material dokumenterades korrekt. Alla personer som kontaktades kunde nås och deltog i intervjuerna.

Urvalet av intervjupersoner omfattade personer med olika roller, såsom projekteringsledare, VA-projektörer, vägprojektörer och specialister inom klimatanpassning och avvattning. Syftet var att få en bred förståelse av hur

avvattnings- och skyfallshantering har utvecklats i vägprojekt samt vilka utmaningar och lösningar som identifierats i projekt som Hisingsleden.

Intervjuerna följde en semistrukturerad metodik, där huvudfrågorna var förutbestämda men samtalen tilläts utvecklas organiskt utifrån respondenternas svar. Denna metod möjliggjorde en djupare förståelse av både tekniska och organisatoriska aspekter av projektets genomförande. Totalt genomfördes nio intervjuer med personer från olika yrkesgrupper och organisationer, där vissa varit direkt involverade i arbetet kring Hisingsleden medan andra bidrog med mer generell expertis inom området. Nedan presenteras en sammanställning av de intervjuade personerna i Tabell 2.

Tabell 2: Denna tabell redovisar vilka intervjudeltagare som deltog i studien, deras respektive roller samt de företag de representerade.

Intervju	Roll	Företag	Intervju genomförd
1	Projekteringsledare	Norconsult	05/03/2025
2	VA-projektör	Norconsult	05/03/2025
3	Uppdragsledare	Norconsult	07/03/2025
4	Avdelningschef VA-teknik	Norconsult	17/03/2025
5	Vägprojektör	Norconsult	18/03/2025
6	Avvattningsspecialist	Trafikverket	18/03/2025
7	VA-projektör	Norconsult	20/03/2025
8	Senior specialist avvattning och VA-teknik	Trafikverket	21/03/2025
9	Rådgivare inom mark och miljö	Göteborgs Stad	26/03/2025

4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultaten från den utförda dokumentanalysen och de genomförda intervjuerna. De insamlade uppgifterna analyseras för att identifiera nyckelfaktorer som påverkar hanteringen av avvattning i vägprojekt samt möjliga förbättringsåtgärder. Resultaten bygger på analyserade dokument kopplade till Hisingsleden och intervjuer.

4.1 Dokumenterade förändringar i krav och utformning av Hisingsleden

Analysen av projekt- och styrdokument som rör Hisingsleden visar att flera förändringar och anpassningar genomfördes under planering och byggnation för att möta ökade krav på kapacitet, trafiksäkerhet och miljöhänsyn.

Vid projektets inledande skeden, enligt granskningshandlingen för vägplan (Trafikverket, 2016a) och PM Avvattning (Norconsult, 2017a), planerades Hisingsleden som en omfattande utbyggnad från två till fyra körfält för att hantera de ökade trafikflödena och förbättra framkomligheten. Den ursprungliga vägstandarden bedömdes som otillräcklig för att möta framtida trafikmängder, därför genomfördes en större ombyggnation som inkluderade nybyggnation av trafikplatser och separata gång- och cykelvägar för att förbättra både trafikflöden och säkerhet. För att minska påverkan från trafikbuller i intilliggande bostadsområden planerades också bullerskyddsåtgärder i form av vallar och skärmar.

I samband med denna ombyggnation planerades också avvattningssystemet, vilket enligt PM Avvattning baserades på principen om lokal infiltration (Norconsult, 2017a). Där markförhållandena tillät det, föreslogs trapetsformade diken och översilning över gräsytor som primära lösningar. För områden med begränsad infiltrationskapacitet föreslogs alternativa lösningar som dagvattendammar och särskilda reningsanläggningar. Dimensioneringen av avvattningssystemet anpassades till de ökade trafikflödena och förväntade klimatförhållandena, vilket innebar att trummor och broar dimensionerades för att hantera högre flöden. Dimensioneringen utgick från de riktlinjer som fastställdes i MB310, ett tidigare råddokument som

användes för dimensionering och utformning av avvattningsanläggningar för väg och järnväg (Trafikverket, 2017a).

Redan tidigt i planeringen identifierades behovet av effektiv dagvattenhantering. Miljökonsekvensbeskrivningen betonade vikten av att skydda närliggande vattenmiljöer och naturvärden från ökad belastning (Trafikverket, 2016b). För att minimera miljöpåverkan föreslogs lösningar som infiltrationsytor och installation av oljeavskiljare. Samtidigt förväntades projektet bidra till förbättrad luftkvalitet genom effektivare trafikflöden och minskad köbildning.

Sedan införades TRVINFRA-00231 (Trafikverket, 2024a) som gav en skärpning av de tidigare kraven, med särskilt fokus på den hydrauliska kapaciteten och systemens långsiktiga funktionalitet. Dokumentet introducerade detaljerade och specifika funktionskrav, särskilt genom att tydligt separera avrinning från vägbanan och tillrinning från omgivande mark. Detta innebar att avvattningssystemen inte längre bara behövde hantera normala regnhändelser, utan även dimensioneras för att säkerställa framkomlighet vid extrema väderförhållanden och kraftiga skyfall.

De nya riktlinjerna innefattade även krav på långsiktig hållbarhet, där systemen förväntades kunna hantera förändrade nederbördsmönster och ökade nederbördsmängder som förväntas till följd av klimatförändringarna. Denna anpassning reflekterade ett växande fokus på att utveckla robusta och klimatanpassade system som bibehåller sin funktion även under extremväderförhållanden. Detta är avgörande för att säkerställa väginfrastrukturens driftsäkerhet och effektivitet över tid.

I dimensioneringsberäkningarna beaktades klimatförändringarnas framtida effekter genom tillämpning av en klimatfaktor. Flöden och vattenvolymer beräknades med påslag för förväntade ökning av nederbörd, och där det var nödvändigt beaktades även momentana flödesökningar. Huvudfokus låg på att hantera återkommande regnhändelser utan att större översvämningar skulle uppstå, men utan att i första hand dimensionera för extrema väderhändelser eller långvariga skyfall.

Samtidigt skärptes kraven på vattenrening. I Norconsults PM om föroreningsanalys för väg dagvatten klassificeras Hisingsleden som en hårt belastad väg, där höga halter av zink har uppmätts i dagvattnet, även efter att reningsåtgärder har genomförts. För att uppfylla gällande reningskrav med god marginal avseende zinkhalter

kompletterades den ursprungliga dagvattenlösningen med utökade krossdiken och översilningsytor (Norconsult, 2017c). Det föreligger omfattande forskning som visar att dagvatten från trafikerade vägar ofta innehåller olika metaller, såsom zink, koppar och bly, vilka främst härstammar från däckslitage, bromsbelägg och vägmateriel (Göbel et al., 2007). Oljeavskiljare och ytterligare barriärlösningar har också installerats som en säkerhetsåtgärd vid risk för olyckor och bränsleutsläpp från tunga fordon (Trafikverket, 2016b).

Sammanfattningsvis visar dokumentanalysen att projektet successivt anpassats från en traditionell lösning med fokus på avledning av dagvatten till ett mer integrerat och klimatanpassat system, där både kapacitet för framtida regnmönster och högre ställda miljökrav på vattenkvalitet har varit styrande.

4.2 Utveckling av riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning

Under projektets gång har kraven på avvattning och skyfallshantering blivit allt striktare. Enligt VA-projektör (intervju 2, Norconsult) har Trafikverkets riktlinjer utvecklats för att hantera större flöden. Detta har lett till mer omfattande beräkningar och anpassningar, såsom dimensionering av oljeavskiljare, utformning av diken med klackar för att bromsa vattenflöden samt anläggning av fördröjningsytor i syfte att fördröja avrinningen och hantera ökade nederbörds mängder. Projekteringsledare (intervju 1, Norconsult) påpekar att dessa frågor tidigare inte haft samma fokus, men att Hisingsleden krävde mer detaljerade diskussioner kring dikens storlek och kapacitet. Detta kan ses som en positiv utveckling mot en mer genomtänkt och hållbar avvattningsstrategi.

Uppdragsledare (intervju 3, Norconsult) betonar att Trafikverket inte dimensionerar diken eller ledningssystem för extrema skyfall utan istället fokuserar på att säkerställa framkomlighet.

”[...] ... Man tittar på återkomsttid för regn då vägen ska vara framkomlig. Så det är väldigt mycket höjdsättning man tittar på.”

Uppdragsledare på Norconsult, intervju 3, 7 Mars 2025.

Detta visar att en av de viktigaste strategierna är att säkerställa att vatten leds bort utan att störa trafikflödet snarare än att helt förhindra översvämningar.

Flera respondenter betonar att Trafikverkets krav inte nödvändigtvis blivit striktare, men att de blivit mer tydliga och konsekventa. Senior specialist inom avvattning och VA-teknik (intervju 8, Trafikverket), som varit med och utformat regelverket TRVINFRA-00231, menar att det tidigare fanns stor osäkerhet kring till exempel vad som var acceptabla vattennivåer under ett skyfall. I och med det nya regelverket finns nu tydligare funktionskrav som innebär att vattennivån vid ett hundraårsregn inte får stiga mer än en halv meter under vägbanan. Detta skapar större förutsägbarhet och underlättar planeringen av robusta avvattningssystem. Intervjupersonen lyfter även fram att skillnaden mellan vatten från vägen och omgivande mark nu klargörs i riktlinjerna, vilket tidigare inte var fallet.

”Nu har vi ett funktionskrav, vid ett hundraårsregn från angränsande områden, såsom diken eller slänter ska inte vattennivån stiga mer än en halv meter under vägbanan.”

Senior specialist inom avvattning och VA-teknik på Trafikverket, intervju 8, 21 mars 2025.

Avvattningsspecialisten (intervju 6, Trafikverket) förklarar att utvecklingen av krav och riktlinjer till stor del är reaktiva nya regelverk och klimatfaktorer införs ofta först efter att konkreta problem uppstått i verkligheten. Intervjupersonen pekar på exempel som skyfallen i Köpenhamn 2012 och återkommande översvämningar på E6 i Kålleröd som katalysatorer för förändring. Samtidigt betonar intervjupersonen att riktlinjerna idag är mer framtidsinriktade och bygger på klimatmodeller och beräkningar som sträcker sig mot år 2100.

”Tidigare tog man inte hänsyn till lokala skyfall på samma sätt. Nu försöker vi bygga för framtiden.”

Avvattningsspecialist på Trafikverket, intervju 6, 18 mars 2025.

4.3 Strategier för att anpassa avvattningsystemet

En viktig strategi har varit att arbeta med fördröjningsytor för att minska flödes hastigheten. VA-projektören (intervju 2, Norconsult) beskriver hur diken med kraftig lutning kompletterades med klackar för att förhindra att vatten rann för snabbt. Denna lösning visar på vikten av att kombinera traditionell infrastruktur med naturliga avvattningsmetoder för att förbättra systemets effektivitet och minska erosion.

Projekteringsledaren (intervju 1, Norconsult) lyfter fram förslaget om att använda underjordiska fördröjningsmagasin vid Volvomotet men att detta i slutändan slopades på grund av ekonomiska och driftmässiga skäl.

”[...] ... Det skulle vara en väldigt stor investering och skapa driftproblem, så man valde att inte göra någonting då.”

Projekteringsledare på Norconsult, intervju 1, 5 Mars 2025.

Detta visar hur ekonomiska överväganden kan påverka vilka tekniska lösningar som genomförs.

Att anpassa avvattningsystemen till framtida krav har krävt ett skifte från standardlösningar till mer situationsanpassade strategier. Flera intervjupersoner nämner att ett återkommande verktyg är att arbeta med topografin och höjdsättningen i projektens tidiga skeden. Vägprojektören (intervju 5, Norconsult) beskriver hur noggrann justering av vägens lutning kan bidra till att vatten leds bort från känsliga partier. Intervjupersonen betonar att små förändringar i längs- eller tvärlutningen kan göra stor skillnad, särskilt i områden där vägområdet är begränsat eller där terrängen naturligt leder vatten mot vägen.

”Om vägområdet är för smalt och diket inte kan placeras som tänkt på grund av terrängen, kan entreprenören sakna utrymme för att genomföra arbetet.”

Vägprojektör på Norconsult, intervju 5, 12 mars 2025.

Rådgivaren inom mark och miljö (intervju 9, Göteborgs Stad) framhåller att fördröjning av dagvatten inte bara bör ses som en miljöåtgärd, utan också som en ekonomisk åtgärd. Enligt intervjupersonen innebär fördröjningen att vattnet hinner

genomgå en naturlig rening, där föroreningar och sediment avskiljs innan de når vattendrag och sjöar. Detta bidrar till att förbättra vattenkvaliteten och skydda ekosystemen genom att minska risken för erosion och påverkan på den biologiska mångfalden, till exempel genom bevarade livsmiljöer och stabila populationsnivåer hos växt- och djurarter. Dessutom påpekade rådgivaren att fördröjning av dagvattnet främjar grundvattenbildning, vilket är avgörande för långsiktig vattentillgång. Ekonomiskt sett minskar fördröjningen trycket på dagvattenledningssystemen, vilket i sin tur minskar behovet av kostsamma investeringar i infrastrukturutbyggnad. I tätbebyggda områden, där utrymmet för traditionella lösningar är begränsat, påpekar intervjupersonen att alternativa metoder, såsom användning av grönytor för temporär lagring av vatten vid skyfall, är nödvändiga.

”Vi sa i Göteborg att då ska vi samtidigt fördröja dagvattnet också. För om man fördröjer det så slipper man bygga ut ledningssystemet under mark så mycket.”

Rådgivare inom mark och miljö på Göteborgs Stad, intervju 9, 22 mars 2025.

Uppdragsledaren (intervju 3, Norconsult) understryker att tekniska verktyg spelar en avgörande roll för att välja rätt strategi. Intervjupersonen nämner verktyget Scalgo som ett effektivt hjälpmedel för att identifiera översvämningrisker i tidiga skeden, vilket ökar förutsättningarna för rätt dimensionering och lokalisering av tekniska lösningar. Genom att visualisera avrinningsmönster och lågpunkter kan projekteringen styras mer exakt, något som blir allt viktigare i ett förändrat klimat med högre flöden. Intervjupersonen betonar även vikten av att använda moderna analys- och modelleringsverktyg för att göra noggranna riskbedömningar, vilket i sin tur leder till bättre beslut när det gäller dimensionering och lokalisering av tekniska lösningar för avvattning. Att integrera sådana verktyg i projekteringsprocessen möjliggör en mer exakt riskbedömning och kan leda till bättre beslut vid val av avvattningsåtgärder.

4.4 Utmaningar under projektets gång

En av de största utmaningarna som VA-projektören (intervju 2, Norconsult) identifierade är att avvattning ofta behandlas i ett senare skede än vägprojekteringen i

planeringsprocessen. Detta innebär att man först planerar vägens sträckning, höjd och utformning, och därefter ser på hur vattnet ska hanteras.

”Det krävs många beräkningar. Avvattningen ligger lite efter vägprojekteringen eftersom vägen måste planeras först.”

VA-projektör på Norconsult, intervju 2, 7 Mars 2025.

Detta kan skapa problem eftersom nödvändiga avvattningslösningar ofta upptäcks för sent, vilket kan leda till kostsamma förändringar i senare skeden. Det begränsade utrymmet gör att tekniska lösningar som diken, magasin och ledningar riskerar att antingen inte få plats eller behöva anpassas på ett ineffektivt sätt.

Projekteringsledare (intervju 1, Norconsult) nämner även utmaningar i kommunikationen mellan olika aktörer, särskilt mellan Trafikverket och kommunen. En avancerad infiltrationslösning föreslogs av kommunen men senare valdes bort på grund av höga kostnader och underhållskrav. Detta belyser en återkommande problematik där olika intressen och krav kan leda till förseningar och justeringar av planerade lösningar.

Uppdragsledaren (intervju 3, Norconsult) tillför perspektivet att klimatanpassning av befintliga vägar innebär andra utmaningar än när man planerar nya.

”Ofta kan man inte förhålla sig till nybyggnadskrav. Om man exempelvis skulle bygga E6 som en ny väg så skulle den inte få översvämmas vid ett 100-årsregn.”

Uppdragsledare på Norconsult, intervju 3, 7 Mars 2025.

Detta visar på de begränsningar som finns när äldre infrastruktur måste anpassas till moderna krav och klimatförändringar.

En återkommande utmaning i flera intervjuer är att förändrade riktlinjer ibland uppstår under pågående projekt, vilket skapar osäkerhet kring vilka krav som gäller. Avvattningsspecialisten (intervju 6, Trafikverket) förklarar att även om Trafikverket strävar efter att låsa regelverket vid projektspecifika tidpunkter, kan det ändå uppstå situationer där nya krav påverkar utformningen eller dimensioneringen. Detta gäller

särskilt projekt med lång genomförandetid. Intervjupersonen framhåller att regelverken visserligen blivit mer framtidsinriktade, men att de inte alltid hinner ikapp verklighetens snabba förändringar.

”Ibland kommer problemen snabbare än regelverken hinner ikapp.”

Avvattningsspecialist på Trafikverket, intervju 6, 18 mars 2025.

Senior specialist inom avvattning och VA-teknik (intervju 8, Trafikverket) påpekar att en annan utmaning är bristen på tydlig dokumentation, vilket kan försvåra godkännandeprocesser, särskilt när flera parter är involverade. Om beräkningar och förutsättningar inte dokumenteras på ett tydligt och transparent sätt, riskerar kommunen eller andra intressenter att underkänna lösningen. Detta kan försena projektet eller kräva omprojektering.

”Vi har haft projekt där det blivit erosionsskador i bäckar för att beräkningarna inte stämde.”

Senior specialist inom avvattning och VA-teknik på Trafikverket, intervju 8, 21 mars 2025.

Ytterligare en aspekt gäller konflikten mellan tekniska ambitioner och ekonomiska eller administrativa realiteter. Flera respondenter beskriver hur tekniskt avancerade lösningar ofta får stryka på foten till förmån för enklare eller billigare alternativ, särskilt när ansvarsfördelningen mellan olika aktörer som Trafikverket och kommunen är oklar eller om diskussionen om driftansvar uppstår. Avdelningschefen inom VA-teknik (intervju 4, Norconsult) understryker dessutom att regelverken ibland blir inaktuella i förhållande till nya klimatdata eller samhällsutveckling.

”Problemet är att kraven blir ganska snabbt gamla. Vi skulle vilja veta hur mycket krav som kommer att gälla när vägen byts.”

Avdelningschef inom VA-teknik på Norconsult, intervju 4, 17 mars 2025.

4.5 Användning av lösningar från Hisingsleden i framtida projekt

Lärdomarna från Hisingsleden kan tillämpas i framtida projekt genom att fokusera på bättre kommunikation och en helhetssyn på avrinningsområdena. VA-projektören (intervju 2, Norconsult) betonar vikten av att byggplatsuppföljningaren förstår varför olika avvattningslösningar implementeras. Att involvera byggplatsuppföljning tidigt kan säkerställa att lösningarna fungerar som planerat och minska behovet av sena justeringar.

Projekteringsledaren (intervju 1, Norconsult) belyser att framtida projekt bör inkludera en mer detaljerad analys av tillflöden från naturmark och dess påverkan på dimensioneringen av avvattningsystem.

”En aspekt som lätt kan missas är att identifiera vilka avrinningsområden som finns. Ofta fokuserar man på själva vägsträckan i ritningarna, men om det finns stora ytor av naturmark där allt vatten rinner ner mot vägen och ska passera under den, är det viktigt att det tydligt framgår i förfrågningsunderlaget. Det påverkar hela dimensioneringen av VA-systemet.”

Projekteringsledare på Norconsult, intervju 1, 5 Mars 2025.

Att inkludera denna typ av analys redan i ett tidigt skede kan minska framtida komplikationer. Det är vidare värt att notera att risken för att sådana aspekter förbises tycks ha minskat i och med att TRVINFRA-00231 tydliggör skillnaden mellan tillrinning från omgivande mark och dagvattenhantering inom vägområdet.

Uppdragsledare (intervju 3, Norconsult) betonar att framtida infrastrukturprojekt måste ta hänsyn till en ökad vattenmättnad i marken och förstärka robustheten i val av byggmaterial för vägkonstruktion. Att anpassa materialval och konstruktionsteknik efter förändrade klimatförhållanden blir en central faktor för hållbara vägprojekt.

Ett tydligt budskap från flera respondenter är att erfarenheterna från vägprojekt visar på vikten av att tänka i helhetsperspektiv tidigt i projekteringen. Bland annat lyfter projekteringsledaren (intervju 1, Norconsult) fram vikten av att analysera tillflöden

från omgivande naturmark redan i vägplaneskedet. Om detta förbises riskerar systemet att underdimensioneras, vilket kan medföra dyra omprojekteringar i senare skeden. Enligt honom bör framtida vägprojekt inkludera tydliga instruktioner i förfrågningsunderlaget för att säkerställa att VA-projektörer får rätt förutsättningar.

”Ofta fokuserar man på själva vägsträckan i ritningarna, men om det finns stora ytor av naturmark där allt vatten rinner ner mot vägen [...] påverkar det hela dimensioneringen av VA-systemet.”

Projekteringsledare på Norconsult, intervju 1, 5 mars 2025.

Även VA-projektör (intervju 2, Norconsult) understryker vikten av samverkan mellan projektering och byggplatsuppföljning. Intervjupersonen menar att det inte räcker med att lösningar finns på ritning de måste också förstås och efterlevas i fält. Det kräver att byggplatsuppföljaren är insatt i funktion och syfte med tekniska detaljer som materialval och lutningar. Byggplatsuppföljare behöver därför involveras tidigare i processen, för att minska risken för feltolkningar och sena ändringar.

”Det måste också finnas en byggplatsuppföljare som förstår varför diken är ritade på ett visst sätt.”

VA-projektör på Norconsult, intervju 2, 5 mars 2025.

Flera intervjupersoner tar också upp vikten av att säkerställa tillräckligt vägområde i framtida projekt. Vägprojektören (intervju 5, Norconsult) lyfter fram att marginalerna ofta är små, och att det kan bli problematiskt att hantera exempelvis trummor, brunnar eller diken om utrymmet är begränsat. Samtidigt betonar intervjupersonen att vägområdet inte får utökas utan att motiveras, vilket ställer höga krav på noggrann behovsanalys och dokumentation i tidiga skeden.

”Tar man lite mer vägområde så finns det större möjlighet att lösa problem som dyker upp.”

Vägprojektör på Norconsult, intervju 5, 12 mars 2025.

Rådgivaren inom mark och miljö (intervju 9, Göteborgs Stad) lyfter avslutningsvis vikten av att framtida projekt bygger vidare på kommuners erfarenheter av lokala

riktlinjer, som till exempel Göteborgs krav på både rening och fördröjning. Intervjupersonen menar att en tätare koppling mellan statliga krav och kommunala klimatanpassningsplaner skulle skapa en mer enhetlig och långsiktig lösning.

”Vi har tagit fram en massa egna riktlinjer i Göteborg. [...] För om man fördröjer det så slipper man bygga ut ledningssystemet under mark så mycket.”

*Rådgivare inom mark och miljö på Göteborgs Stad, intervju 9, 22 mars
2025.*

4.6 Sammanfattande reflektioner och gemensamma lärdomar

Resultaten från intervjuerna visar att kraven och riktlinjerna för avvattningsystem har genomgått en tydlig förändring mot ökad tydlighet och anpassning till klimatförändringar. Även om regelverken inte alltid blivit striktare i sin grundstruktur, vittnar flera respondenter om att kraven numera är mer konkreta, mätbara och därmed lättare att följa upp i praktiken. Denna utveckling ses som nödvändig i takt med att skyfall blir vanligare och mer intensiva.

En viktig gemensam reflektion är att strategier för klimatanpassning inte kan bygga på enskilda tekniska lösningar utan måste integreras i hela projektets planeringskedja från tidiga skeden till byggnation och drift. Höjdsättning, val av material, dimensionering och detaljutformning är alla delar som påverkar systemens funktionalitet och resiliens. Samverkan mellan olika teknikområden och mellan projekterande konsulter, entreprenörer och myndigheter lyfts fram som avgörande för att uppnå långsiktigt hållbara lösningar.

Flera intervjupersoner pekar också på återkommande utmaningar kopplade till kommunikation, ansvarsfördelning och förändrade krav under projektiden. Ett återkommande tema är behovet av helhetsperspektiv, där hänsyn tas till både vägytan och det omgivande avrinningsområdet. Erfarenheterna från Hisingsleden visar att det är lätt att förbise faktorer som naturmarksflöden, framtida driftbehov och konsekvenser av bristande dokumentation.

Lärdomarna från projektet understryker vikten av att kombinera teknisk kompetens med förståelse för lokala förhållanden och framtida klimatförändringar. För att förbättra kommande infrastrukturprojekt krävs både fortsatt utveckling av regelverk och en kultur där lärdomar från tidigare projekt tas tillvara på ett systematiskt sätt.

5 Diskussion

Detta kapitel diskuterar studiens resultat utifrån de fyra forskningsfrågorna. Fokus ligger på hur riktlinjer och krav har förändrats under Hisingsledens projekt, vilka strategier som använts för att anpassa avvattningsystemet, vilka utmaningar som uppstått, samt hur erfarenheter från projektet kan användas i framtida vägprojekt. Diskussionen baseras på intervjuer och dokumentanalys och belyser både tekniska och organisatoriska perspektiv kopplade till klimatrelaterad dagvattenhantering i väginfrastruktur.

5.1 Diskussion av F1

Hur har riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning utvecklats under Hisingsledens projekt?

Resultaten visar att de krav och riktlinjer som styr dagvatten- och skyfallshantering har utvecklats successivt under Hisingsledens projekttid, vilket har påverkat både projekteringen och genomförandet av avvattningsystemet. Ett centralt dokument i denna utveckling är TRVINFRA-00231, som ersatte tidigare vägledningarna såsom MB310. Det nya regelverket innebär inte enbart redaktionella förändringar, utan introducerade även mer tydliga funktionskrav, till exempel avseende högsta tillåtna vattennivå under extrema regn samt särskiljning mellan avrinning från vägbanan och tillflöden från omgivande mark.

Enligt intervjuerna uppfattas regelverket som mer konkret och enhetligt jämfört med tidigare. Senior specialist inom avvattning och VA-teknik (intervju 8, Trafikverket) framhåller att det nu finns ett tydligt krav på att vattennivån inte får stiga mer än en halv meter under vägbanan vid ett hundraårsregn, vilket skapar en större förutsägbarhet i dimensioneringen. Detta är en tydlig kontrast mot tidigare regelverk, där acceptabla nivåer kunde variera mellan projekt och ansvariga handläggare.

Flera av de intervjuade, bland annat avvattningsspecialisten (intervju 6, Trafikverket) och senior specialist inom avvattning och VA-teknik (intervju 8, Trafikverket), betonar att förändringar i riktlinjer ofta är reaktiva. Exempelvis nämns skyfallet i Köpenhamn 2011 (SVT, 2017) och återkommande översvämningar i Källered

(Göteborgs-Posten, 2019) som katalysatorer för skärpning av kraven. Trots detta menar flera respondenter att dagens krav är mer framtidsinriktade, då de bygger på klimatscenarier som sträcker sig mot år 2100.

I dokumentanalysen framgår det även att införandet av klimatfaktorer har blivit ett centralt inslag i dimensioneringsprocessen. Klimatfaktorer mellan 1,2 och 1,3 används nu för att ta höjd för framtida nederbörds mängder, vilket konkret påverkar storleken på diken, trummor och fördröjningsmagasin.

Dokumentanalysen visar att TRVINFRA-00231 (Trafikverket, 2024a) tydliggör skillnaden mellan avrinning från vägbana och tillrinning från omgivande mark, vilket också framhålls av senior specialist inom avvattning och VA-teknik (intervju 8, Trafikverket) som en nyckelförändring i kravställning. Denna uppdelning fanns inte i MB310 vilket tidigare kunde leda till underskattning av vattenmängder (Trafikverket, 2017). Även om begreppet 'sårbar punkt' ges en central betydelse i TRVINFRA-00231 för att bedöma ankomsttid, framstod det som mindre tydligt och svagare definierat i MB310. Dokumenten och intervju svaren bekräftar därmed varandra, men också att förändringarna har skett gradvis och ofta i stor utsträckning som svar på översvämningsproblem.

5.2 Diskussion av F2

Vilka strategier har använts för att anpassa avvattningssystemet till dessa krav?

För att möta de skärpta kraven och hantera ökade regnmängder har flera strategier implementerats i Hisingsledens projekt. Ett centralt mål har varit att utforma ett avvattningssystem med tillräcklig kapacitet för att hantera extrema regn, särskilt vid sårbara punkter som vägportar och lågpunkter. Enligt projektdokumentationen dimensionerades därför trummor och dagvattenledningar för 50-årsflöden, vilket ligger i linje med de nya riktlinjerna.

En viktig teknisk strategi har varit att använda fördröjningsytor och öppna diken med vegeterade slänter, vilket både bromsar vattenflödet och förbättrar vattenkvaliteten. Under normala förhållanden passerar dagvattnet långsamt genom den vegeterade zonen, där sedimentation och biologiska processer bidrar till rening. Vid perioder med höga flöden leds överskottsvatten vidare genom dräneringsledningar i botten av

dikena. Syftet med detta är att avlasta systemet och förhindra översvämning. Även om detta vatten inte genomgår samma grad av rening, sker utsläppet under kort tid och i begränsad mängd, vilket tillsammans med utspädning i recipienten gör att föroreningsnivåerna ändå hålls under gällande riktvärden.

Studier visar att vegetationsbaserade lösningar, såsom gräsytor och komposttäckten, inte bara bromsar vattenflödet utan även förbättrar vattenkvaliteten genom att avskilja partiklar och metaller (Forgione et al., 2025). Den strategi som tillämpats i Hisingaleden med infiltrerande krossdiken och vegeterade slänter överensstämmer därmed med vad tidigare forskning visat som effektiva multifunktionella lösningar.

Flera intervjupersoner lyfter fram att topografin och höjdsättningen har haft en avgörande roll i anpassningen av avvattningsystemet. Genom att justera lutningar i vägens längs- och tvärprofil har det varit möjligt att styra vattnets flöde bort från känsliga områden. Detta lyfts särskilt fram av vägprojektörer som ett konkret sätt att minska översvämningsrisken utan att behöva ta till omfattande tekniska installationer.

Ytterligare en strategi som diskuterats är användningen av tekniska verktyg, såsom Scalgo, för att identifiera översvämningsrisker och lågpunkter tidigt i planeringsskedet. Genom att integrera sådana verktyg i projekteringen kan rätt åtgärder vidtas på rätt plats, vilket ökar systemets effektivitet och minskar behovet av sena justeringar. Kombinationen av digitala verktyg och topografisk anpassning ligger i linje med moderna strategier för resiliens stadsplanering, där modellering används för att identifiera kritiska punkter och minska översvämningsrisker (Lundy et al., 2022).

Utöver tekniska åtgärder har även samverkan mellan olika discipliner lyfts fram som en viktig framgångsfaktor. Att VA-projektörer, vägprojektörer och miljöspecialister arbetat nära varandra har möjliggjort helhetslösningar som både uppfyller funktionella krav och tar hänsyn till miljöpåverkan och drift.

5.3 Diskussion av F3

Vilka utmaningar har identifierats i samband med att riktlinjerna förändrats?

Ett av de mest framträdande resultaten i denna studie är att förändringar i regelverk och tekniska riktlinjer har skapat utmaningar under Hisingsledens projekterings- och genomförandefaser. När Trafikverket införde det nya regelverket TRVINFRA-00231 under projektets gång, ersattes tidigare vägledningarna som MB310 med tydligare funktionskrav. Dessa innefattade bland annat specifika nivågränser för tillåten vattenhöjd vid extrema regn. Även om syftet med dessa krav var att öka tydligheten och förutsägbarheten i planering och dimensionering, medförde det samtidigt att flera tekniska lösningar behövde omprövas och anpassas i efterhand.

Att förändrade krav påverkar pågående projekt är ett känt problem i stora infrastrukturprojekt. Enligt Rönn Dahl et al. (2025) krävs så kallad "sensemaking", där aktörerna tillsammans tolkar och anpassar sig till förändrade omständigheter för att säkerställa framdrift och kvalitet. I Hisingsleden har denna process tydligt varit nödvändig för att hantera uppdaterade riktlinjer såsom TRVINFRA-00231.

Denna typ av förändringar kan skapa praktiska svårigheter, särskilt i komplexa infrastrukturprojekt med lång genomförandetid. Det kan uppstå oklarheter kring vilka regler som gäller vid olika tidpunkter i processen, vilket i sin tur kan leda till fördröjningar och ökade kostnader. Exempelvis nämns att vissa planerade lösningar, såsom fördröjningsmagasin, slopades på grund av tekniska, ekonomiska och organisatoriska hinder.

Ytterligare en utmaning som framkommer är att dagvattenhantering i många fall planeras sent i processen, efter att vägsträckningen redan fastställts. Detta innebär att utrymmet för diken, magasin och andra lösningar kan vara otillräckligt. Enligt intervjuerna beror detta på att vägprojektering ofta prioriteras först, vilket försvårar integrering av avvattningslösningar på ett effektivt sätt. I praktiken kan detta innebära att tekniska lösningar måste anpassas till ett redan bestämt vägupplägg, snarare än tvärtom.

En återkommande utmaning gäller kommunikation och samordning mellan olika aktörer. Respondenter pekar på att samarbetet mellan Trafikverket och kommuner ofta försvåras av olika synsätt, otydliga ansvarsfördelningar och motstridiga krav. Exempelvis nämns att kommunen i ett fall föreslog en avancerad infiltrationslösning som inte kunde genomföras på grund av höga driftkostnader och oklarheter kring

ansvar. Detta illustrerar behovet av tydligare roller och bättre samverkan mellan projektdeltagare redan från början.

Även om dokument såsom TRVINFRA-00231 anger att dimensionering ska baseras på konsekvensbedömningar och ta hänsyn till framtida klimatförhållanden, genomförs sådana bedömningar i praktiken endast om en sårbar punkt identifierats (Trafikverket, 2024a). Vidare visar flera intervjuer att dagvatten ofta planeras efter att vägsträckning redan är fastställd (intervju 2, Norconsult). Detta behöver dock inte nödvändigtvis utgöra en motsättning, eftersom relevanta bedömningar fortfarande kan genomföras utifrån den givna sträckningen. Denna ordning begränsar dock VA-projektörers handlingsutrymme att föreslå mer hållbara lösningar. I ett fall föreslog kommunen exempelvis en infiltrationslösning som senare togs bort, trots att den låg i linje med kommunens egna riktlinjer (intervju 1, Norconsult). Detta tyder på att organisatoriska utmaningar och budgetprioriteringar ges företräde framför hållbarhetsmål.

De utmaningar som uppstått till följd av förändrade regelverk i Hisingsledenprojektet kan sättas i relation till tidigare forskning om samverkan i infrastrukturprojekt. Röndahl et al. (2025) visar hur förändrade förutsättningar under projektets gång kräver att aktörer gemensamt tolkar situationen och anpassar sitt arbetssätt, en process de beskriver som *sensemaking*. I likhet med denna studie betonar de vikten av tidigt etablerad samarbetskultur och tydlig kommunikation för att hantera osäkerheter, särskilt när krav förändras under pågående projektering eller byggnation. När ansvarsfördelning och tolkningar av regelverk är oklara ökar behovet av gemensam förståelse och koordinering mellan aktörer.

5.4 Diskussion av F4

Hur kan lösningar från Hisingsleden användas för att förbättra framtida vägprojekt?

Studien visar att erfarenheterna från Hisingsleden kan erbjuda viktiga lärdomar för framtida infrastrukturprojekt, särskilt i ljuset av ökade krav på klimatanpassning och hållbar dagvattenhantering. Ett centralt budskap är vikten av att tillämpa ett helhetsperspektiv redan i tidiga planeringsskeden. Det handlar inte enbart om att hantera avrinningen från vägbanan, utan om att förstå och dimensionera för hela det avrinningsområde som påverkar väganläggningen.

Flera intervjupersoner betonar att ett vanligt misstag är att enbart fokusera på vägens geometri i projekteringen, utan att analysera hur vatten från omgivande mark rör sig mot vägen. Detta kan leda till underdimensionerade system och behov av sena omprojekteringar. För att undvika detta bör instruktioner i förfrågningsunderlag tydliggöra vilka typer av data och analyser som krävs, exempelvis när det gäller tillflöden från naturmark.

Ett annat framträdande resultat är att samverkan mellan olika yrkesroller och faser i projektet har stor betydelse. Det räcker inte med att lösningar finns dokumenterade, de måste också förstås och implementeras korrekt i byggskedet. Därför är det av vikt att byggplatsuppföljare involveras tidigare i processen och får insikt i varför olika tekniska val gjorts. Detta kan minska risken för feltolkningar och sena ändringar.

Detta knyter an till tidigare forskning om Collaborative Project Delivery Models (CPDM), som betonar vikten av tidig involvering av byggplatsuppföljare och gemensam förståelse för tekniska lösningars syfte (Rönndahl et al., 2025). Ett framgångsrikt genomförande kräver alltså både teknisk och organisatorisk integration.

Ur teknisk synvinkel visar Hisingsledenprojektet att kombinationen av traditionell infrastruktur (t.ex. trummor, diken) och naturbaserade lösningar (t.ex. infiltrationsytor, översilning över gräsytor) kan ge både hydrauliska och miljömässiga fördelar. Sådana lösningar bidrar inte bara till att hantera ökade flöden, utan även till att minska belastningen av föroreningar på närliggande vattenmiljöer.

En återkommande synpunkt är att framtida projekt bör säkra tillräckligt vägområde för att möjliggöra flexibla tekniska lösningar. Små marginaler i vägområdet försvårar implementeringen av exempelvis breda diken eller fördröjningsytor. Samtidigt krävs att sådana utökningar kan motiveras i detaljplanering och budget, vilket ställer krav på noggrann behovsanalys i tidigt skede.

5.5 Sammanfattande diskussion

Utvecklingen av krav och riktlinjer har skapat förbättrade förutsättningar för att utforma ett mer robust och klimatanpassat vägnät. Samtidigt har denna utveckling medfört ökade krav på projekteringsprocessens omfattning och precision. Inom ramen för Hisingsleden har de skärpta kraven och ökade nederbörds mängder hanterats

genom en kombination av tekniska lösningar och integrerat samarbete mellan olika discipliner. Genom att dimensionera avvattningssystemen för att klara extrema regn, tillämpa fördröjningsytor och vegetationsklädda diken samt utnyttja topografiska förhållanden och digitala analysverktyg, har projektet kunnat minska översvämningensriskerna och samtidigt bidra till förbättrad vattenkvalitet.

Samtidigt visar projektet att förändrade riktlinjer ofta tolkas olika beroende på involverade aktörer och projektets utformning. När tekniska beräkningar inte redovisas tillräckligt tydligt kan det leda till osäkerhet, ifrågasättanden eller avslag, vilket i förlängningen ökar risken för omarbetningar. Detta understryker behovet av förbättrad och enhetlig teknisk dokumentation, både inom projekteringsarbetet och i kommunikationen med externa parter.

Dessutom framkommer att det finns behov av ökad samordning mellan statliga och kommunala riktlinjer. Lokala krav, såsom Göteborgs Stads fokus på både rening och fördröjning av dagvatten, utgör ett exempel på hur kommunala erfarenheter kan berika det nationella regelverket. För att framtida projekt ska bli långsiktigt hållbara krävs att denna typ av lokal kunskap integreras i det statliga planeringsarbetet. Sammantaget har studiens resultat gett svar på samtliga forskningsfrågor (F1–F4): hur riktlinjerna har utvecklats, vilka strategier som använts, vilka utmaningar som uppstått och hur erfarenheterna från Hisingsleden kan tillämpas för att stärka framtida projekt.

5.5.1 Studiens begränsningar

Denna studie har genomförts som en fallstudie av projektet Hisingsleden och bygger på intervjuer samt dokumentanalys kopplade till detta enskilda projekt. En tydlig begränsning är att endast ett vägprojekt har analyserats, vilket minskar möjligheten att generalisera resultaten till andra vägprojekt med olika förutsättningar. Urvalet av intervjupersoner består främst av medarbetare från Norconsult, Trafikverket och Göteborgs Stad, vilket innebär att studien i huvudsak speglar perspektivet hos dessa aktörer. Externa perspektiv från andra konsultbolag eller oberoende aktörer saknas, vilket kan påverka bredden i analysen.

Studien berörde enbart de tekniska och regelverksmässiga aspekterna av avvattning. Andra viktiga perspektiv, såsom ekonomiska, juridiska och samhällseliga faktorer, har inte inkluderats, vilket begränsar helhetsförståelsen av avvattningssystemens

utformning och funktion. Exempelvis har inga analyser genomförts av kostnadseffektivitet, investeringsnivåer eller drift- och underhållskostnader för olika lösningar, vilket försvårar bedömningen av deras långsiktiga hållbarhet.

Juridiska aspekter och ansvarsfördelning mellan Trafikverket, kommunen och entreprenörer behandlas inte, och det saknas analys av hur dagvattenhantering påverkar trafikanter, närboende eller samhällsekonomiska värden. Dessutom har projektet pågått under en lång tidsperiod (2014–2024), vilket innebär att förändrade regelverk och teknikutveckling under projektets gång kan ha påverkat resultaten och försvårar en tydlig tolkning av orsakssamband.

Slutligen saknas en systematisk utvärdering av hur väl de implementerade dagvattenlösningarna fungerar i praktiken, till exempel genom uppföljning av driftdata eller mätningar efter projektets färdigställande. Dessa informationsluckor utgör möjliga inriktningar för framtida forskning. Utan systematisk utvärdering är det svårt att avgöra om lösningarna fungerar som planerat. Det begränsar möjligheten att dra slutsatser, upptäcka brister och förbättra framtida projekt.

6 Slutsats

I detta kapitel presenteras studiens slutsatser utifrån de fyra forskningsfrågorna.

6.1 Slutsats av F1

Utvecklingen av riktlinjer och krav för avvattning har präglats av en gradvis övergång från generella rekommendationer till mer detaljerade och funktionsbaserade krav.

Följande huvudsakliga förändringar har identifierats:

- Införandet av TRVINFRA-00231 ersatte tidigare vägledning och introducerade tydliga funktionskrav.
- Kraven har blivit mer enhetliga, bland annat gällande högsta tillåtna vattennivå vid hundraårsregn.
- En uppdelning har införts mellan avrinning från vägbanan och tillrinning från omgivande mark.
- Klimatfaktorer mellan 1,2 och 1,3 har integrerats i dimensioneringen för att beakta framtida regnmängder.
- Regelverken har i många fall utvecklats reaktivt, som svar på inträffade översvämningar, men visar en ökande framtidsorientering.

6.2 Slutsats av F2

För att möta de förändrade kraven har ett antal strategier använts i utformningen av avvattningssystemet längs Hisingsleden:

- Trummor och ledningar har dimensionerats för att klara 50-årsflöden vid kritiska punkter.
- Öppna diken och fördröjningsytor med vegeterade slänter har använts för att minska flödes hastighet och rena dagvattnet.
- Dräneringsledning har installerats under diken för att hantera överskottsvatten vid höga flöden.
- Justeringar av vägens längs- och tvärlutning har tillämpats för att styra vattenflöden bort från känsliga områden.

- Verktuget Scalgo har använts för att identifiera lågpunkter och översvämningsrisker tidigt i planeringsfasen.

6.3 Slutsats av F3

Trots tydligare krav har förändringarna medfört flera utmaningar i planering och genomförande:

- Riktlinjer som förändrats under projektets gång har skapat osäkerhet kring vilka krav som gäller vid olika skeden.
- Sen integrering av dagvattenlösningar har inneburit brist på utrymme och begränsade möjligheter att välja optimala tekniska lösningar.
- Skillnader i tolkning och förväntningar mellan Trafikverket och kommuner har lett till samordningsproblem.
- Tekniskt avancerade lösningar har ibland valts bort av ekonomiska skäl eller på grund av otydlig ansvarsfördelning.
- Bristfällig dokumentation av beräkningar och beslut har försvårat granskning och godkännande av vissa lösningar.

6.4 Slutsats av F4

Studien visar att erfarenhet från Hisingsleden kan bidra till förbättringar i framtida projekt genom följande lärdomar:

- Ett helhetsperspektiv på hela avrinningsområdet bör tillämpas redan i planeringsfasen.
- Tillflöden från naturmark bör analyseras tidigt och tydliggöras i förfrågningsunderlag.
- Byggplatsuppföljare bör involveras tidigt för att säkerställa korrekt tolkning och genomförande av tekniska lösningar.
- Kombination av traditionella och naturbaserade dagvattenlösningar ger goda resultat både för hydraulik och vattenkvalitet.
- Tillräckligt vägområde bör säkras tidigt i projekteringen för att ge utrymme åt effektiva avvattningslösningar.
- Bättre samordning mellan statliga och kommunala riktlinjer behövs för att främja långsiktig hållbarhet och klimatanpassning.

6.5 Sammanfattande slutsats

Sammanställningen av slutsatser från de fyra forskningsfrågorna visar tydligt att hanteringen av vägavvattning genomgått en betydande utveckling mot mer detaljerade och funktionsstyrda krav, där klimatpåverkan och framtida regnmönster nu vägs in i både riktlinjer och dimensionering. Genom införandet av styrdokument som TRVINFRA-00231 har riktlinjerna blivit mer enhetliga, exempelvis genom krav på högsta tillåtna vattennivå vid hundraårsregn samt en tydligare separation av vägvavrinning och tillrinning från omgivande mark.

I praktiken, såsom i projektet längs Hisingsleden, har detta resulterat i konkreta lösningar där dimensionerade trummor, öppna diken, fördröjningsytor och vegeterade slänter kombineras för att möta ökade krav på både flödeskapacitet och vattenkvalitet. Användningen av digitala verktyg som Scalgo har också bidragit till att bättre identifiera översvämningsrisker tidigt i planeringen, vilket underlättat arbetet med klimatanpassade åtgärder.

Samtidigt har projektet belyst flera centrala utmaningar. Förändrade riktlinjer under projektets gång har skapat osäkerhet i tillämpningen, medan sen integrering av dagvattenlösningar lett till yttre begränsningar och svårigheter att välja optimala tekniska alternativ. Bristande samordning mellan Trafikverket och kommuner, tillsammans med otydlig ansvarsfördelning och otillräcklig dokumentation, har ytterligare försvårat ett smidigt genomförande.

Lärdomarna visar behovet av tidig helhetsplanering, samordning mellan aktörer och att säkra utrymme för effektiva dagvattenlösningar. En integrerad syn på hela avrinningsområdet är avgörande för hållbara och framtidssäkra projekt.

7 Rekommendationer för branschen

Utifrån genomförd analys identifieras sex centrala rekommendationer för framtida vägprojekt. Ett övergripande systemperspektiv bör tillämpas redan i den initiala planeringsfasen, där hänsyn inte enbart riktas mot vägytans utformning, utan även mot hydrologiska samband med omgivande mark. Denna helhetssyn bör integreras i ett tidigt skede, exempelvis inom ramen för förfrågningsunderlag. Vidare bör tillräckligt vägområde säkerställas tidigt i processen, vilket möjliggör ökad flexibilitet vid hantering av oförutsedda tekniska utmaningar under genomförandeskedet. Tidig involvering av byggplatsuppföljare under projekteringsfasen rekommenderas, i syfte att minimera risken för fältrelaterade felaktigheter såsom bristande lutningar eller felaktiga materialval.

För att uppnå en mer sammanhållen infrastrukturplanering krävs dessutom stärkt samverkan mellan kommunala och statliga riktlinjer. Användning av digitala analysverktyg, exempelvis Scalgo, bör integreras i de inledande skedena av projekteringen för att identifiera topografiska lågpunkter och områden med översvämningsrisk. Detta möjliggör informerade tekniska beslut som beaktar både säkerhetsaspekter och ekonomisk effektivitet. Slutligen bör ansvarsfördelning samt den tekniska kommunikationen mellan olika aktörer och projektfaser förtydligas. I komplexa infrastrukturprojekt, där flera aktörer verkar parallellt och där normer och regelverk successivt förändras, uppstår betydande utmaningar avseende dokumentation och spårbarhet. Ett stärkt fokus på tydlighet i tekniska beslut samt kontinuerlig uppdatering av beslutsunderlag bedöms vara centralt för att underlätta såväl genomförandeskedet som efterföljande granskning och godkännande från externa parter.

Sammanfattningsvis betraktas dessa åtgärder som väsentliga för att säkerställa att framtida vägprojekt uppfyller krav på teknisk hållbarhet, praktisk genomförbarhet och långsiktig resiliens.

8 Rekommendation för vidare forskning

För framtida examensarbeten kan det vara särskilt intressant att fördjupa sig i flera frågor som väckts i denna studie. Ett sådant område är en mer fördjupad undersökning av TRVINFRA-00231 och hur detta regelverk påverkar de tekniska lösningarna och projekteringen. Det skulle även vara intressant att jämföra regelverkets inverkan på nybyggnadsprojekt kontra ombyggnadsprojekt.

Vidare kan det vara givande att undersöka kostnadsaspekten i relation till miljöpåverkan samt långsiktig drift. I Hisingsledenprojektet framkom att vissa tekniska lösningar avsågs framförallt av ekonomiska och underhållsmässiga skäl.

Ett särskilt intressant område för vidare studier är användningen av digitala verktyg för modeller för att identifiera översvämningsrisker och planera avvattningssystem. Verktyg som Scalgo har i denna studie lyfts fram som effektivt för att analysera topografi och flödesvägar i tidiga skeden. Scalgo är ett verktyg som används för översvämnings- och dagvattenfrågor (Scalgo, u.å.). Det vore därför värdefullt att undersöka hur sådana verktyg faktiskt används i praktiken, vilka förutsättningar som krävs för deras implementering, och vilken inverkan de har på val av lösningar och budgeten. En fördjupning inom detta område skulle kunna ge konkreta rekommendationer för hur digitala stödverktyg kan integreras i projekteringsprocessen på ett mer systematiskt sätt.

Ytterligare kan samverkan mellan olika aktörer i vägprojekt undersökas. Denna studie visar att en otydlig ansvarsfördelning, skillnader i tolkning av krav och bristande kommunikation mellan aktörerna utgör oftast hinder för genomförandet av projektet. Därför skulle en studie som fokuserar på organisatoriska strukturer, samverkansmodeller eller kommunikationsstrategier i denna typ av projekt kunna bidra till att utveckla mer effektiva arbetsmetoder.

Vidare forskning inom dessa områden kan bidra till ökad förståelse för hur tekniska lösningar, samverkan och regelverk tillsammans påverkar resultatet i framtida klimatanpassade projekt.

Referenser

- Andersson, L., Persson, G., Bergström, S., & Ohlsson, A. (2015). *Risker, konsekvenser och sårbarhet för samhället av förändrat klimat—en kunskapsöversikt*. SMHI. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:948145/FULLTEXT01.pdf>
- Boverket. (2019). *Vad kan man göra för att bevara, utveckla eller skapa ekosystemtjänster på hårdgjorda ytor?* https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/platser/hardgjorda/starka_hardgjort/.
- Eleyedath, A., Gabriel Becerril, E.I., Ali, A., & Mehta, Y. (2025). Development of a Framework for the Structural Design of Long-Lasting Porous Asphalt Pavement for High-Traffic Volume Roadways. *Construction and Building Materials*, 470, 140638. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.140638>
- Fletcher, T. D., Andrieu, H., & Hamel, P. (2013). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources*, 51, 261–279. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>
- Forgione, E. R., Felton, G. K., Aydilek, A. H., & Davis, A. P. (2025). Water quality performance of vegetated compost blankets for highway stormwater management: Particulate matter and trace metals. *Science of The Total Environment*, 964, 178394. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178394>
- Fortunato, F., Miguez, M. G., & de Paiva, E. M. C. D. (2014). Urban flood control decision making: A multicriteria approach for evaluating flood control measures. *Water Resources Management*, 28(6), 1515–1528. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.502>
- Göbel, P., Dierkes, C., & Coldewey, W. G. (2007). Storm water runoff concentration matrix for urban areas. *Journal of contaminant hydrology*, 91(1-2), 26-42. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2006.08.008>
- Landström, K., Lindgren, L., Mossdal, J., Persson, M., & Edlund, G. (2020). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. Göteborgs Stad. <https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp->

[content/uploads/Miljoforvaltningens-riktlinjer-och-riktvarden-for-utslapp-av-forenat-vatten-till-dagvattennat-och-recipient_2021-04.pdf](https://www.goteborg.se/wps/wcm/connect/PA_Pabolagshandlingar/2021-04-04-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000)

Göteborgs Stad. (2024). *Göteborgs Stads plan för klimatanpassning 2024-2026*.
[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/PA_Pabolagshandlingar/2024-04-04-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000">https://goteborg.se/wps/wcm/connect/PA_Pabolagshandlingar/2024-04-04-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/PA_Pabolagshandlingar/2024-04-04-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000)

Norconsult. (u.å.). *Hisingsleden-Vägprojektering*.

<https://norconsult.se/projekt/hisingsleden-vaegprojektering/>

Röndahl, C., Bosch-Sijtsema, P., Rempling, R., & Karlsson, M. (2025). Making sense of collaboration in major infrastructure construction projects. *Project Leadership and Society*, 6, 100178. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2025.100178>

Scalgo. (u.å.). *Vi är Scalgo*. <https://scalgo.com/sv/om-oss>

SMHI (2023). *RCP scenarier*.

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>

SMHI (2024a). *Februari 2024 – nederbördsrekord och nytt svenskt vindrekord*.

<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-i-sverige/manadens-vader-och-vatten-i-sverige/2024-03-01-februari-2024---nederbordsrekord-och-nytt-svenskt-vindrekord>

SMHI (2024b). *Klimatindikator – nederbörd*. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887>

SMHI. (u.å.a). *Nederbördsintensitet*.

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbord/nederbordsintensitet>

SMHI. (u.å.b). *Skyfall och hagel*.

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel>

SMHI. (u.å.c). *Återkomsttider*.

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider>

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag- drän, och spillvatten: Publikation P110, del 1*. https://vav.griffel.net/filer/P110_del1_web_low_180320.pdf.

Sveriges riksdag. (2020). *Sveriges genomförande av Agenda 2030*.

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/betankande/sveriges-genomforande-av-agenda-2030_h801fiu28/.

SVT. (2017). *Köpenhamn säkras mot översvämningar – satsar elva miljarder*.
<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/kopenhamn-sakras-mot-oversvamningar-satsar-elva-miljarder>

Trafikverket (2016a). *Granskningshandling: Planbeskrivning för väg E6.20 Hisingsleden, södra delen inklusive Halvors länk*.
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/015620da3f3f435a8e45a0e9ee6cd50c/aktuella_arkiv/granskningshandling-planbeskrivning-hisingsleden-soder-web.pdf

Trafikverket (2016b). *Miljökonsekvensbeskrivning till vägplan E6.20, Hisingsleden, Södra delen - Halvors Länk*. <https://bransch.trafikverket.se/halvorslank-dokument>

Trafikverket. (2017a). *Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310 (TDOK 2014:0051, version 3.0)*.
<https://trvdokument.trafikverket.se/Versioner.aspx?spid=3583&dokumentId=TDOK%202014%3a0051>

Trafikverket. (2017b). *Från planering till byggande – så här jobbar vi*.
<https://bransch.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Fran-planering-till-byggande/>

Karlsson, M. (2018). *Byggplatsuppföljning (version 2.0)*. Trafikverket.
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/44bef645d324465ca2f8030925782e8c/byggplatsuppfoljning_rapport_v2.0.pdf

Trafikverket. (2020). *Kommunikationsmaterial TRVINFRA00231 Avvattning, Dimensionering och utformning (version 1.0)*. [PowerPoint-presentation].
<https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/bbe38e42-5c14-4703-a5ca-3261f034a02f>

Trafikverket. (2021). *Kommunikationsmaterial TRVINFRA-00231 Avvattning, Dimensionering och utformning (version 2.0)*. [PowerPoint-presentation].
<https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/cf9d5277-b5e2-461b-a968-0add893e23ba>

Trafikverket. (2022a). *E6.20 Hisingsleden och Halvors länk*.

<https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-i-vastra-gotalands-lan/e6.20-hisingsleden-och-halvors-lank>

Trafikverket. (2022b). *Kommunikationsmaterial TRVINFRA-00231 Avvattning, Dimensionering och utformning* (version 3.0). [PowerPoint-presentation].

<https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/b990251e-265c-4289-98b8-a0ce9078183d>

Trafikverket. (2024a). *Avvattning, Dimensionering och utformning* (TRVINFRA-00231, version 4.0). [https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/d0d09d03-](https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/d0d09d03-d87f-4723-8668-4d24c4cb3a50)

[d87f-4723-8668-4d24c4cb3a50](https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/d0d09d03-d87f-4723-8668-4d24c4cb3a50)

Trafikverket. (2024b). *Kommunikationsmaterial TRVINFRA-00231 Avvattning, Dimensionering och utformning* (version 4.0). [PowerPoint-presentation].

<https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/d0d09d03-d87f-4723-8668-4d24c4cb3a50>

Appendix - Intervjufrågor

Frågor till intervju 1: Projekteringsledare på Norconsult.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Hur har kraven på vägvattning och skyfallshantering utvecklats under era år i branschen?
 - a. Ser du det som en lösning att planera för djupare diken när man tänker på att nederbörden kommer att öka i framtiden?
3. Vilka tekniska lösningar användes för att hantera skyfall och säkerställa effektiv avvattning i Hisingsleden?
4. Vilka utmaningar stötte ni på vid implementeringen av avvattningssystemet?
5. Finns det specifika lärdomar från Hisingsleden som kan förbättra framtida vägprojekt?
 - a. Är det enkelt med lösningar i efterhand? Eller blir det dyrare och svårare?

Frågor till intervju 2: VA-projektör på Norconsult.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
 - a. Under vilken del av Hisingsleden-projektet har du varit med i och under vilka år?
2. Hur påverkar förändringarna av riktlinjer eller krav sättet ni arbetar under ett projekt som leasingsleden? Och hur jobbar ni för att anpassa avvattningssystemen?
3. Hur säkerställs det att avvattningslösningarna är både funktionella och långsiktigt hållbara med tanke på klimatförändringarna?
 - a. Hur har ni tagit hänsyn till den ökade skyfallen och den förändrade nederbördsmonstren?
4. Finns det något som ni skulle ha gjort annorlunda i Hisingsleden med den kunskap som du har idag?
 - a. Finns det några lärdomar från Hisingsleden som man kan ta med sig för att förbättra framtida vägprojekt?

Frågor till intervju 3: Uppdragsledare på Norconsult.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Hur säkerställs att dagvattensystemen fungerar effektivt vid extrema skyfall och höga vattennivåer?
3. Vad ser du som den mest effektiva strategin för att skydda väginfrastruktur från översvämningar?
 - a. Vad gör man då om man ska bygga en ny väg? Hur tar man hänsyn till det?
4. Hur skiljer sig arbetet med att klimatanpassa befintliga vägar och VA-system jämfört med att planera nya?
5. Vilka tekniska lösningar tror du kommer att spela störst roll i framtida klimatanpassning av infrastruktur?
 - a. Tror du man kommer att behöva klimatanpassa vägen efter fler föroreningar? Att det skulle förekomma mer olyckor i framtiden.
 - b. Hur kan man anpassa vägen efter föroreningar? När man ska planera nya exempelvis?

Frågor till intervju 4: Avdelningschef inom VA-teknik på Norconsult.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Vilka var de största förändringarna i riktlinjerna för skyfallshantering och avvattning vid revideringen 2020?
 - a. Hur påverkade dessa förändringar det pågående arbetet med Hisingsleden?
 - b. Vilka utmaningar identifierades vid anpassningen av projektet till de nya kraven?
3. Hur har ni tagit hänsyn till ökade skyfall och förändrade nederbördsmönster i utformningen av avvattningssystemet?
4. Hur arbetade ni för att säkerställa att lösningarna mötte både aktuella och framtida krav?
 - a. Har vissa planerade lösningar behövt förändras eller ersättas under byggprocessen på grund av nya krav?

5. Finns det lärdomar från revideringen av Hisingsleden som kan förbättra framtida vägprojekt?
6. Finns det specifika klimatanpassningsåtgärder som ni ser borde bli standard i framtida infrastrukturprojekt?

Frågor till intervju 5: Vägprojektör på Norconsult.

7. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
8. Hur har kraven på vägavvattning och skyfallshantering utvecklats under era år i branschen?
9. Vilka tekniska lösningar användes för att hantera skyfall och säkerställa effektiv avvattning i Hisingsleden?
10. Vilka utmaningar stötte ni på vid implementeringen av avvattningssystemet?
11. Finns det specifika lärdomar från Hisingsleden som kan förbättra framtida vägprojekt?

Frågor till intervju 6: Avvattningsspecialist på Trafikverket.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Hur har Trafikverkets krav och riktlinjer för skyfallshantering och avvattning utvecklats de senaste 10 åren?
3. Vilka utmaningar har ni identifierat vid implementeringen av dessa krav?
4. Vad är de främsta anledningarna till att TRVINFRA-00231 uppdateras regelbundet, och hur påverkar det projekt som Hisingsleden?
5. Hur säkerställer Trafikverket att vägavvattningssystem inte bara uppfyller dagens krav utan även är hållbara och effektiva på lång sikt?
6. Finns det specifika lärdomar från projekt du har arbetat med som kan bidra till att förbättra framtida vägprojekt?

Frågor till intervju 7: VA-projektör på Norconsult.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?

2. Hur har riktlinjer och krav förändrats under projektets gång, och vilka strategier användes för att anpassa avvattningsystemet till dessa?
3. Hur säkerställdes att avvattningslösningarna var både funktionella och långsiktigt hållbara med tanke på klimatförändringarna?
4. Hur har ni tagit hänsyn till ökade skyfall och förändrade nederbördsmonster i utformningen av avvattningsystemet?
5. Finns det något ni skulle ha gjort annorlunda i projektet (Hisingsleden) med den kunskap ni har idag?
6. Finns det specifika klimatanpassningsåtgärder som ni ser borde bli standard i framtida infrastrukturprojekt?

Frågor till intervju 8: Senior specialist inom avvattning och VA-teknik på Trafikverket.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Hur har Trafikverkets krav och riktlinjer för skyfallshantering och avvattning utvecklats de senaste 10 åren?
3. Vilka utmaningar har ni identifierat vid implementeringen av dessa krav?
4. Vad är de främsta anledningarna till att TRVINFRA-00231 uppdateras regelbundet, och hur påverkar det projekt som Hisingsleden?
5. Hur säkerställer Trafikverket att vägvattningssystem inte bara uppfyller dagens krav utan även är hållbara och effektiva på lång sikt?
6. Finns det specifika lärdomar från projekt du har arbetat med som kan bidra till att förbättra framtida vägprojekt?

Frågor till intervju 9: Rådgivare inom mark och miljö på Göteborgs Stad.

1. Kan du berätta lite om din bakgrund och nuvarande yrkesroll samt dina vanligaste arbetsuppgifter?
2. Hur har riktlinjer och krav för skyfallshantering och avvattning utvecklats i Göteborg, och vilka faktorer har drivit dessa förändringar?
3. Hur påverkar klimatförändringarna er strategi för skyfallshantering i Göteborg?

4. Vilka strategier används för att säkerställa att avvattningsystem klarar framtida skyfall och anpassas till förändrade riktlinjer?
5. Vilka krav och riktlinjer följer Göteborgs Stad för skyfallshantering? Stöter ni på några utmaningar i förhållande till Trafikverkets regler, eller har ni egna krav och riktlinjer som ni tillämpar?
6. Vilka utmaningar har ni stött på vid implementering av skyfallshantering, särskilt i relation till förändrade krav?
7. Hur kan erfarenheter från tidigare projekt användas för att förbättra skyfallshantering och avvattning i framtida vägprojekt?



CHALMERS