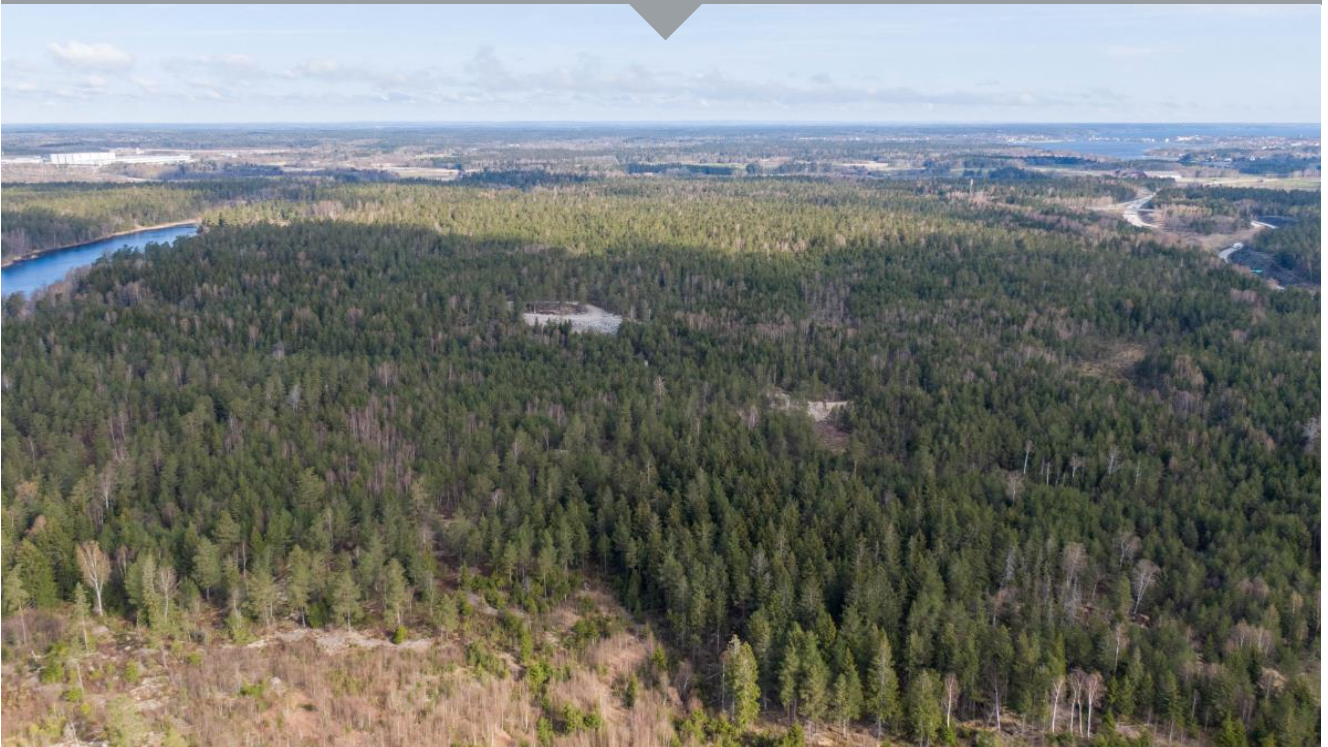


Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB

Dagvattenutredning

Underlag till planprogram för Hults höjd, Trollhättans Stad



Uppdragsnr: 1073871 Version: 3
2021-11-08

Uppdragsgivare:	Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Anders Oscarsson
Konsult:	Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare:	Carolin Folkeson
Teknikansvarig:	Britt-Inger Norlander
Handläggare:	Kristin Holmberg, Anna Samuelsson
Granskare:	Malin Törnberg

3	2021-11-08	Rev 2 extern granskningshandling	Kristin Holmberg	Carolin Folkeson	
2	2021-08-26	Rev extern granskningshandling	Kristin Holmberg	Britt-Inger Norlander	
1	2021-07-02	Extern granskningshandling	Britt-Inger Norlander Kristin Holmberg	Malin Törnberg	
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

Dagvattenutredningen syftar till att beskriva befintliga dagvattenförhållanden och lämna förslag till en hållbar dagvattenhantering för Hults höjd, för att uppnå en god dagvattenhantering inom området efter exploatering.

Utredningsområdet utgörs i dagsläget av skogsmark men planeras för bostadsbebyggelse för 500 bostäder i blandade boende- och upplåtelseformer.

Dagvattnet bedöms avledas ytligt med utlopp i recipienten Göta älv - Slumpån till Stallbackaån.

Dagvattensystem rekommenderas att dimensioneras så att marköversvämning ej sker vid regn med upptill 20 års återkomsttid för samtliga delavrinningsområden.

Tillgängliga höjddata visar att det finns ett par mindre lågpunkter som kan utgöra riskområden för översvämning vid skyfall, i centrala, östra och sydvästra delen.

Då området omvandlas från skogsmark till bostadsområde och mängden hårdgjord yta därmed ökar för stora delar av området blir fördröjningsbehovet av dagvatten relativt stort med en beräknad total fördröjningsvolym på ca 7 400 m³ för hela utredningsområdet.

För att uppnå fördröjningsbehovet inom området föreslås i första hand öppna och lokala dagvattenlösningar. En kombination av lokala dagvattenlösningar inom kvartersmark och större uppsamlade dagvattenlösningar på allmän platsmark kan bli aktuellt för att uppnå fördröjningsbehovet och minska föroreningsbelastningen från planområdet ytterligare och främja att god vattenstatus uppnås.

Föroreningsberäkningarna i utredningen visar på en ökad föroreningsbelastning på recipienten efter rening via lokalt omhändertagande av dagvatten med undantag för en minskning av suspenderat material. Eftersom dagvattenhanteringen fastställs först senare görs ingen kvalitativ bedömning av planens påverkan på miljökvalitetsnormerna för ytvatten i Göta älv - Slumpån till stallbackaån i nuläget.

För att förhindra översvämning föreslås höjdsättningen av området anpassas för fortsatt ytavledning av större dagvattenflöden via naturliga rinnvägar. Bebyggelse bör planeras så att de större avrinningsstråken tillåts följa topografin utan att skada på byggnader uppstår. Avskärande diken invid nybyggnation som kan påverkas av naturmarksavrinning uppströms är också ett alternativ. Dagvatten från naturmark bör inte avledas tillsammans med dagvatten från hårdgjorda ytor då det på grund av lägre föroreningsinnehåll inte omfattas av reningskrav.

Det är oftast fördelaktigt att i så stor utsträckning som möjligt bevara de större naturliga avrinningsstråken även efter exploatering. Dessa stråk kan med fördel kombineras med grönstråk eller gatustrukturer i planerad utformning av området. Uppsamlade dagvattenlösningar inom området bör också planeras utifrån och harmonisera med dessa. Det är även bra att ha multifunktionella ytor inom området som kan tillåtas översvämmas vid extrem nederbörd. Befintliga lågområden bevaras lämpligen som översvämningsbara ytor (förutsatt att dagvatten fortsatt leds dit) för att avlasta system nedströms.

Begreppsförklaringar

Avrinningsområde: Område från vilket vatten kan avledas med självfall eller genom pumpning till en och samma punkt. I ett avloppssystem bildar de naturliga höjderna –vattendelarna –områdesgränser för såväl spill-som dagvattenledningssystemen.

Avrinningskoefficient: Avrinningskoefficienten (φ) är ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad även på områdets lutning samt regnintensiteten. Ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Avrinningsstråk: Stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna på ytan i samband med regn eller snösmältning.

Dagvatten: Ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten.

Dikningsföretag: en samfällighet som bildats för att förbättra markavvattning och vattenavledning, ofta för att skapa ny jordbruksmark.

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkning och modellering.

Födröjningsmagasin: Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

Huvudman: den som driver en gemensam eller allmän anläggning för vägar, allmän platsmark, ledningar, VA etc.

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg.

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

LOD: Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD). En förkortning som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten.

Lågstråk: Stråk inom ett bebyggt område dit vatten kommer att söka sig vid avrinning ytledes.

Recipient: mottagare av dagvatten, i detta fall Göta älv.

Reducerad area: Den del av ett avrinningsområde som medverkar till avrinningen. Produkten av avrinningskoefficienten och bruttoarean.

Regnbädd: Samlingsnamn för mindre, ytliga utjämningsmagasin för dagvatten. I magasinet planteras växter, jämför engelska Rain Gardens.

Regnintensitet: Regnintensiteten har historiskt sett uttryckts som liter per sekund och hektar (l/s/ha). I VA-litteraturen över åren har en mängd varianter för att skriva enheten använts. De vanligaste är: l/s o ha, l/s och ha, l/s-ha eller l/s ha.

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet ska tillryggalägga samt den hastighet som vattnet har. Ett annat ord för rinntid är koncentrationstid, från engelskans "time of concentration". Rinntiden kan sägas vara den tid det tar att koncentrera all avrinning till en punkt.

Spillvatten: Förorenat vatten från hushåll, industrier, serviceanläggningar och liknande.

Trycklinje: Trycklinjen förbinder nivåer till vilka en fri vattenyta kan stiga. Ett exempel är en ledning med trycklinjen ovanför hjässan på ledningen, som innebär att vattnet i en anslutande ledning kan stiga till den nivå som motsvarar trycklinjens nivå.

Tätortsbebyggelse: Begreppet tätortsbebyggelse är inte väldefinierat men används för att beskriva områden med hög exploateringsgrad där översvämningar får stora konsekvenser. Jämför begreppet "citycenters/industrial/commercial areas" i SS-EN 752.

Ytliga vatten-/rinnvägar: Dessa utgörs av ytliga avvattningsstråk som reserverats för att kunna avleda dag- och dränvatten ytledes.

Återkomsttid: Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinningstillfällen för en viss given intensitet och varaktighet.

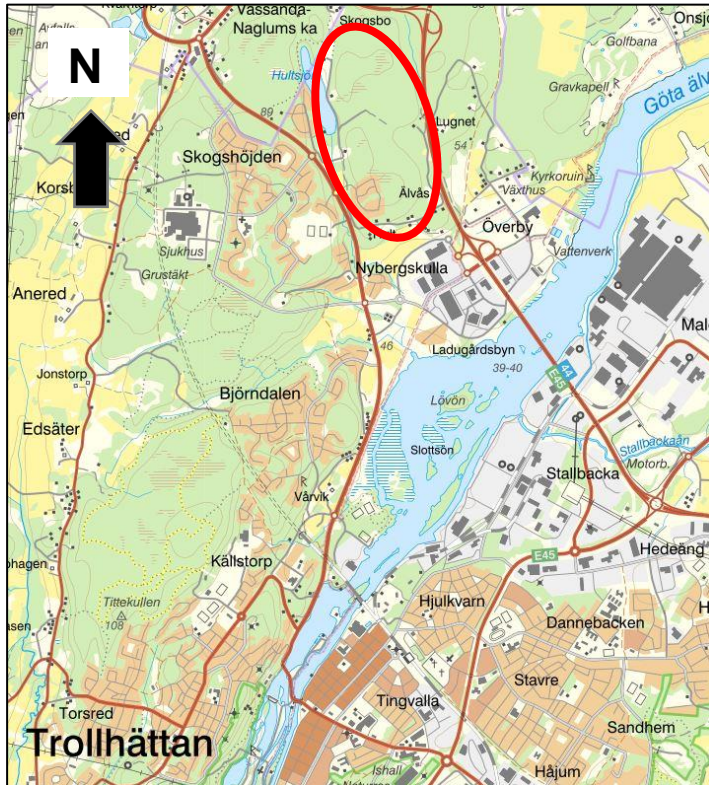
Innehåll

Begreppsförklaringar	4
1 Inledning	8
1.1 Orientering	8
1.2 Omfattning och syfte	10
1.3 Planerad exploatering/planförslag	10
1.4 Underlag	10
1.5 Förutsättningar	11
1.5.1 Hållbarhetsmål/Miljömål	11
1.5.2 Dagvattenstrategi	12
1.5.3 Dimensioneringsförutsättningar	12
2 Orientering	14
2.1 Recipient	14
2.2 Skyddsvärda intressen	16
2.3 Geoteknik	17
2.4 Grundvatten	17
2.5 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag	17
2.6 Lågpunkter och instängda områden	18
3 Befintlig dagvattenhantering	21
3.1 Avrinningsområden och inventering	21
3.2 Fältbesök 2021-05-28	23
3.3 Befintliga dagvattenflöden	26
4 Föreslagen dagvattenhantering	28
4.1 Erforderlig fördröjningsvolym	28
4.2 Principlösningar för dagvattenhantering	29
4.2.1 Svackdike	29
4.2.2 Översilningsytor	31
4.2.3 Damm	31
4.2.4 Regnbädd	34
4.2.5 Biofilterdiken	35
4.2.6 Gröna tak	36
4.2.7 Regnvattentunnor	37
4.2.8 Avledning via rännor och plattor	38
4.2.9 Genomsläppliga beläggningar	39
5 Framtida dagvattensystem	40

5.1	Föreslaget dagvattensystem	40
5.2	Höjdsättning	40
5.3	Avrinningsvägar vid extrem nederbörd	40
6	Dagvattenföroreningar	42
7	Slutsats	44
8	Litteraturförteckning	45

1 Inledning

På uppdrag av Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB (NOFAB) har Norconsult AB upprättat föreliggande dagvattenutredning till planprogram för Hults höjd. Utredningsområdet är beläget ca 4,5 km norr om Trollhättan centrum i stadsdelen Överby, se Figur 1.



Figur 1. Översiktskarta med aktuellt utredningsområde för dagvatten markerat med rött (Källa: Lantmäteriet)

1.1 Orientering

Området avgränsas i söder av odlingsmark och Överby handelsområde, i öster av E45 och i väster angränsar området till ett befintligt område med småhus, Hultsjön och Vänersborgsvägen. I norr fortsätter skogsmarken innan E45/44 viker västerut vid trafikplats Skogsbo. Programområdets exakta avgränsning har ännu inte fastställts.

Planerad exploatering innefattar ca 500 tillkommande bostäder fördelade på olika bostadstyper, främst villor och radhus men också flerbostadshus. Merparten av ny bebyggelse kommer att fokuseras till det gula området i bilden från planbeskedet, se Figur 2, men även angränsande områden kan beröras för att få en god helhet.



Figur 2. Bild från ansökan om planbesked (Trollhättans Stad)

På längre sikt kan ett större område komma att tas i anspråk för bebyggelse då gällande översiktsplan (Översiktsplan 2013) anger tätortsutbyggnad (i huvudsak bostäder) för hela området T1 mellan Vänersborgsvägen och E45/44 till kommungränsen mot Vänersborg, se Figur 3.



Figur 3. Utdrag från Trollhättans Stad översiktsplan 2013, där Hults höjd är en del i området T1.

Markanvändningen inom utredningsområdet består av och angränsar i huvudsak till skogsmark som används för skogsbruk. Öster om området passerar riksväg 44/E45 och i väst Vänersborgsvägen. I sydväst ansluter ett befintligt bostadsområde, benämnt Hults höjd, och i nordväst angränsar området till Hultsjön. I Figur 4 framgår befintlig markanvändning inom utredningsområdet.



Figur 4. Befintlig markanvändning för utredningsområdet, svart markering (Trollhättans stad)

1.2 Omfattning och syfte

Syftet med dagvattenutredningen är att utreda behov av och möjligheten till omhändertagande av dagvatten inom utredningsområdet utifrån framtida förutsättningar, samt ta fram förslag på dagvattenhantering avseende kvantitet/avledning och kvalitet/rening. Utredningen ska säkerställa att den förändring av markanvändning som föreslås inom utredningsområdet inte medför ökande utgående dagvattenflöden eller försämrade förutsättningar för recipient att uppnå dess miljö kvalitetsnormer (MKN). Utredningen ska föreslå en hållbar dagvattenhantering. I utredningen redovisas även en beskrivning av översvämningsriskerna vid skyfall samt höjdsättning för att motverka skador på byggnader.

1.3 Planerad exploatering/planförslag

Inom området planeras för exploatering av ca 500 bostäder i blandade boende- och upplåtelseformer. Illustrationsskiss är ännu ej fastställd men kommer att fastställas när förutsättningar för såväl naturvärden, buller, gata/trafik, dagvatten m,m är kartlagt.

1.4 Underlag

Följande underlag har legat till grund för utredningen:

- Höjddata i LAS-format, mottaget 2021-04-15, Trollhättans stad
- Grundkarta i dwg-format, mottaget 2021-04-12, Trollhättans stad
- Ortofoto, mottaget 2021-04-28, Trollhättans stad
- Planbesked för tätortsutbyggnad vid Hults höjd, Överby 10:5 och 10:6 med flera, Överby
- Riktlinjer för dagvatten i Trollhättans stad, daterad 2010-03-01
- Dagvattenstrategi (remiss) tillhanda 2021-04-06

1.5 Förutsättningar

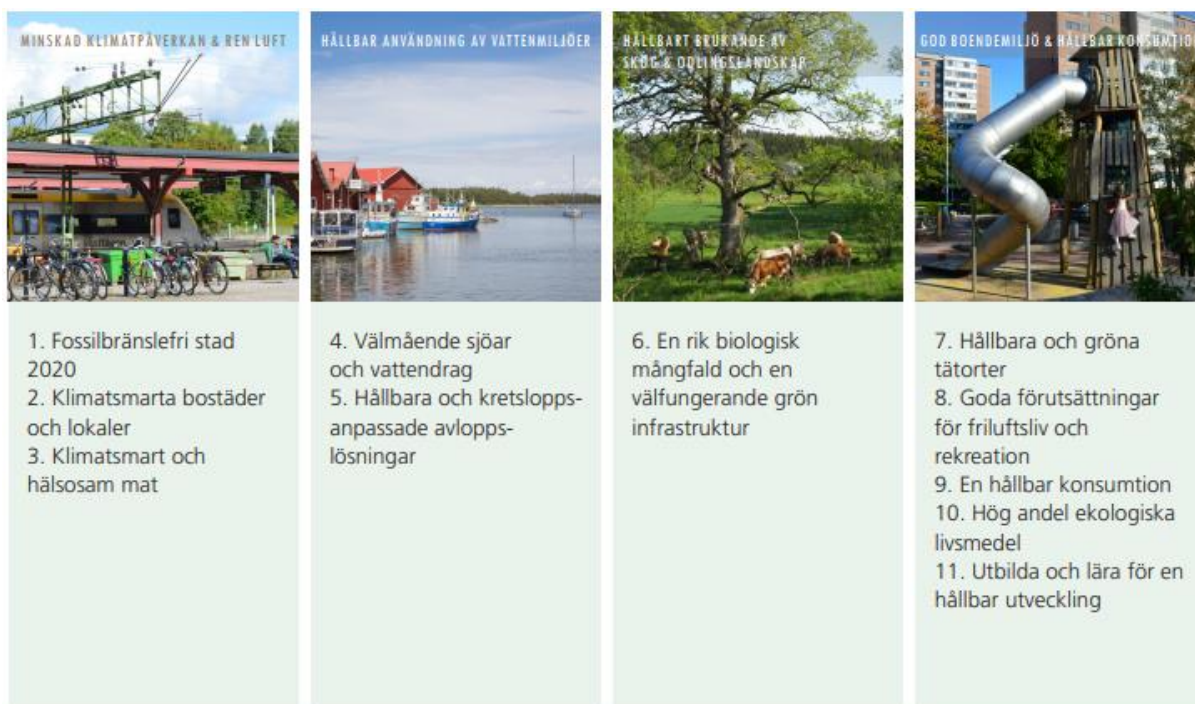
Förutsättningar för utredningen är:

- Hållbarhetsmål/ Miljömål, se avsnitt 1.5.1
- Trollhättan kommuns dagvattenpolicy, se avsnitt 1.5.2
- Dimensioneringsförutsättningar, se avsnitt 1.5.3

1.5.1 Hållbarhetsmål/Miljömål

Trollhättans stads arbete för hållbar utveckling har sin utgångspunkt i de globala målen i Agenda 2030. En hållbarhetspolicy antogs i kommunfullmäktige 2020-02-03 vars syfte är att ange stadens förhållningssätt inom hållbarhet och utgör en grund för att sätta mål för verksamhetsutvecklingen inom respektive område och gäller för samtliga förvaltningar och nämnder inom Trollhättans stad.

Stadens målarbete inom ekologisk hållbar utveckling presenteras i Trollhättans stads Strategi för ekologisk hållbarhet som antogs av kommunfullmäktige 2019-04-01. Strategin redovisar inriktning och prioriteringar för stadens arbete med ekologiska hållbarhet med målet att bidra till att uppnå internationella, nationella och regionala miljömål.



Figur 5. Trollhättans stads ställningstaganden för ekologisk hållbarhet

De ställningstaganden i stadens hållbarhetsstrategi för ekologisk hållbarhet som är mest relevant för utredningen är den under rubriken *Hållbar användning av vattenmiljöer* och specifikt *Välmående sjöar och vattendrag*.

Sveriges kommuner har ett gemensamt uppdrag att arbeta med de 17 globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030. Trollhättans stad arbetar för att uppnå Agenda 2030 och dess 169 delmål.

Av de nationella miljömålen är *levande sjöar och vattendrag*, *giftfri miljö*, *ingen övergödning*, *god bebyggd miljö*, *grundvatten av god kvalitet* och *ett rikt växt- och djurliv* mest relevant för dagvattenutredningen.

Av de globala hållbarhetsmålen är framför allt *rent vatten och sanitet* (delmål 6.3 förbättra vattenkvalitet och avloppsrening samt öka återanvändning), *hållbara städer och samhällen* (delmål

11.5 mildra de negativa effekterna av naturkatastrofer), *bekämpa klimatförändringarna* (delmål 13.1 stärk motståndskraften mot och anpassningsförmågan till klimatrelaterade katastrofer) relevanta för utredningen.

1.5.2 Dagvattenstrategi

I Trollhättans Stad antogs en ny dagvattenstrategi i juni 2021 (Trollhättans stad, 2021). Den ersätter en äldre version som fastställdes av kommunfullmäktige år 2010. Dagvattenstrategin anger hur staden ska jobba för att hantera dagvattnet säkert, miljöanpassat och för att bidra till attraktiva stadsmiljöer. Övergripande mål för en hållbar dagvattenhantering från den nya dagvattenstrategin är:

- Bebyggelsen ska klara av förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd utan skador orsakade av dagvatten. Dagvattenhanteringen ska utformas så att den efterliknar naturlig infiltration och avrinning så mycket som möjligt. På det sättet bevaras vattenbalansen, och negativ påverkan på grundvattennivåer och ytvattenflöden undviks.
- Dagvattenhanteringen ska inte leda till försämrad vattenstatus i vattenområden. Den ska i stället främja att god vattenstatus uppnås.
- Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva inslag i den bebyggda miljön.
- För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning ske mellan stadens förvaltningar och bolag samt exploatörer och fastighetsägare.

I dagvattenstrategin identifieras också möjliga åtgärder för att uppnå målen:

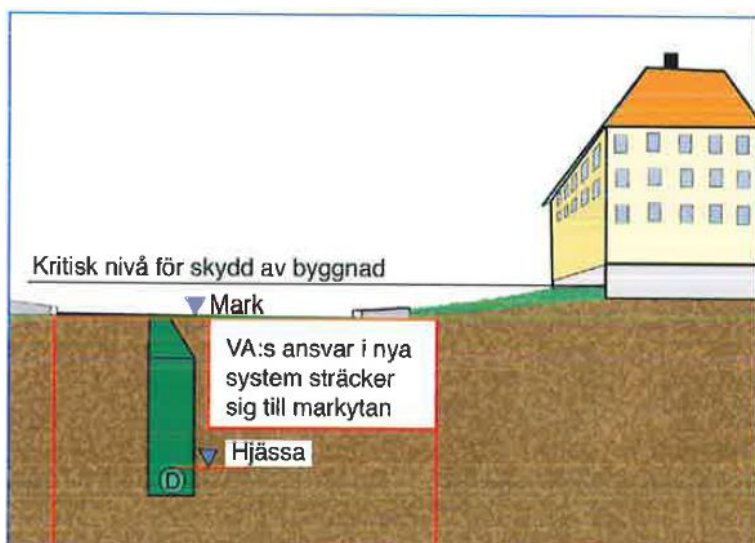
- Mark ska vid behov avsättas för dagvattenhantering. All mark är inte lämplig att bebygga, till exempel lågt liggande ytor och instängda områden.
- Nya bebyggelseområden ska planeras för att tåla tillfälliga översvämningar vid skyfall.
- Vid nyplanering ska platser för avledning, utjämning och eventuell rening av dagvatten reserveras.
- Fördröjning och omhändertagande av dagvatten ska göras lokalt på kvartersmark och allmän platsmark så långt som möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen. Inriktningen ska även vara att maximera andelen genomsläppliga ytor för att eftersträva infiltration.
- Stadens skyfallskartering ska användas vid planering av bebyggelse och dagvattenutbyggnad.
- Ett aktivt arbete ska bedrivas för att separera dagvatten från spillvattensystemet.

1.5.3 Dimensioneringsförutsättningar

Val av dimensionerande återkomsttid på regn för dagvattensystem avgör hur stor del av dagvattnet som bidrar till avrinning som kan tas om hand i dagvattenlösningar och ledningssystem.

Dagvattensystem dimensioneras i tre nivåer:

1. Återkomsttid för fylld rörledning, så kallad hjässdimensionering.
2. Dagvattnet når markytan, så kallas markdimensionering.
3. Kritisk nivå när dagvattnet når byggnader med skador på dess som följd.



Figur 6. Dagvattenhanteringsens tre dimensioneringsnivåer.

Vid dimensionering av nya dagvattensystem används rekommenderat minimikrav på återkomsttid från Svenskt Vattens publikation P110, dessa redovisas i Tabell 1.

För gles bostadsbebyggelse är rekommenderad återkomsttid att dimensionera utifrån 2 år för regn vid fylld ledning och 10 år för trycklinje i marknivå, vilka båda är VA-huvudmannens ansvar. För tät bostadsbebyggelse är motsvarande rekommendationer återkomsttid 5 år för regn vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå. Rekommenderad återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader är minst 100 år, för både gles och tät bostadsbebyggelse. Kommunen ansvarar för skador på byggnader orsakade av flöden och regn med en återkomsttid på minst 100 år. Enligt Trollhättan kommuns dagvattenstrategi är kommunen ansvarig för regn över det dimensionerande för trycklinje i marknivå, upp till en återkomsttid på 100 år.

För samtliga delavrinningsområden bör dagvattenanläggningar dimensioneras utifrån att ett framtida 20-årsregn ska fördröjas till ett befintligt 20-årsregn. Motiveringen till de rekommenderade återkomsttiderna för dimensionering av dagvattenlösningar är att det bedöms osäkert i dagsläget hur känsligt området nedströms kommer att vara för regn över dimensionerande flöde vilket därför motiverar dimensionering utifrån tät bostadsbebyggelse. Ifall området nedströms i stället bedöms som mindre känsligt för regn över dimensionerande flöde för hela eller delar av utredningsområdet dimensioneras detta i stället som gles bostadsbebyggelse, men i detta skede tas höjd för en högre dimensionerande återkomsttid.

Tabell 1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten, 2016)

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom utredningsområdet.

2.1 Recipient

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

Recipient för utredningsområdet är *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån*, se Figur 7. För delar av utredningsområdet avleds dagvatten först till Hultsjön eller utloppet söderut från Hultsjön, som utgör en bäck. Men eftersom Hultsjön inte är en definierad vattenförekomst i VISS blir *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* närmaste definierade vattenförekomst som dagvattnet från utredningsområdet avleds till.

Recipienten *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* har förklarats som kraftigt modifierat vatten på grund av vattenkraft. Recipientens ekologiska potential klassas som Otillfredställande enligt VISS (2021). Kemisk ytvattenstatus klassas som Uppnår ej god. Utslagsgivande för den kemiska statusen är förhöjda värden av bromerad difenyleter (PBDE), kvicksilver och kvicksilverföreningar och PFOS. Gränsvärdena för kvicksilver och PBDE överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster, sjöar, vattendrag och kustvatten. Utsläpp av kvicksilver och PBDE har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen (VISS, 2021). Utslagsgivande för den ekologiska statusen är konnektiviteten i vattendrag och hydrologisk regim i vattendrag, framför allt parametern "avvikelse i flödets förändringstakt". Påverkanskällor i form av punktkällor är förorenade områden, deponier, industrier (ej IED-industri) och påverkanskällor i form av diffusa källor är jordbruk, transport och infrastruktur och atmosfärisk deposition.



Figur 7. Recipient Göta älv - Slumpån till Stallbackaån vid Trollhättan, utredningsområdets läge är markerat med rött (Vatteninformationssystem Sverige, 2021)

Tabell 2. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för vattenförekomsten Göta älv enligt VISS

Göta älv (slumpån-Stallbackaån)	Status	Miljö kvalitetsnorm (MKN)
Ekologisk status	Otillfredsställande	god ekologisk potential år 2027
Kemisk status	Uppnår ej god	god kemisk ytvattenstatus* år 2027

*) Med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE.

Enligt beslutad miljö kvalitetsnorm är kvalitetskravet för *Göta älv - Slumpån till Stallbackaån* god ekologisk potential år 2027 och god kemisk ytvattenstatus med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE. Tidsfristen till år 2027 är satt utifrån att det bedöms tekniskt omöjligt att uppnå avsedd biologisk effekt före denna tidpunkt.

Norr om utredningsområdet sker avrinning mot vattenförekomsten Vassbotten som är en del av Vänern. Vattenförekomst har måttlig ekologisk status och år 2027 ska miljö kvalitetsnorm vara god ekologisk status uppnås. Kemisk status är ej god i Vassbotten men miljö kvalitetsnormen ska vara god kemisk ytvatten 2027 med undantag för kvicksilver och bromerande difenyletrar, se Figur 8 och Tabell 3.



Figur 8. Vattenförekomst Vassbotten i Vänersborg kommun, utredningsområdets läge är markerat med rött (Vatteninformationssystem Sverige, 2021)

Tabell 3. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för vattenförekomsten Vassbotten enligt VISS.

Vassbotten	Status	Miljö kvalitetsnorm (MKN)
Ekologisk status	Måttlig	god ekologisk potential år 2027
Kemisk status	Uppnår ej god	god kemisk ytvattenstatus* år 2027

*) Med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt PBDE

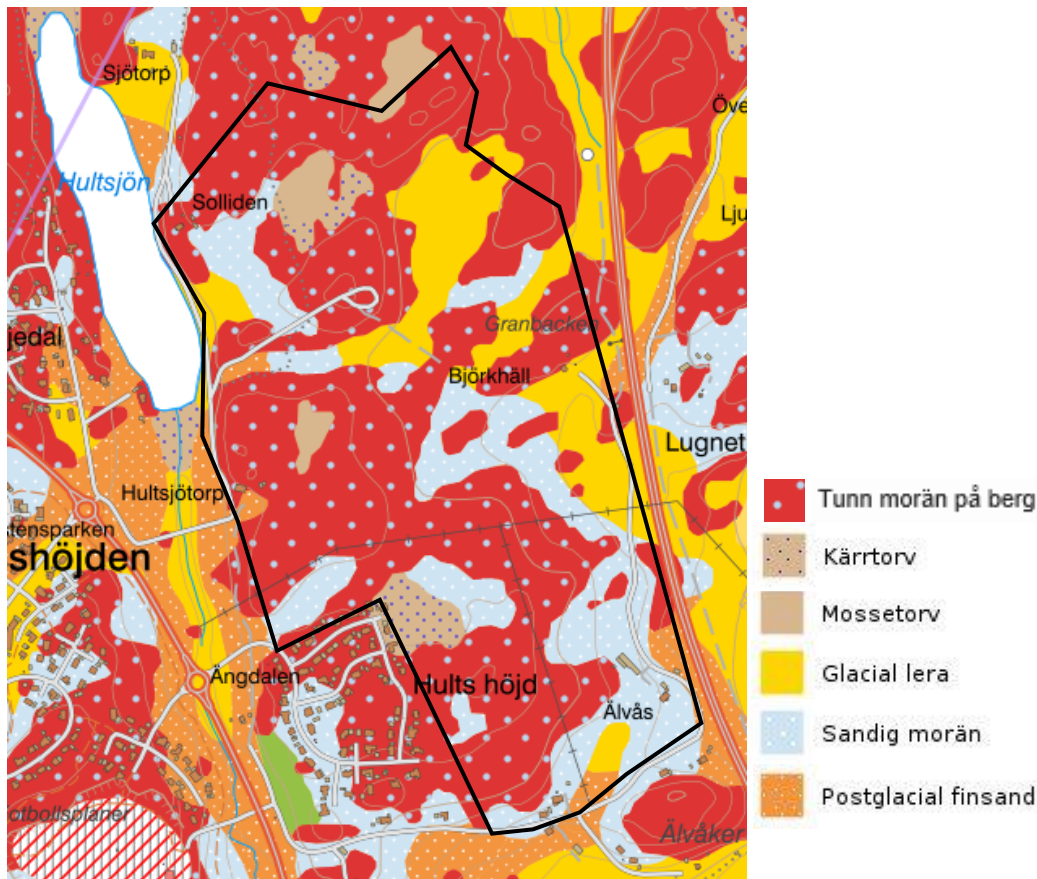
2.2 Skyddsvärda intressen

Enligt Riksantikvarieämbetet (Riksantikvarieämbetet, 2021) finns endast fornlämningar vid södra delen av utredningsområdet vid Älvsvägen.

Miljöinventeringen som Norconsult utförde våren 2021 visar att det aktuella området främst utgörs av tämligen triviala barrskogsmiljöer, präglade av skogsbruksåtgärder. Förhöjda naturvärden finns dock, främst av naturvärdesklass 4 (vissa naturvärden), men ett objekt bedöms hysa värden enligt naturvärdesklass 3 (påtagliga naturvärden). I detta fall handlar det om en barrskog med gamla träd, där det eventuellt kan finnas trädkontinuitet.

2.3 Geoteknik

Sveriges geologiska undersökning, SGU, tillhandahåller kartor som visar på vilken jordart det är ytligt i marken (0,5 m djup). Figur 9 redovisar jordartskarta över aktuellt område (SGU, 2021). Större delen av området består av tunn morän på berg och mindre områden med glacial lera, sandig morän och kärrtorv. Infiltrationsmöjligheterna inom området bedöms vara begränsade.



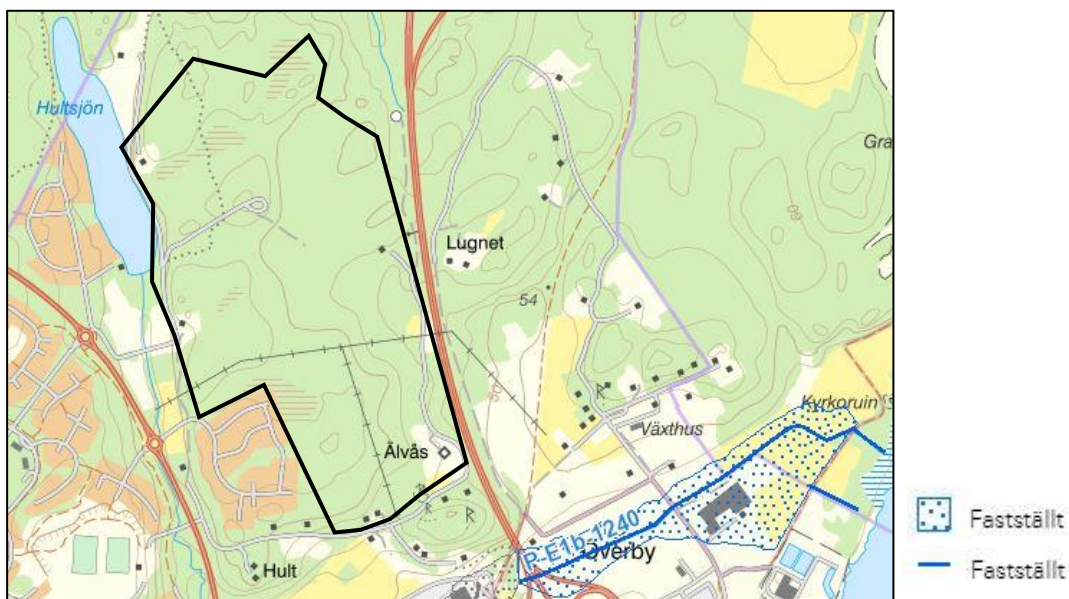
Figur 9. Jordartskarta, skala 1:25 000 - 1:1 000 000 och utredningsområdet markerat i svart (SGU, 2021)

2.4 Grundvatten

Enligt SGU finns inga grundvattenförekomster inom utredningsområdet (SGU, 2021). Närmsta grundvattenförekomst ligger ca 550 m söder om utredningsområdet.

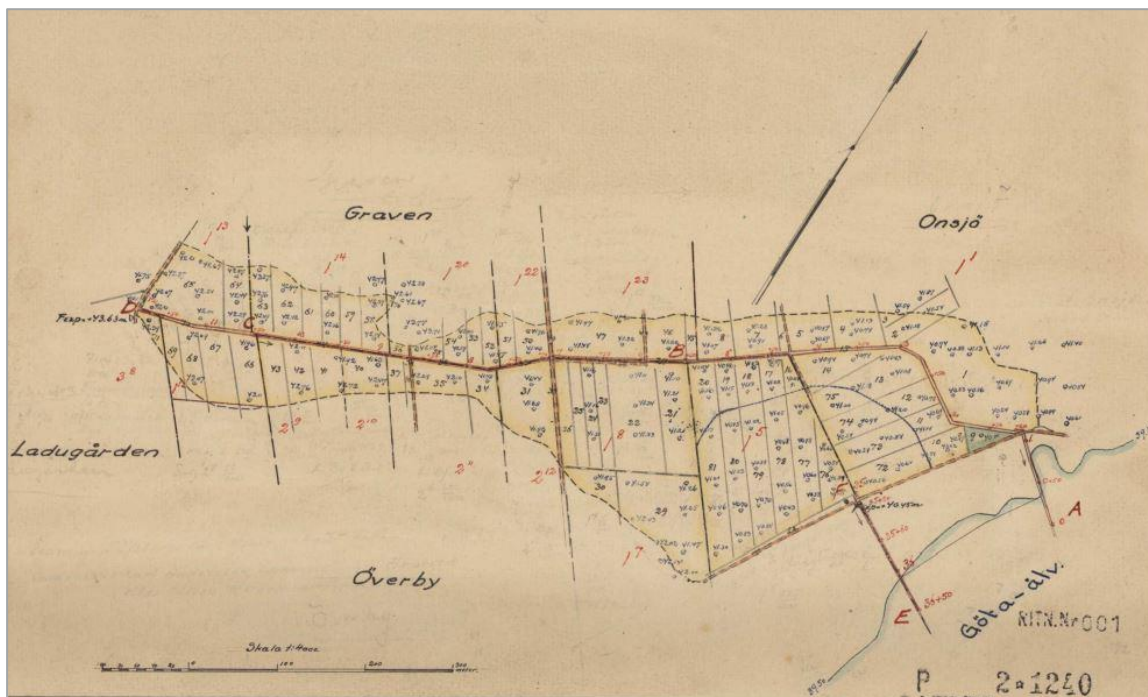
2.5 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag

Enligt kartunderlag från Länsstyrelsen i Västra Götaland finns inga markavvattningsföretag inom utredningsområdet. Söder om området finns dock ett fastställt markavvattningsföretag beläget i Överby, se Figur 10. Företaget upprättades år 1929.



Figur 10. Markavvattningsföretag söder om utredningsområdet, markerat i svart (Länsstyrelsen Västra Götalands län , 2021).

Inget rekommenderat eller maximalt tillåtet flöde föreligger till markavvattningsföretaget. Figur 11 visar en illustration över markavvattningsföretaget.

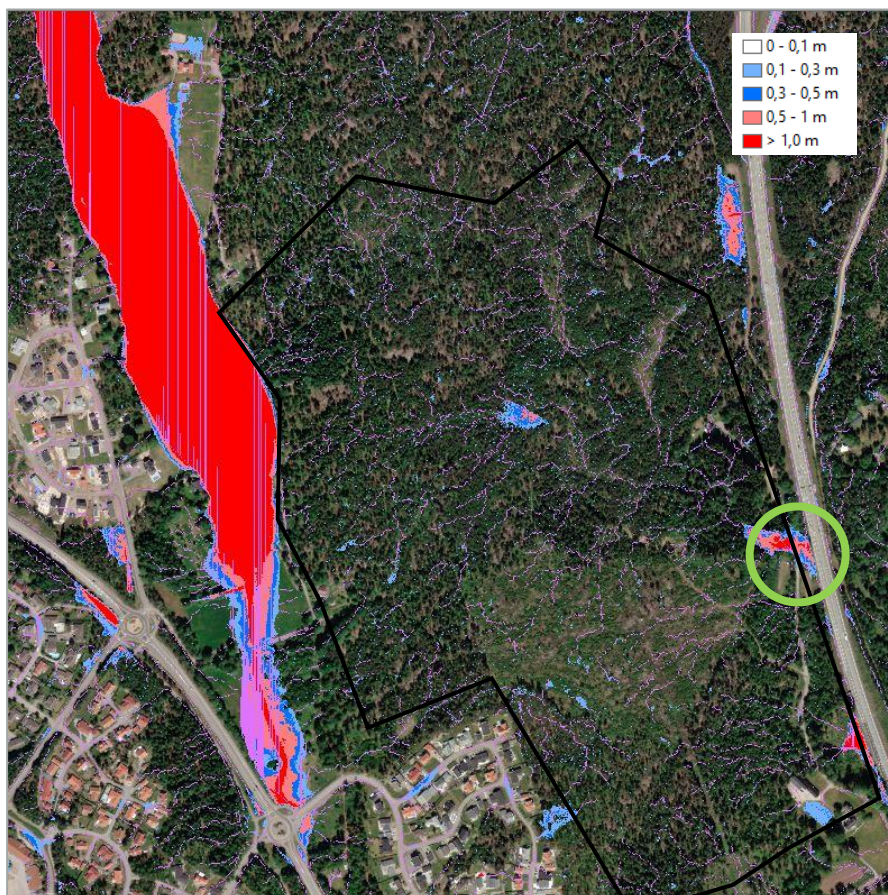


Figur 11. Dikningsföretag Onsjö, Överby mfl. VF 1929. Illustration visar utsträckning för dike och båtnadsområde (Länsstyrelsen Västra Götalands län , 2021)

2.6 Lågpunkter och instängda områden

En lågpunktskartering med rinnvägar har genomförts i GIS och visas i Figur 12. Byggnader är inte upphöjda i genomförd lågpunktskartering.

En lågpunktskartering innebär att potentiella lågpunkter i terrängen identifieras och visar utbredning, volym och djup för respektive lågpunkt. Alla fördjupningar antas bli fyllda med vatten, oavsett storlek. Resultatet är inte kopplat till ett visst regn. Resultatet påvisar endast var lågpunkter finns och det går inte att ange något sannolikt översvämningsdjup. Det dynamiska förloppet vid en översvämning går inte heller att beskriva med den här metoden utan resultatet bör användas för att identifiera lågpunkter som kan utgöra riskområden för översvämning vid skyfall.



Figur 12. Lågpunktskartering. Teckenförklaring visar vattendjup i meter vid stora regn. Svart markerat område visar utredningsområdet. Grön ring markerar trumma under E45. Färgskalan anger lågpunktens djup.

Resultatet från lågpunktskarteringen i Figur 12 visar att delar av utredningsområdet Hults höjd utgör lågpunkter i terrängen och att dagvatten kan komma att bli stående här vid skyfall när ledningsnätet och trummor går fullt(a). Som nämns ovan antas alla fördjupningar bli fyllda med vatten och resultatet ger inget sannolikt översvämningsdjup kopplat till ett givet regn. Ingen hänsyn har heller tagits till ledningsnätets eller trummors läge och kapacitet. Däremot visar lågpunktskarteringen riskområden vid skyfall. I sin helhet har området endast begränsat med riskområden för skyfall.

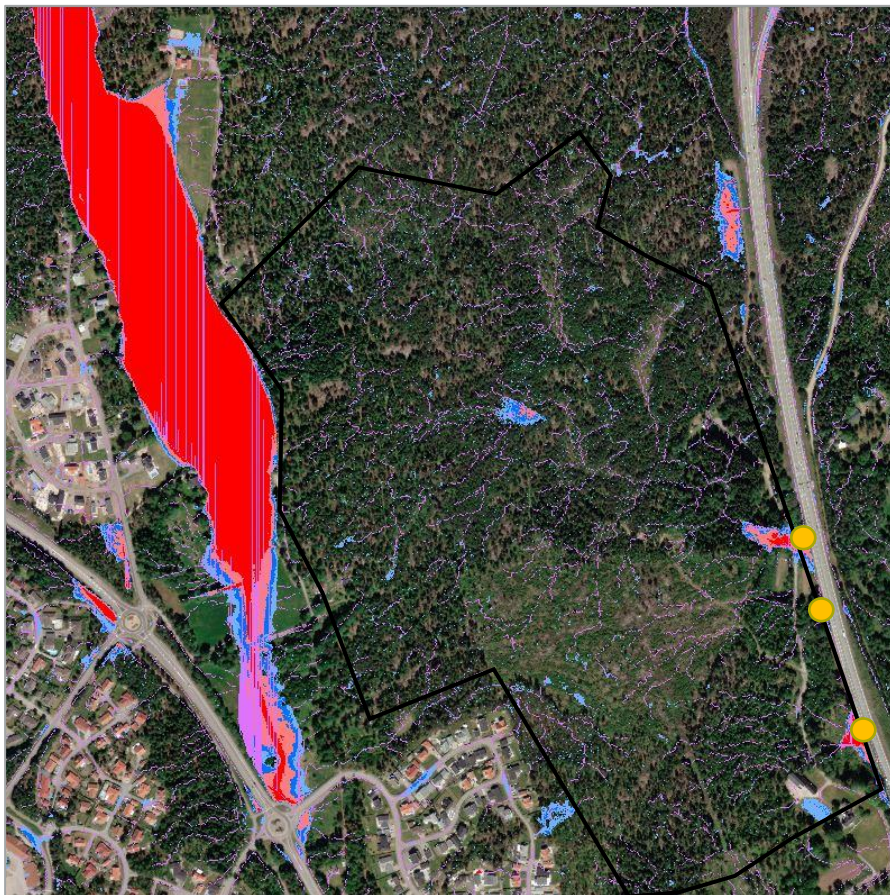
2.6.1 Trummor under E45

Vid E45 finns en markering för en lågpunkt (se grön ring, Figur 12). Där finns en befintlig trumma under vägen som avleder vattnet till andra sidan vägen. En besiktning av trummans gjordes av Trafikverket 2021-10-08. Inventeringen visade att trumman som är i betong är ca 35 m, med en bredd på 500 mm. Materialstatusen är klassad som okänd medan funktionsstatusen är klassad som god. När trummans kapacitet är känd kan en mer sannolik riskbild och troligt översvämningsdjup i lågpunkten fastställas.

Ca 100 meter längre söderut ligger ytterligare en betongtrumma under E45. Vid samma besiktning bedömdes den vara ca 30 meter lång, med en bredd på 500 mm. Materialstatusen klassades som god

medan funktionsstatusen klassades som "åtgärd på sikt". Ytterligare 200 meter söder om den mittersta trumman ligger en till trumma, även den i betong. Den är ca 40 meter lång och har en bredd på 500 mm. Både dess funktionsstatus samt materialstatus är klassad som okänd.

Ungefärlig placering av de tre nämnda trummorna visas i Figur 13.



Figur 13. Lågpunktskartering. Gula punkter visar trummor från Trafikverkets besiktning 2021-10-08.

3 Befintlig dagvattenhantering

I GIS har naturliga avrinningsområden för dagvatten kartlagts för utredningsområdet. Dessa presenteras i följande avsnitt tillsammans med information från inventeringen i fält.

3.1 Avrinningsområden och inventering

Området utgörs av och angränsar i huvudsak till skogsmark som används för skogsbruk. Öster om området passerar riksväg 44/E45 och i väst Vänersborgsvägen. I sydväst ansluter ett befintligt bostadsområde, benämnt Hults höjd, och i nordväst angränsar området till Hultsjön. Området är kuperat och höjden varierar inom området, från +60 m som lägst till +85 m som högst. Figur 14 - Figur 16 visar drönbilder över utredningsområdet



Figur 14. Drönbild mot norr med E45 österut. Aktuellt område består av skogsmark och avverkad skogsmark. Grön pil anger ytavrinning mot trummor under E45 (Foto Norconsult, Oliver Willskytt).



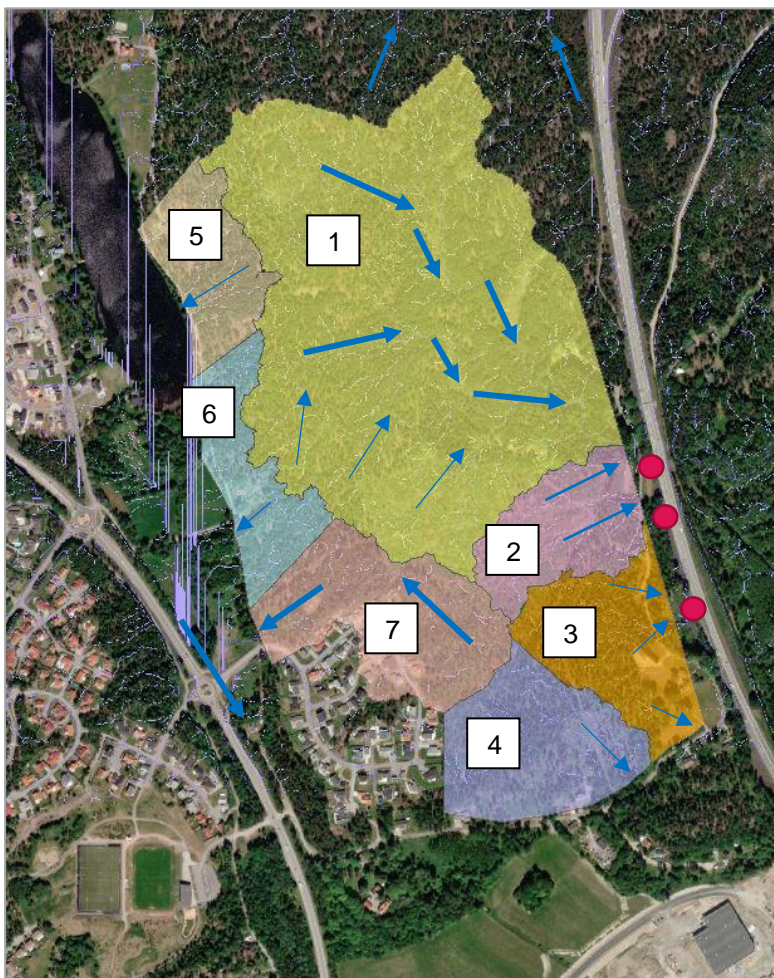
Figur 15. Drönbild mot Överby köpcentrum i söder och befintligt bostadsområde vid sydvästra delen av aktuellt område. Området består av skogsmark och vid bebyggelse finns kärmark (foto Norconsult, Oliver Willskytt).



Figur 16. Drönbild med Hultsjön i nordväst (foto Norconsult, Oliver Willskytt).

I Figur 17 visas befintliga delavrinningsområden inom utredningsområdet där utlopp för avrinningen sätts i utredningsområdesgräns. För delavrinningsområde 1–4 sker avrinning österut mot ett dike längs med E45. Det avleds sedan dels vidare österut via trummor under E45, dels vidare söderut via diket till köpcentrum Överby. Delavrinningsområde 1–4 avrinner vidare ut i Göta älv. Ytavrinning från område 5–7 sker dels till Hultsjön och dels till utloppet från Hultsjön. Utloppet är en bäck. Även

delområde 5–7 avleds vidare ut i Göta älv. Norr om områdesgränsen sker ytavrinningen mot vattenförekomsten Vassbotten, Vänersborg kommun.



Figur 17. Befintliga avrinningsområden 1–7 inom utredningsområdet. Pilarnas storlek symboliserar storleksordning på flöden. Röda punkter visar trummor från Trafikverkets besiktning 2021-10-08.

Det är oftast fördelaktigt att i så stor utsträckning som möjligt bevara de större naturliga avrinningsstråken även efter exploatering. Dessa stråk kan med fördel kombineras med grönstråk eller gatustrukturer i planerad utformning av området. Uppsamlade dagvattenlösningar inom området bör också planeras utifrån/ och harmonisera med dessa.

3.2 Fältbesök 2021-05-28

Vid fältbesöket studerades kärmarken vid befintligt bostadsområde (i anslutning till delavrinningsområde 7), se Figur 18 – Figur 20. Vid tidpunkten för besöket var vattenytan i kärret vid markytan och det är ett tydligt utlopp nordväst om befintlig bebyggelse. Marken vid husen som är närmast kärmarken är uppfyllt ca 0,5 m. Växtligheten i kärret består av gran och sly med låga naturvärden.



Figur 18. Marken vid befintliga husen vid kärret är uppfyllt ca 0,5 m. (foto Norconsult, Britt-Inger Norlander).



Figur 19. Vid befintligt bostadsområde sydväst i utredningsområdet finns kärmark (foto Norconsult, Britt-Inger Norlander).



Figur 20. Vid fältbesöket var vattenytan i kärmarken i nivå med markytan (Foto Norconsult, Britt-Inger Norlander).



Figur 21. Avrinning från utredningsområdet sker österut mot väg E45. En del av området avvattnas via den nordligaste trumman under väg E45 (Foto: Norconsult, Britt-Inger Norlander).



Figur 22. Avrinningen i södra delen av utredningsområdet sker mot köpcentrum Överby (Foto: Norconsult, Britt-Inger Norlander).

3.3 Befintliga dagvattenflöden

Vid beräkning av befintliga dagvattenflöden har rationella metoden använts, i enlighet med Svenskt Vattens publikationer P110. Ekvationen för dimensionerande dagvattenflöden framgår av ekvation nedan:

$$Q = A \times \varphi \times i \times k_f$$

Q = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets totala yta [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i = dimensionerande regnintensitet [l/(s,ha)]

k_f = klimatfaktor [-]

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den tidsmässigt mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Exempelvis används vanligen avrinningskoefficienten 0,8 för asfaltsytor och 0,1 för kuperad naturmark. Vid dimensionering av befintliga dagvattenflöden har en klimatfaktor på 1,0 använts.

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Vattenhastigheten och därigenom rinntiden har beräknats med Mannings formel vilken framgår av ekvation nedan:

$$v = M \times R^{2/3} \times S^{0.5}$$

v = vattenhastighet [m/s]

M = Mannings tal [m^{1/3}/s]

R = vattendjup [m]

S = lutning [-]

Dimensionerande rinntid för befintliga flöden redovisas i Tabell 4. Rinntiden är den tiden det tar för den punkten som tidsmässigt har den längsta rinnvägen inom delavrinningsområdet att nå fram till beräkningspunkten.

Tabell 4. Befintliga dagvattenflöden

Delavrinnings- område	Markanvändning	Area [ha]	Red area [ha]	φ	Dim. rinntid [h]	Regn- intensitet 20-årsregn [l/s, ha]	Q _{20- årsregn} [l/s]
1	Skogsmark	37,2	3,72	0,1	35	130,8	490
2	Skogsmark	4,9	0,49	0,1	25	164,1	80
3	Skogsmark	6,2	0,62	0,1	20	189,8	120
4	Skogsmark	6,9	0,69	0,1	25	164,1	115
5	Skogsmark	4,4	0,44	0,1	45	109,8	50
6	Skogsmark	4,4	0,44	0,1	25	164,1	70
7	Skogsmark	8,1	0,81	0,1	35	130,8	105
Totalt		72,1	7,2	0,1	-	-	1030

Flödet för befintlig situation är utifrån en återkomsttid på 20 år sammantaget ca 1000 l/s.

4 Föreslagen dagvattenhantering

Föreliggande exploateringsförslag leder till förändrade dagvattenflöden och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem.

Nedan följer förslag till en hållbar dagvattenhantering med avseende på kvantitet/avledning och kvalitet/rening. Utredningen ska säkerställa att den förändring av markanvändning som föreslås inom utredningsområde inte medför ökande utgående dagvattenflöden eller försämrade förutsättningar för recipient att uppnå dess miljö kvalitetsnormer (MKN).

Även vid beräkning av framtida dagvattenflöden har rationella metoden använts, se ekvation i avsnitt 3.3. Vid dimensionering av framtida dagvattenflöden har en klimatkoefficient på 1,25 använts. I Tabell 5 presenteras dimensionerande rinntid för framtida bebyggelse och beräknade flöden.

Enligt P110 ska sammanvägda avrinningskoefficienter användas för områden där bebyggelsens utformning inom utredningsområdet inte är färdigställd och en detaljerad beräkning av avrinningskoefficient inte är möjlig. En sammanvägd avrinningskoefficient på 0,4 har valts för framtida bebyggelse för Hults höjd. Det motsvarar öppet byggnadssätt (flerfamiljshus) samt radhus, kedjehus i flack terräng eller villatomter i kuperad terräng.

Utbredningen av delavrinningsområde 1 - 7 framgår av Figur 17.

Tabell 5. Framtida dagvattenflöden

Delavrinningsområde	Markanvändning	Area [ha]	Red area [ha]	ϕ	Dim. rinntid [h]	Regnintensitet 20-årsregn [l/s, ha]	Q _{20-årsregn} [l/s]
1	Flerfamiljshus mm.	37,2	14,89	0,4	15	283,8	4225
2	Flerfamiljshus mm.	4,9	1,98	0,4	10	358,4	710
3	Flerfamiljshus mm.	6,2	2,49	0,4	10	358,4	890
4	Flerfamiljshus mm.	6,9	2,78	0,4	10	358,4	995
5	Flerfamiljshus mm.	4,4	1,74	0,4	20	237,2	415
6	Flerfamiljshus mm.	4,4	1,74	0,4	10	358,4	625
7	Flerfamiljshus mm.	8,1	3,24	0,4	15	283,8	920
Totalt		72,1	28,8	0,4	-	-	8780

Skillnaden i befintligt dagvattenflöde och framtida dagvattenflöde i samband med exploatering, se Tabell 4 och Tabell 5, utgör grunden till erforderligt fördröjningsbehov för utredningsområdet. Sammantaget ska flödet fördröjas från ca 8800 l/s till ca 1000 l/s inom utredningsområdet, utifrån en dimensionerande återkomsttid på 20 år.

4.1 Erforderlig fördröjningsvolym

Magasinsbehovet är beräknat utifrån att ett framtida 20-årsregn ska fördröjas till ett befintligt 20-årsregn för samtliga delavrinningsområden. Av Tabell 6 framgår beräknat magasinbehov för fördröjning av dagvatten.

Tabell 6. Erforderlig magasinsvolym för fördröjning av ett framtida klimatanpassat 20-årsregn till ett befintligt 20-årsregn. Nyckeltal över behov av fördröjning i m³ per reducerad hektar.

Delavrinnings- område	Totalt avtappningsflöde [l/s]	Reducerad ansluten area [ha]	Total fördröjningsvolym [m ³]	Nyckeltal - behov fördröjning [m ³ / red. ha]
1	487	14,89	3930	265
2	81	1,98	480	240
3	118	2,49	560	225
4	114	2,78	670	240
5	48	1,74	490	280
6	71	1,74	420	240
7	106	3,24	860	265
Totalt	-	28,8	7410	-

För att fördröja dagvattnet till befintligt flöde blir fördröjningsbehovet relativt stort. Sammantaget är fördröjningsbehovet inom hela utredningsområdet ca 7500 m³.

Enligt Trollhättans stad dagvattenstrategi bör, som en extra säkerhetsmarginal, fördröjning av dagvatten ske på kvartersmark. Sådana överenskommelser mellan kommunen och exploatören regleras i avtal. Avtalen bör reglera att fördröjning anläggs i enlighet med detaljplanens dagvattenutredning, alternativt fördröjning motsvarande 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta. Överenskommelser om extra fördröjning av dagvattnet ska inte göras för småhustomter.

Det är möjligt att ta höjd för en än högre fördröjningsvolym är den beräknade som fördröjer ett framtida klimatanpassat 20-årsregn till ett befintligt 20-årsregn. Detta genom att anlägga multifunktionella ytor inom området alternativt att dagvattenlösningarna placeras och utformas på ett sådant sätt att de tillåts översvämmas vid extrem nederbörd.

4.2 Principlösningar för dagvattenhantering

Det finns ett flertal olika sätt att fördröja och rena dagvatten. I följande kapitel presenteras några alternativ för fördröjning och/ eller rening av dagvatten.

4.2.1 Svackdike

Ett svackdike kan ses som ett alternativ eller en komplettering till traditionella dagvattensystem och används främst vid vägar, gator, gång- och cykelbanor där man önskar ett öppet dagvattensystem. Meningen är att de skall fungera som transportsystem och för magasinering av dagvattnet. Svackdikena kan förses med strypt utlopp för att vidaregående flöde skall begränsas.

Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning, se Figur 23 och Figur 24. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn.

Ett svackdike bör inte beaktas som ett komplett reningssystem. Däremot är det en metod som ger effektiv rening av kväve och även upp till 20 % av metaller. Eftersom svackdikena i princip är självgödslande på grund av alla näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling.



Figur 23. Exempel på utformning av ett svackdike (Foto: Norconsult)



Figur 24. Exempel på svackdike i Gyllins trädgård, Malmö (Foto: Norconsult)

4.2.2 Översilningsytor

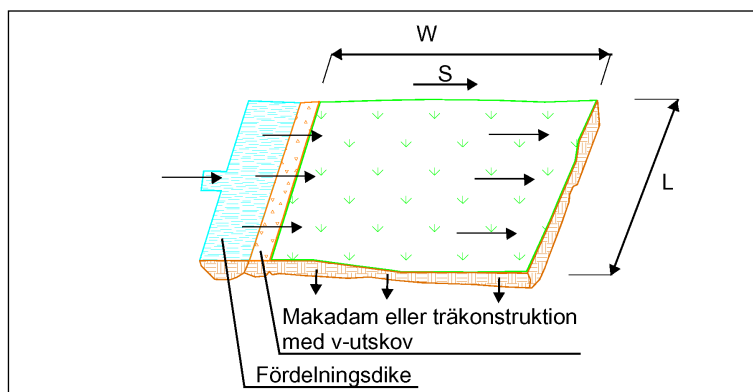
Genom att avleda vatten från tak och andra hårdgjorda ytor till så kallade översilningsytor finns möjlighet till såväl utjämning som rening av dagvatten. Översilningsytor är permeabla vegetationsytor i relativt svag lutning, maximalt omkring 15 %, där vattnet bromsas upp och infiltreras till underliggande mark. Sådana ytor kan utgöras av grönytor eller mer skogslik terräng och anläggs med fördel så nära källan som möjligt.

För bästa effekt bör dagvattnet spridas ut över en översilningsyta, hellre än släppas i en enda punkt. Spridningen kan ske med hjälp av en spridningsledning, genom makadam eller med hjälp av en träkonstruktion med v-utskov. För att ytterligare reducera risken för erosion vid höga flöden kan översilningsytor förses med erosionsskydd, t.ex. kokosnät som vegetationen kan etableras i.

Direkt nedströms en översilningsyta bör ett avskärande dike anläggas, för omhändertagande av dagvatten som inte infiltrerat. Översilningsytor kan även seriekopplas med avskärande diken med jämna mellanrum för uppbromsning och fördelning av dagvatten innan nästkommande yta.

Rening uppnås genom att partiklar ackumuleras på växtligheten samt sedimenteras på ytan. Reningsprocesserna påverkas av kontakttiden mellan dagvattnet och vegetationsytan, ytans storlek samt markens infiltrationsegenskaper. I Vägverkets publikation 1998:009 föreslås en arbetsgång för dimensionering av översilningsytor och gräsbevuxna diken.

Med rätt utformning kan översilningsytor utgöra estetiska värden i ett område och jämfört med många andra system för utjämning av dagvatten är anläggningskostnaderna som förknippas med översilningsytor relativt låga. I Figur 25 visas en skiss över utformningen av en översilningsyta.



Figur 25. Översilningsyta (L = längd, W = bredd, S = längsgående lutning)

4.2.3 Damm

Fördröjningsdammar är en bra behandling av stora vattenvolymer med dagvatten och har (vid korrekt konstruerad och underhållen) en god reningsgrad. Dammen kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns, se Figur 26. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp, kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt och rengörs på föroreningar genom olika processer. Vid inloppet använder man vanligtvis ett grövre sediment än vid utloppet.



Figur 26. Exempel på dagvattendamm i bostadsmiljö i bostadsmiljö Maria Hage i Helsingborg (Foto: Emma NK)

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspegel eller inte. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering.



Figur 27. Exempel på damm (foto Norconsult)



Figur 28. Exempel på dagvattendamm i Trönninge i Varberg (Foto: Norconsult)

Fördelar med fördröjningsdammar är att man effektivt kan ta hand om stora mängder dagvatten samtidigt som de kan ha god reningseffekt. Dammen kan också leverera ekosystemtjänster även om dess huvudsakliga uppgift är att rena. En nackdel är att de kräver stort utrymme. Dessutom måste skötsel i form av gräsklippning etc. genomföras regelbundet för att de skall fungera tillfredsställande. Ett vanligt problem med dagvattendammar är att in och utlopp sätter igen och att man fått oönskad vegetationsutbredning om man inte underhåller dammen. Dammar är inte heller lika effektiva som andra tekniker på att avskilja kväve och lösta metaller därför är denna metod inte att rekommendera om dessa ämnen är prioriterade, detta på grund av att kväve exempelvis inte är partikelbundet och är därför svårt att sedimentera. Däremot har det förekommit vissa fall där en del dammar ändå uppnått en relativ hög avskiljning av dessa ämnen.



Figur 29. Exempel på damm och ränna i lekmiljö i Kristianstad (Foto: Emma NK)

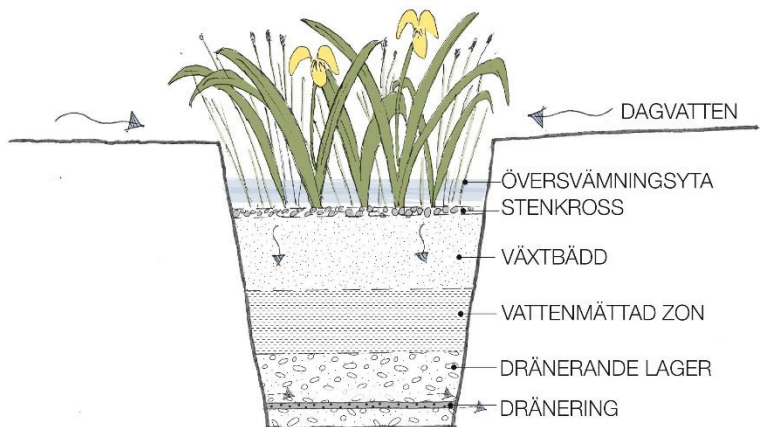
4.2.4 Regnbädd

Så kallade regnbäddar (eng: rain garden), se Figur 30, utgörs av växtbäddar med underliggande infiltrationsmaterial som lokalt tar hand om dagvatten. Regnbäddar anläggs normalt så att dagvattnet från närliggande hårdgjorda ytor kan magasineras och infiltreras effektivt inom ca ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en regnbädd att ha någon synlig vattenyta.



Figur 30. Kommunalt pilotprojekt i Kviberg i Göteborg (Foto: Norconsult)

Växtbädden underlagras lämpligen av ett väl-dränerat lager av exempelvis makadam, där flödesutjämnningen till stor del äger rum. I botten av varje regnbädd föreslås en dräneringsledning anläggas, för avtappning av utjämnat dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten. Genom att välja lämplig dimension på utloppsledningen kan avtappningen från respektive regnträdgård regleras. I Figur 31 redovisas en principiell sektion av en regnträdgård.



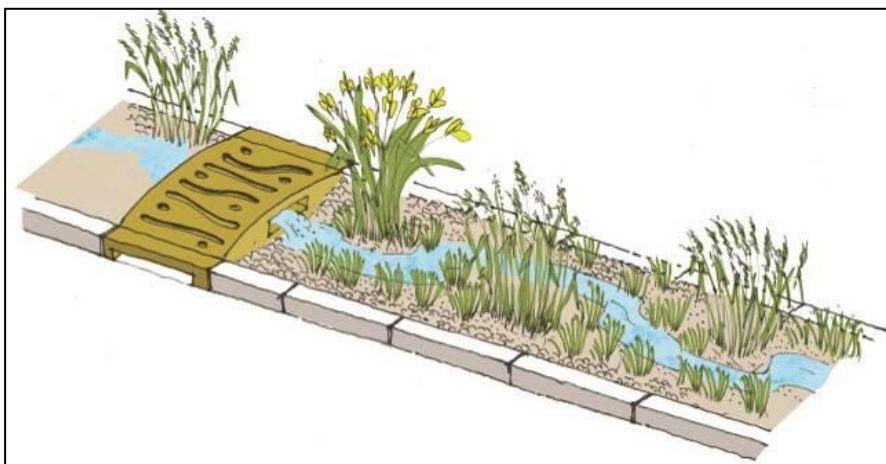
Figur 31. Uppbyggnad av en regnbädd, (Illustration: Norconsult)

För att säkerställa den långsiktiga funktionen erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Regnbäddar erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Beskärning och nyplantering kan också förekomma. För vissa anläggningar fordras bevattning de första två åren för att säkerställa en god etablering. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

Takvattnet kan t.ex. ledas ned till s.k. regnbäddar av varierande storlek vid husens entréer. Samtidigt som de tar hand om och renar dagvattnet skapar de attraktiva planteringar och välkomnande entréer. Överskottsvattnet från respektive regnbädd avleds ytligt vidare genom området i olika former för att till slut mynna ut i recipienten.

4.2.5 Biofilterdiken

Biofilterdiken, se Figur 32, kan beskrivas som grunda diken med svag lutning. Dikena används för att samla upp, leda, rena och infiltrera dagvatten. Biofilterdike är ett samlingsnamn för alla typer av diken som uppfyller dessa krav och således kan svackdiken räknas som en typ av biofilterdike. Reningen av dagvattnet är en central del av biodikets roll, vilken sker genom sedimentering, filtrering och växtupptag av föroreningar. Effektiviteten styrs av bland annat vattnets hastighet och uppehållstid i biodiket, vegetationens täthet och art samt jordens infiltrationsförmåga. Biofilterdiken erfordrar viss årlig skötsel, omgrävning kan komma att erfordras. Uppbyggnaden är den samma som för en regnbädd.

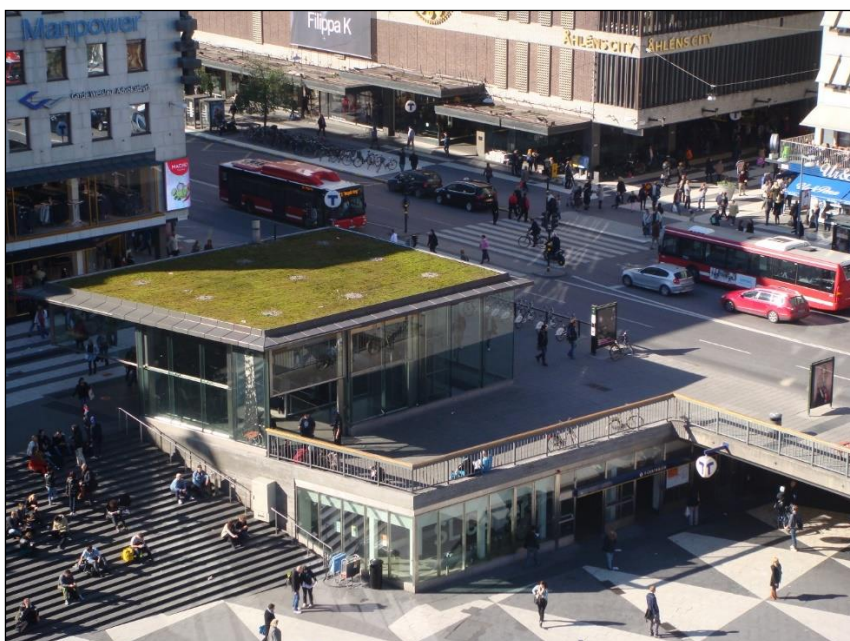


Figur 32. Biofilterdike (Illustration: Norconsult)

4.2.6 Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från taktytor kan byggnader förses med gröna tak. Det kan vara bra att tillämpa när man vill fördröja vattnet något när risken för översvämningar finns på ledningarna. Ett grönt tak består av flera lager; vegetation, jordlager, dräneringslager och ett tätskikt.

Vegetationsklädda taktytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom kan gröna tak magasinera upp till 10 mm nederbörd vid enskilda regntillfällen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Tunna sedumtak (30 mm) kan magasinera upp till 20 l/m² medan tjockare kombinationstak med sedum och gräs (120 mm) kan magasinera upp till 60 l/m². Vegetationsskiktet bör ej bli för djupt då detta kan medföra att oönskade arter etablerar sig. Avrinningskoefficienten för gröna tak kan variera mellan 0,6 och 0,7. Se Figur 33 för exempel på grönt tak i stadsmiljö.



Figur 33. Exempel på grönt tak i stadsmiljö. Sergelstorg, Stockholm (Foto: Norconsult)

Förutsättningar för att tekniken skall kunna utnyttjas är att taket inte har alltför brant lutning. Takkonstruktionen skall vara dimensionerad för den extra last som det gröna taket innebär. Lasten är dock inte större än att det motsvarar ett vanligt tegeltak för ett extensivt sedumtak.

Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Det kan också bidra till bättre luftkvaliteter och gynna ekosystemtjänster. Dessa tak kräver dock skötsel i form av gödsel och bevattning för att bibehålla sin funktion och karaktär särskilt under etableringsfasen. Gödsel och näringsämnen kan därför också orsaka föroreningar av vattnet som avrinner från taken. Däremot är mängden vatten inte särskilt stor då det mesta absorberas av jorden och växterna på taket. Dessutom påverkar också valet av växter hur mycket gödsel som behövs. Det finns även studier som visar på att gröna tak bidrar till en minskning av sura utsläpp till naturliga vattenrecipienter.

4.2.7 Regnvattentunnor

Regnvattentunnor är ett relativt enkelt alternativ för omhändertagande av dagvatten från taktytor. Regnvatten samlas upp via utkastare i en regnvattentunna och kan sedan användas för exempelvis bevattning. Se Figur 34 för exempel.



Figur 34. Regnvattentunna för magasinering av dagvatten (Foto: Bauhaus)

Regnvattentunnor bör tömmas regelbundet för att de skall fungera tillfredsställande. Vid kraftiga eller flera på varandra följande regn kan vattentunnorna svämma över. Då är det viktigt att förebyggande åtgärder har vidtagits så att dagvattnet leds bort från huset och inte rinner in mot husgrunden där det kan orsaka fuktskador.

4.2.8 Avledning via rännor och plattor

Dagvatten kan också samlas upp och ledas ytligt via utkastare och anlagda rännor. Figur 35 och Figur 36 visar exempel på utformning av sådana system.



Figur 35. Stuprören anslutna till rännor för avledning av takvatten i Malmö (Foto: Emma NK)



Figur 36. Exempel på ränna för avledning av takvatten i Helsingborg (Foto: Emma NK)

4.2.9 Genomsläppliga beläggningar

För att minska avrinningsvolymen och maxflöden från hårdgjorda ytor, kan markbeläggning till exempel utgöras av en genomsläpplig beläggning. Genom att använda alternativ till asfalt och plattor längs mindre gator, torg och parkeringar kan man möjliggöra infiltration med hjälp av porer med makadamfyllda magasin. Exempel på genomsläppliga material är hålsten av betong, permeabel asfalt och grus eller en kombination av dessa, se Figur 37.



Figur 37. Yta med hålsten av betong, makadambelagd gång, samt gångstig med gräs och några gångplattor i betong (Foto: Norconsult)

En genomsläpplig beläggning kan fånga upp en del partiklar och partikelbundna föroreningar. En forskningsstudie har uppmätt att minskningen av partikelhalten har uppskattats till 60-95 %, 90 % metaller och 80-85 % av kväve och fosfor. Materialet i beläggningen har en stor betydelse på reningseffekten. Ett grövre material har en större infiltrationsförmåga men däremot en mindre reningseffekt än hos ett finare material. Därför kan det också påverka grundvattnet om man använder ett grövre material. Valet av materialet måste därför övervägas om det exempelvis redan förekommer grundvattenföroreningar. Även lakning av föroreningar så som kväve och fosfor har påvisats. Här måste därför val av material också tas i hänsyn när vattenkvaliteten står i fokus.

5 Framtida dagvattensystem

5.1 Föreslaget dagvattensystem

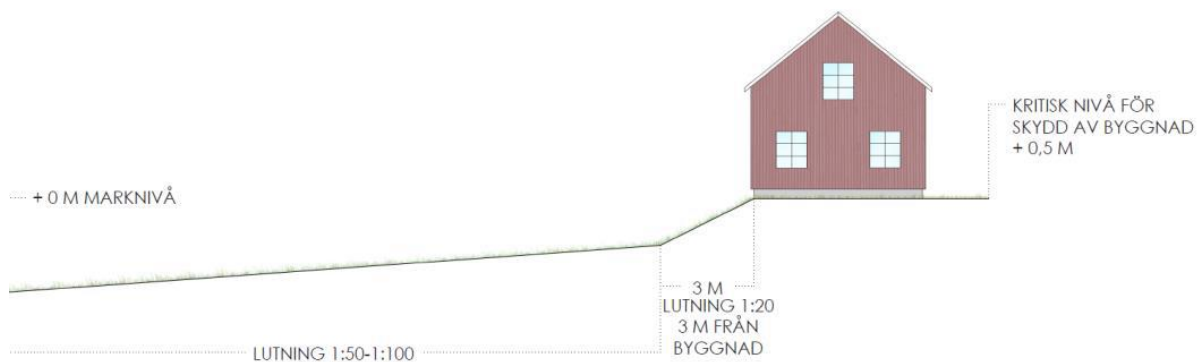
Framtida dagvattensystem inom utbyggnadsområdet bör i möjligast mån utgöras av öppna och lokala dagvattenlösningar, förutsatt att det är tekniskt möjligt och försvarbart utifrån ett kostnadseffektivt perspektiv. En kombination av lokala dagvattenlösningar inom kvarteretsmark och större uppsamlade dagvattenlösningar på allmän platsmark kan bli aktuellt för att uppnå fördröjningsbehovet och minska föroreningsbelastningen från planområdet ytterligare och främja att god vattenstatus uppnås.

Lokalt omhändertagande av dagvatten i öppna system i anslutning till där dagvattnet uppstår förespråkas av såväl Svenskt vatten samt Trollhättans stads dagvattenstrategi, se kapitel 4.3. Öppna och lokala dagvattenlösningar leder till robustare dagvattenhantering, minskad påverkan på vattenbalansen, minskad sårbarhet vid skyfall, attraktiv boendemiljö och ökad biologisk mångfald. Enligt dagvattenstrategin "ska fördröjning och omhändertagande av dagvatten göras lokalt så långt det är möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen.". Om allmän platsmark beläggs vid redovisade lågpunkter, se kapitel 2.6, utgör dessa möjlighet för avvattning av kvarteretsmark.

5.2 Höjdsättning

De delar av området som ska uppföras med nya byggnader föreslås höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid ett 100-årsregn inte skadar byggnader. Gator och fastigheter ska i möjligaste mån harmonisera med varandra. Byggnader bör generellt höjdsättas till en nivå högre än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dränvatten samt spillvatten ska kunna erhållas, se Figur 38. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P105.

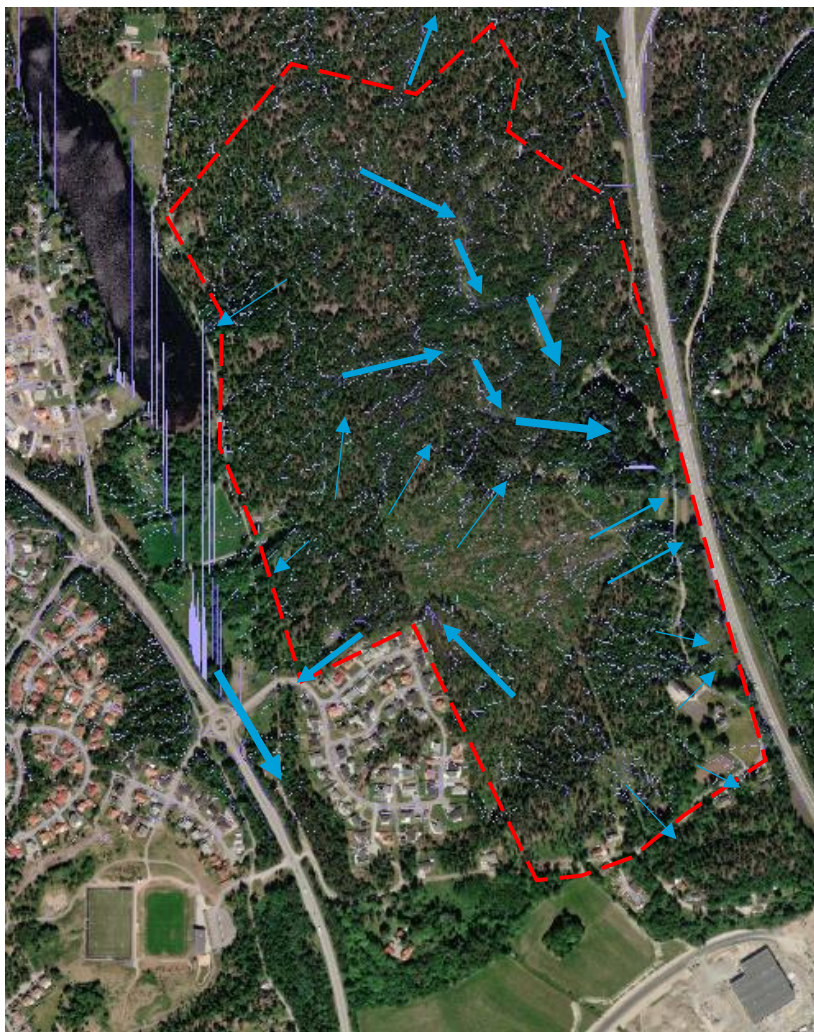
Om höjdsättningen av sockelnivån utformas enligt rekommendationerna, så att gator i området alltid är belägna på lägre nivåer än kringliggande mark, kan dagvatten avledas via gatorna om dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas vid extrem nederbörd.



Figur 38. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult)

5.3 Avrinningsvägar vid extrem nederbörd

Vid extrem nederbörd kommer kapaciteten att överskridas i dagvattensystemet varvid vatten behöver avledas ut från området ytledes för att inte orsaka översvämning, skador på egendom eller fara för tredje person. Avledningen sker lämpligast via gator som därför bör vara belägna på lägre nivåer än angränsande kvarteretsmark. Enligt avrinningsanalysen i GIS, se Figur 39, bedöms dagvatten vid skyfall avledas via markerade huvudstråk.



Figur 39. Avrinningsvägar vid extrem nederbörd. Pilarnas storlek symboliserar storleksordning på flöden.

Vid en exploatering är det viktigt att bevara eller skapa öppna rinnvägar då det innebär goda förutsättningar att hantera skyfall när området bebyggs.

För att förhindra översvämning föreslås höjdsättningen av området anpassas för fortsatt ytavledning av större dagvattenflöden via naturliga rinnvägar enligt Figur 39. Det är oftast fördelaktigt att i så stor utsträckning som möjligt bevara de större naturliga avrinningsstråken även efter exploatering. Dessa stråk kan med fördel kombineras med grönstråk eller gatustrukturer i planerad utformning av området. Uppsamlade dagvattenlösningar inom området bör också planeras utifrån/ och harmonisera med dessa. Det är även bra att ha multifunktionella ytor inom området som kan tillåtas översvämmas vid extrem nederbörd. Befintliga lågområden bevaras lämpligen som översvämningsbara ytor (förutsatt att dagvatten fortsatt leds dit) för att avlasta system nedströms, exempelvis trummorna under E45 vars kapacitet inte är kartlagd. Kapaciteten bör utredas i fortsatt arbete.

Om bebyggelse planeras vid de större avrinningsstråken (markerade med bredare pilar och som också avleder naturvatten från lite större uppströms liggande områden) kan diken eller kantsten vara ett alternativ för styrd avledning av flöden. Genom detta kan dagvatten ges möjlighet att avrinna ytledes utan att ansamlas nära byggnader och därmed riskera skada på byggnader.

Avskärande diken invid nybyggnation som kan påverkas av naturmarksavrinning uppströms är också ett alternativ. Dagvatten från naturmark bör inte avledas tillsammans med dagvatten från hårdgjorda ytor då det på grund av lägre föroreningsinnehåll inte omfattas av reningskrav. Viktigt att tänka på är också utformning av byggnader och genom detta undvika att skapa instängda områden vid fasad.

6 Dagvattenföroreningar

Verktyget StormTac har använts för att beräkna föroreningsbelastningen för området samt rening av dagvattnet i olika dagvattenanläggningar. I StormTac används schablonvärden för koncentrationer av olika föroreningar. Schablonvärdena är baserade på markanvändningstyp och är framtagna i första hand med hjälp av serier med flödesproportionell provtagning, i vissa fall används dock även enskilda provtagningar. Mätningarna är till stor del från svenska förhållanden men vissa mätserier är även från andra länder. De värden som StormTac anger är ett viktat standardvärde baserat på litteraturstudier. Det är alltså varken ett medel- eller medianvärde.

Årsmedelflödet är baserat på en nederbördsmängd på 951,7 mm/år (SMHI, station Trollhättan) multiplicerat med en korrektionsfaktor på 1,1.

Av Tabell 7 och Tabell 8 framgår beräknade halter och mängder av dagvattenföroreningar för befintlig och framtida markanvändning för utredningsområdet, före respektive efter rening av dagvattnet via föreslagna dagvattensystem.

För befintlig situation användes schablonen för skogsmark som markanvändning för utredningsområdet.

För framtida situation används schablonerna för villa- och radhusområde som markanvändning för utredningsområdet.

För framtida dagvattensystem är rening via lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) förutsatt. Vald schablon i StormTac för hela utredningsområdet är lika delar radhusområde och villaområde med total LOD.

Tabell 7. Utredningsområdets föroreningsbelastning på Göta älv före och efter rening av dagvattnet i föreslagna system. Rödmarkerade siffror innebär att halten överskrider befintlig föroreningsbelastning.

Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Framtida situation, före rening [$\mu\text{g/l}$]	Framtida situation, efter rening via LOD [$\mu\text{g/l}$]
P	16	150	95
N	300	1 300	1 100
Pb	2,6	6,7	2,9
Cu	4,9	16	8,6
Zn	12	58	38
Cd	0,088	0,33	0,14
Cr	1,6	3,1	1,7
Ni	2,5	5,2	3,7
Hg	0,0061	0,013	0,0078
SS	13 000	30 000	13 000
Olja	97	310	160
PAH16	0,041	0,35	0,15
BaP	0,0041	0,031	0,017

Rödmarkerade siffror i Tabell 7 innebär att halten överskrider befintlig föroreningsbelastning.

Tabell 8. Utredningsområdets föroreningsbelastning på Göta älv före och efter rening av dagvattnet i föreslagna system. Rödmarkerade siffror innebär att mängden överskrider befintlig föroreningsbelastning

Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Framtida situation, före rening [kg/år]	Framtida situation, efter rening via LOD [kg/år]
P	4,7	55	29
N	89	490	340
Pb	0,78	2,5	0,91
Cu	1,5	5,8	2,7
Zn	3,5	22	12
Cd	0,027	0,12	0,044
Cr	0,48	1,2	0,52
Ni	0,75	1,9	1,1
Hg	0,0018	0,0049	0,0024
SS	3 800	11 000	4 000
Olja	29	120	48
PAH16	0,012	0,13	0,047
BaP	0,0012	0,012	0,0054

För nästintill samtliga studerade ämnen kommer föroreningsbelastningen för framtida situation, efter rening via LOD, att öka såväl i halt som i mängd jämfört med den befintliga föroreningsbelastningen, se Tabell 7 och Tabell 8. Detta frånsett halten av suspenderade material som förblir oförändrat.

Resultatet i Tabell 7 och Tabell 8 tyder på att ytterligare rening krävs utöver LOD ifall föroreningsbelastningen ska uppnå befintlig belastning eller i alla fall vara i den storleksordningen. Exempel på ytterligare reningslösningar för att sänka föroreningsbelastningen ytterligare är översilningsytor, biofilterdiken, regnbäddar och dammar. Detta studeras förslagsvis närmare när utformningen av området är med detaljerad.

7 Slutsats

Då utredningsområdet omvandlas från skogsmark till bostadsområde och mängden hårdgjord yta därmed ökar för stora delar av området blir fördröjningsbehovet av dagvatten relativt stort med en total fördröjningsvolym på ca 7 400 m³ för hela utredningsområdet.

För att uppnå fördröjningsbehovet inom området föreslås i första hand öppna och lokala dagvattenlösningar. En kombination av lokala dagvattenlösningar inom kvartersmark och större uppsamlade dagvattenlösningar på allmän platsmark kan bli aktuellt för att uppnå fördröjningsbehovet och minska föroreningsbelastningen från planområdet ytterligare och främja att god vattenstatus uppnås.

Föroreningsberäkningarna i utredningen visar på en ökad föroreningsbelastning på recipienten efter rening via lokalt omhändertagande av dagvatten med undantag för en minskning av suspenderat material. Eftersom dagvattenhanteringen fastställs först senare görs ingen kvalitativ bedömning av planens påverkan på miljökvalitetsnormerna för ytvatten i Göta älv - Slumpån till stallbackaan i nuläget.

För att förhindra översvämning föreslås höjdsättningen av området anpassas för fortsatt ytavledning av större dagvattenflöden via naturliga rinnvägar. Om bebyggelse planeras vid de större avrinningsstråken kan diken eller kantsten vara ett alternativ för styrd avledning av flöden. Avskärande diken invid nybyggnation som kan påverkas av naturmarksavrinning uppströms är också ett alternativ. Dagvatten från naturmark bör inte avledas tillsammans med dagvatten från hårdgjorda ytor då det på grund av lägre föroreningsinnehåll inte omfattas av reningskrav.

Det är oftast fördelaktigt att i så stor utsträckning som möjligt bevara de större naturliga avrinningsstråken även efter exploatering, vilka framgår av Figur 17. Dessa stråk kan med fördel kombineras med grönstråk eller gatustrukturer i planerad utformning av området. Uppsamlade dagvattenlösningar inom området bör också planeras utifrån/ och harmonisera med dessa. Det är även bra att ha multifunktionella ytor inom området som kan tillåtas översvämmas vid extrem nederbörd. Befintliga lågområden bevaras lämpligen som översvämningsbara ytor (förutsatt att dagvatten fortsatt leds dit) för att avlasta system nedströms.

För att arbeta vidare med att förbereda för den kommande exploateringen följer här förslag till framtida utredningsbehov:

- Då flödes- och magasinsberäkningar till stor del bygger på utformning av området samt hårdgöringsgrad bör, när en mer etablerad utformning av områden är fastställt, beräkningar uppdateras och föreslagna dagvattenhantering beskrivas närmare. Eventuellt behöver utredningen kompletteras med ytterligare reningssteg för att minska föroreningsbelastningen till recipienten. (Möjligheterna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) beror bl.a. på höjdsättning, infiltration, hårdgöringsgrad samt utformning av området.)
- Utifrån ovanstående punkt behöver även föroreningsberäkningarna uppdateras utifrån de anläggningar som faktiskt föreslås i det fortsatta arbetet.
- Detaljerad dimensionering och projektering av dagvattenanläggningar och dagvattensystem görs i samband med detaljplan.
- Vid förändrad markavvattning av kärmarken inom delavrinningsområde 7 kan det krävas geohydrologisk utredning och eventuellt tillstånd för vattenverksamhet.
- Säkerställa att nedströms liggande avrinningsvägar har kapacitet att avleda dagvatten utifrån gällande dimensioneringsförutsättningar, speciellt gäller det trummorna under E45.
- Utredda status och kapacitet på trummorna under E45.
- Utredda behov och tillgänglighet av ytor strax uppströms de två nordligast belägna trummorna under E45 samt området söder om trummans läge mot köpcentrum Överby (i anslutning till den sydligaste trumman) för att fördröja dagvattenflöden över det dimensionerade flödet.
- Bedömning av påverkan på miljökvalitetsnormer för ytvatten görs när föreslagna dagvattenhantering är fastställd.

8 Litteraturförteckning

- Länsstyrelsen Västra Götalands län . (2021). *Informationskarta*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Riksantikvarieämbetet. (2021). *Fornsök*. Hämtat från Fornsök: <https://app.raa.se/open/fornsok/>
- SGU. (2021). *Kartvisare Grundvattenmagasin*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin.html>
- SGU. (2021). *Kartvisare Jordarter 1:25000 - 1:100000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Trollhättans stad. (2021). *Dagvattenstrategi (remiss)*.
- Vatteninformationssystem Sverige. (2021). *Göta älv - Slumpån till stallbackaån* . Hämtat från VISS: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459>