

Dagvattenutredning till detaljplan för Sjölanda Östra

Uppdragsnr: 108 41 75 Version: Färdig handling Datum: 2023-06-27



Foto: Trollhättans Stad

Uppdragsgivare:	Trollhättans Stad
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Viktor Zettergren
Konsult:	Norconsult AB
Uppdragsledare:	Emma Lindberg
Granskare:	Kristin Holmberg, Malin Törnberg
Handläggare:	Anna Johansson, Johanna Pålsson, Emma Lindberg

3.0	2023-06-27	Färdig handling	J.P., E.L.	E.L.	E.L.
2.0	2023-06-15	Granskningshandling	A.J., J.P., E.L.	M.T.	E.L.
1.0	2022-12-01	Granskningshandling	A.J., E.L.	K.H.	E.L.
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

På uppdrag av Trollhättans Stad har Norconsult AB utfört en dagvattenutredning som underlag till detaljplan för Sjölanda Östra. Planområdet är beläget ca 4 km söder om södra Trollhättan vid sjön Trehörningen. Området byggdes ut under 1940-talet för fritidhusbebyggelse. Under åren har karaktären förändrats mot att bli fler permanentbostäder. Planförslaget ämnar möjliggöra utveckling av befintlig bebyggelse i östra Sjölanda genom utökade byggrätter, vilket möjliggör att fler kan bygga om sina hus för att bättre motsvara de behov som finns i en åretruntbostad. Planen syftar även till att säkerställa att det finns förutsättningar för en trafiksäker lösning för kollektivtrafik i Sjölanda. Totalt omfattar detaljplanen 98 fastigheter vilka tillsammans utgör ca 21 ha.

Dagvattenutredningen avser utgöra underlag för att besvara Länsstyrelsens yttrande (daterat 2022-05-19) gällande detaljplanens påverkan på möjligheter att nå miljö kvalitetsnormer för vatten, påverkan på skyfallssituationen samt på befintligt diktningföretag.

Fastigheterna som omfattas av planförslaget avrinner mot sjön Trehörningen. Eftersom planområdet innefattar många bostadsfastigheter har markanvändningen för den obebbyggda delen av respektive fastighet inte inventerats. Vid beräkningar av dagvattenflöden har markanvändningen både vid befintliga och framtida förhållanden därför uppskattats med hjälp av stickprov. Baserat på områdets topografi har planområdet delats upp i delavrinningsområden A-H. Dagvattenberäkningar har endast utförts för den del av planområdet som ingår i delavrinningsområdet, då det är inom fastigheterna som markanvändningen förändras i och med planens genomförande.

Fördröjningsbehovet har beräknats utifrån att ett framtida 10-årsregn inklusive klimattfaktor ska fördröjas till ett befintligt 10-årsregn så att belastningen på recipient inte riskerar att öka. Inom ett av delavrinningsområdena finns ett befintligt diktningföretag. För att inte riskera att öka tillflödet till diktningföretaget har fördröjningsvolymen för det delavrinningsområdet beräknats för det utloppsflöde som diktningföretaget dimensionerats för. Föroreningsanalysen visar att både halter och mängder ökar vid utbyggnad inom planområdet, vilket medför att rening av dagvatten krävs, då ambitionsnivån är att inte öka föroreningsmängden jämfört med befintliga förhållanden.

För fördröjning och rening av dagvatten inom planområdet föreslås lokalt omhändertagande av dagvatten på fastighetsmark. Ytbehovet för en anläggning av typen makadamdike har beräknats schablonmässigt till 8–28% av tillkommande hårdgjord yta baserat på olika fördröjningskrav. Beräkningar visar att erforderlig fördröjningsvolym ryms inom ytanspråk för rening för de fastigheter som ej avleds till befintligt diktningföretag. För fastigheter inom delavrinningsområde E, vilka avleds till diktningföretaget, är det fördröjning som blir dimensionerande.

Förutsatt att föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningar implementeras bör inte utbygganden inom planområdet bidra till en försämring av de parametrar som analyserats inom ramarna för StormTac och på så vis är det osannolikt att utbyggnaden skulle bidra till att MKN för recipienten *Trehörningen med bäck* inte uppfylls.

Sett till skyfall rekommenderas befintliga lågpunkter och rinnvägar bevaras, kan inte detta åstadkommas behöver lågpunkternas funktion och kapacitet ersättas inom fastigheten. En höjdsättning med god säkerhetsmarginal som möjliggör framkomlighet rekommenderas vid vidare utbyggnad inom planområdet.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Planerad utbyggnad	6
1.1.1	<i>Kvartersmark</i>	8
1.1.2	<i>Allmän platsmark</i>	8
2	Förutsättningar	10
2.1	Underlag	10
2.2	Dagvattenstrategi	10
2.3	Miljö kvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster	12
2.4	Länsstyrelsens yttrande avseende MKN	12
2.4.1	<i>Riktvärden</i>	13
3	Områdesbeskrivning	14
3.1	Recipient	14
3.1.1	<i>Statusklassning och MKN recipient</i>	16
3.2	Befintlig dagvattenhantering	17
3.3	Vattenskyddsområden	18
3.4	Dikningsföretag	19
3.5	Geologiska och hydrologiska förutsättningar	20
3.6	Mark- och grundvattenföroreningar	21
3.7	Övriga skyddsvärda intressen	21
4	Flöden- och fördröjningsvolymsberäkningar	22
4.1	Avrinningsområden	24
4.2	Markanvändning	26
4.2.1	<i>Kvartersmark</i>	26
4.2.2	<i>Allmän platsmark</i>	29
4.2.3	<i>Sammanställning klassad markanvändning</i>	29
4.3	Dimensionerande dagvattenflöden	30
4.4	Erforderlig fördröjningsvolym	32
5	Föroreningsberäkningar	33
5.1	Föroreningsanalys	34
6	Förslag dagvattenhantering	38
6.1	Delavrinningsområde A	38
6.1.1	<i>Reningseffekt</i>	39
6.2	Delavrinningsområde B	40
6.3	Delavrinningsområde C-H	41
6.3.1	<i>Reningseffekt</i>	43
6.4	Lokalspecifika förutsättningar	46

6.5	Sammanvägd bedömning av påverkan på recipientens status	46
6.6	Bortvalda alternativ	47
7	Skyfall	49
7.1	Befintlig skyfallssituation	49
7.1.1	<i>Inom planområdet</i>	49
7.1.2	<i>Utom planområdet</i>	51
7.2	Planens påverkan på befintlig skyfallssituation	56
7.2.1	<i>Inom planområdet</i>	56
7.2.2	<i>Utom planområdet</i>	57
7.3	Förslag skyfallsåtgärder	58
8	Slutsatser och fortsatt arbete	59
8.1	Förslag dagvattenhantering	59
8.2	Förslag skyfallsåtgärder	59
9	Litteraturförteckning	60

BILAGOR

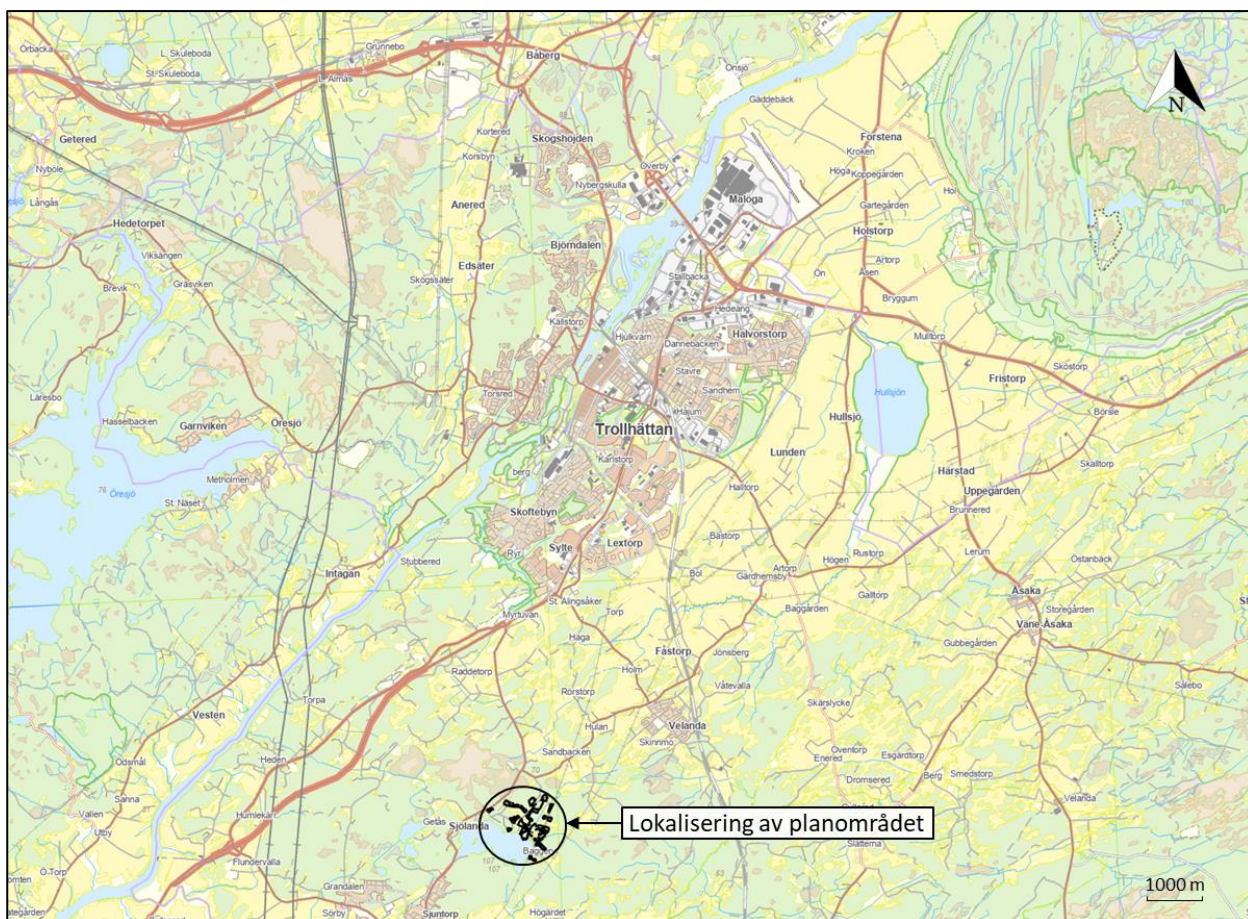
Bilaga 1 – Förslag dagvattenhantering

1 Inledning

På uppdrag av Trollhättans Stad har Norconsult AB utfört en dagvattenutredning som underlag till detaljplan för Sjölanda Östra. Dagvattenutredningen avser utgöra underlag för att besvara Länsstyrelsens yttrande (daterat 2022-05-19) gällande hur förändringarna som detaljplanen medför:

- kan komma att påverka möjligheter att nå miljökvalitetsnormer för vatten
- kan påverka skyfallssituationen
- kan påverka befintligt dikningsföretag

Planområdet är beläget ca 4 km söder om södra Trollhättan vid sjön Trehörningens nordöstra strand, se Figur 1. Planområdet nås primärt via länsväg 2012 (Trollhättevägen) och Vårhagavägen, alternativt norrifrån via länsväg 2005 (vägen mot Velanda) och Baggeryrsvägen.



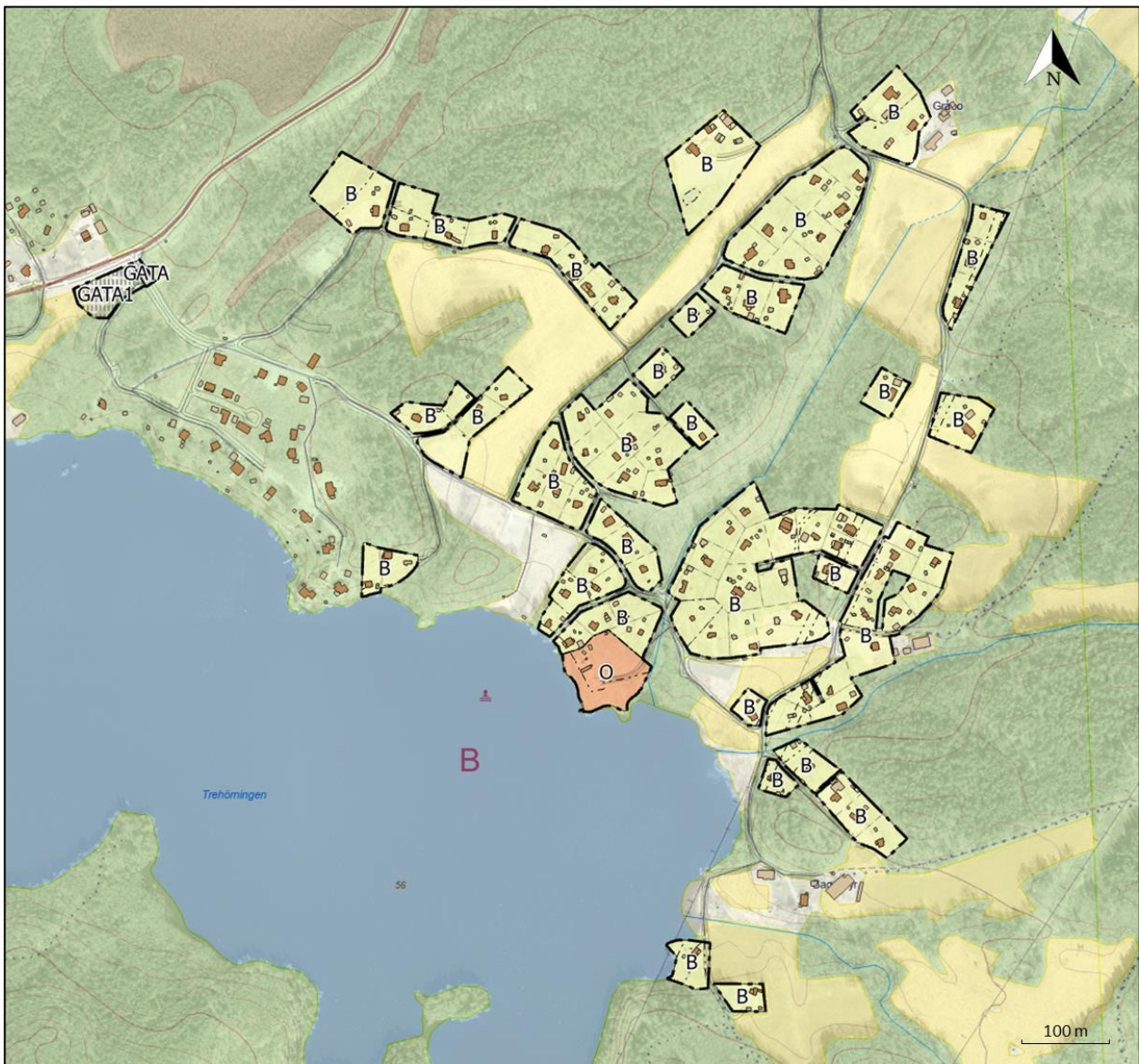
Figur 1. Planområdets lokalisering söder om Trollhättan. Bild skapad i GIS, bakgrundskarta hämtad från Lantmäteriet (2022).

1.1 Planerad utbyggnad

Trollhättans översiktsplan pekar ut Sjölanda som ett LIS-område (landsbygdsutveckling i strandnära läge), en utbyggnad av Sjuntorp intill det attraktiva läget vid sjön Trehörningen. Trollhättan Energi AB har sedan ett antal år tillbaka arbetat aktivt med utbyggnad av dricks- och spillvattennätet kring sjön Trehörningen.

Planområdet ingår i det kommunala verksamhetsområdet för dricksvatten och spillvatten men inte för dagvatten.

Planen ämnar möjliggöra utveckling av befintlig bebyggelse i östra Sjölanda genom utökade byggrätter, samt att säkerställa att det finns förutsättningar för en trafiksäker lösning för kollektivtrafik i Sjölanda längs Trollhättevägen, i riktning mot Sjuntorp, när andelen permanentboende ökar. Totalt omfattar detaljplanen 98 fastigheter vilka tillsammans utgör ca 210 000 m² (21 ha), se Figur 2. Utökningen av byggrätterna resulterar även i en möjlighet att stycka av ca 12 fastigheter.



Figur 2. Plankarta för Sjölanda Östra, framtagen av Norconsult.

1.1.1 Kvartersmark

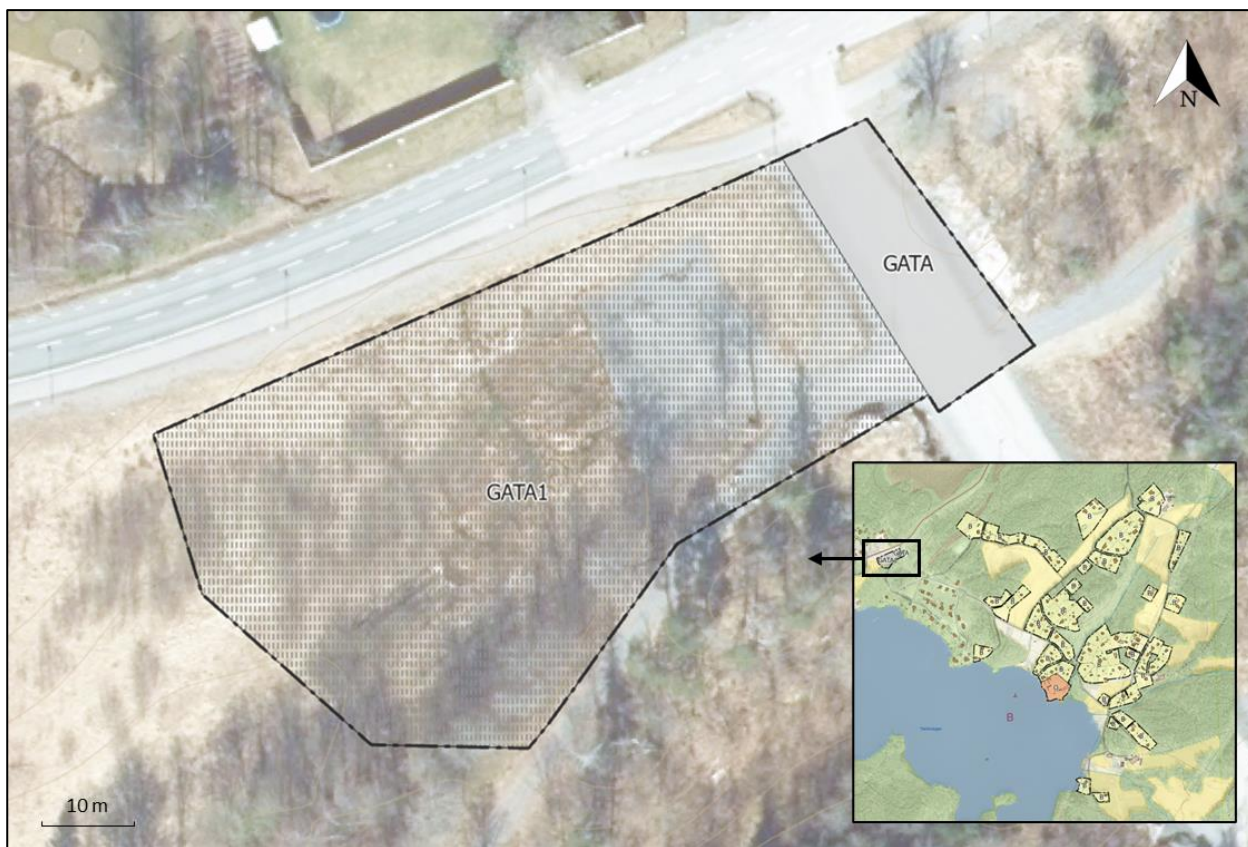
Markanvändningen regleras till B (bostad, gula ytor i Figur 2) för alla fastigheter utom Baggeryr 2:15. För de flesta fastigheter innebär detaljplanen en största byggnadsarea om totalt 250 m² per fastighet varav 180 m² får utgöras av huvudbyggnad. Undantag är fastigheterna Tranebo 3:45 och Tranebo 4:1 där en största byggnadsarea på 300 m² respektive 7% av fastighetsarean gäller. Anledningen är att dessa fastigheter redan är bebyggda med en större byggnadsarea än de föreslagna bestämmelserna, att medge en större byggrätt i planbestämmelserna motverkar att planstridighet uppstår. Många fastigheter i området är stora, vilket möjliggör för en större byggrätt. Detaljplanens mål har inte varit att tillskapa ett större antal nya fastigheter men några fastigheter skulle med föreslagna bestämmelser kunna delas upp i fler fastigheter.

På fastigheten Baggeryr 2:15 ligger Vårhaga sommargård. Förutom vandrarhem bedrivs aktiviteter och servering/kiosk på sommaren. Under vår och höst är det möjligt att hyra gården för exempelvis lägerverksamhet. För Baggeryr 2:15 regleras markanvändningen till O (tillfällig vistelse, orange yta i Figur 2) vilket innebär att fastigheten får användas för exempelvis vandrarhem, pensionat, campingstugor och konferens. För fastigheten Baggeryr 2:15 innebär detaljplanen en största byggnadsarea om 400 m².

Samtliga fastigheter är bebyggda. Inom kvartersmark ansvarar respektive fastighetsägare för omhändertagande och hantering av dagvatten då planområdet inte ingår i det kommunala verksamhetsområdet för dagvatten.

1.1.2 Allmän platsmark

I planområdet avsätts en yta för ny busshållplats invid infarten till Sjölanda på fastigheten Sjölanda 5:1, ytan benämns GATA₁ i Figur 3. Förslaget till ny utformning av hållplats innebär att bussar som går i riktning mot Sjuntorp svänger av från Trollhättevägen och stannar, innan de åter igen kör ut på vägen. Infarten till busshållplatsen samordnas med infarten till Sjölanda, GATA i Figur 2, då två tätt liggande infarter från Trollhättevägen inte bedöms vara trafiksäkert. Ytan dimensioneras för att bussen ska kunna vända och för att inrymma busskur samt eventuellt cykelparkering. Förslaget innebär en förbättring avseende trafiksäkerhet och tillgänglighet för resenärer.



Figur 3. Plankarta för den allmänna platsmarken. Bild skapad i GIS, bakgrundskarta hämtad från Lantmäteriet (2022).

För GATA₁ anges kommunalt huvudmannaskap. För GATA anges enskilt huvudmannaskap, gemensamhetsanläggningen Sjölanda GA:4/vägföreningen kommer fortsatt ansvara för drift och underhåll av vägen.

2 Förutsättningar

Nedan beskrivs de generella förutsättningarna för uppdraget.

2.1 Underlag

Projektspecifikt underlag och underlag från beställaren som använts i denna utredning presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Projektspecifikt underlag och underlag från beställaren

Underlag	Format	Datum
Plankarta	dwg	2022-09-27
Grundkarta (220314)	dwg	2022-09-27
VA-ledningar (210401)	dwg	2022-09-27
Skiss busshållplats	dwg	2022-11-07
Fastighetsinventering	xlsx	2022-09-28
Dagvattenstrategi Trollhättans Stad (2021-06-21)	pdf	2022-09-27
Länsstyrelsens samrådsyttrande (2022-05-19)	pdf	2022-09-27
Uppstart dagvattenutredning (presentation startmöte) (2022-09-26)	pdf	2022-09-27

2.2 Dagvattenstrategi

Trollhättans Stad har år 2021 tagit fram en dagvattenstrategi som inkluderar fyra mål för en hållbar dagvattenhantering i kommunen (Trollhättans Stad, 2021).

- 1. Robusta bebyggelsemiljöer och bevarad vattenbalans.**
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 minimeras.
- 2. Välmående yt- och grundvatten.**
Dagvattenhanteringen ska inte leda till en försämrad vattenstatus i kommunens vattenområde. Den ska istället främja att god vattenstatus kan uppnås på sikt.
- 3. Berikat stadslandskap.**
Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva inslag i den bebyggda miljön.
- 4. God samverkan för tydlig ansvarsfördelning.**
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.

2.2.1.1 Dagvattenflöden och fördröjningsvolym

För dimensionering av dagvattenanläggningar följer Trollhättan Stad rekommendationer från branschorganisationen Svenskt Vatten. Dimensionering av en ny dagvattenanläggning ska ske i enlighet med Tabell 2.

Tabell 2. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem (Trollhättans Stad, 2021).

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 år	10 år	10-ca100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	20-ca100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	30-ca100 år

Trollhättan Energi AB är VA-huvudman i Trollhättan och ansvarar för regnmängder upp till en viss volym inom verksamhetsområde för dagvatten. Trollhättans Stad ansvarar för att planera för att minska konsekvenserna vid översvämningar orsakade av flöden större än VA-huvudmannens ansvar, dvs. vid skyfall. I tabellen avser "Kommunens ansvar" den planering som ska ske för att ett område ska klara extrema regn med hjälp av yttlig avrinning utan att det medför skador på personer eller egendom (Trollhättans Stad, 2021).

Klimatförändringarna förväntas bidra till förändrade dagvattenflöden i form av en ökad nederbördsintensitet. För att beakta framtidens ökande nederbörd tillämpar Trollhättan följande rekommendationer gällande användande av klimatfaktor (Länsstyrelsen, 2018; Svenskt Vatten, 2016):

En klimatfaktor på minst **1,25** bör användas vid nederbörd med kortare tid än en timme. För regn med längre varaktighet, upptill ett dygn, bör klimatfaktorn väljas till minst **1,2**. Nya bedömningar kommer att göras av SMHI, varför klimatfaktorn kan komma att ändras. Samhällsviktig verksamhet bör ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.

Som en extra säkerhetsåtgärd beskriver dagvattenstrategin att fördröjning av dagvatten bör ske på kvartersmark (Trollhättans Stad, 2021).

2.2.1.2 Dagvattenkvalitet

Dagvattenstrategin anger att miljökontoret bedömer behovet av rening i varje enskilt fall och kan ställa krav på detta med stöd av miljöbalken. Eventuella krav gäller främst reningsfunktion framför val av reningsteknik. Ytor som pekas ut där särskilt behov av reningsåtgärder föreligger är:

- Trafikleder med mer än 10 000 fordon per dygn.
- Större parkeringsanläggningar och andra större hårdgjorda ytor.
- Industriområden med miljöfarlig verksamhet.
- Fastigheter med tak- och fasadplåt i koppar och zink, samt dess legeringar.
- Konstgräsplaner med gummigranulat.

Dagvattenutredningar som görs i samband med detaljplaner ska innefatta beskrivning av erforderlig behandling/rening för att uppnå godtagbar vattenrening innan utsläpp till recipient.

2.3 Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. Vattendirektivet införlivades i svensk lagstiftning år 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN).

MKN beskriver den vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha nått vid en viss tidpunkt. Vattenförekomster omfattar ytvatten (sjöar, vattendrag och kustvatten) och grundvatten. Normen är en lägstanivå, vattenförekomsten får alltså inte påverkas på så sätt att kvaliteten blir sämre än den status som anges i normen.

Varje vattenförekomst statusklassificeras för att beskriva dess vattenkvalitet i dagsläget. För ytvatten klassas vattenförekomstens ekologiska och kemiska status och för grundvatten klassas dess kvalitativa och kvantitativa status. Den ursprungliga målsättningen var att alla vattenförekomster skulle uppnått god status eller potential till år 2015, vilket inte har uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bland annat innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, de följande år 2015 och 2021 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2027.

Vattendirektivet utgår ifrån icke-försämringsprincipen vilket innebär att vattenförekomstens status ej får försämrans. Enligt tidigare mål i EU-domstolen (Weserdomen) kan icke-försämringsprincipen tolkas som att om en enskild kvalitetsfaktor riskerar att försämrans en klass bör den ej medges tillstånd. Detta gäller även om den övergripande statusen för vattenförekomsten ej påverkas.

2.4 Länsstyrelsens yttrande avseende MKN

Länsstyrelsen lämnade ett yttrande 2022-05-19 under samråd av detaljplanen. Länsstyrelsen meddelade att planläggningen enligt 2 kap. 10§ PBL inte får medverka till att en miljökvalitetsnorm (MKN) överträds, därför måste planens påverkan på möjligheterna att nå uppsatta MKN för vatten utredas. Utredningen ska innehålla en bedömning av föroreningsinnehåll i dagvatten från planområdet i framtiden jämfört med befintliga förhållanden. Länsstyrelsen anser att föroreningsmängderna i dagvattnet från planområdet inte ska öka jämfört med nuläget.

2.4.1 Riktvärden

Till stöd i föroreningsberäkningar och diskussion har riktlinjer gällande utsläpp av dagvatten enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad tillämpats. Tabell 3 redovisar riktvärden för utsläpp av dagvatten till en mycket känslig recipient.

Tabell 3. Riktvärden för utsläpp av dagvatten till mycket känslig recipient enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021).

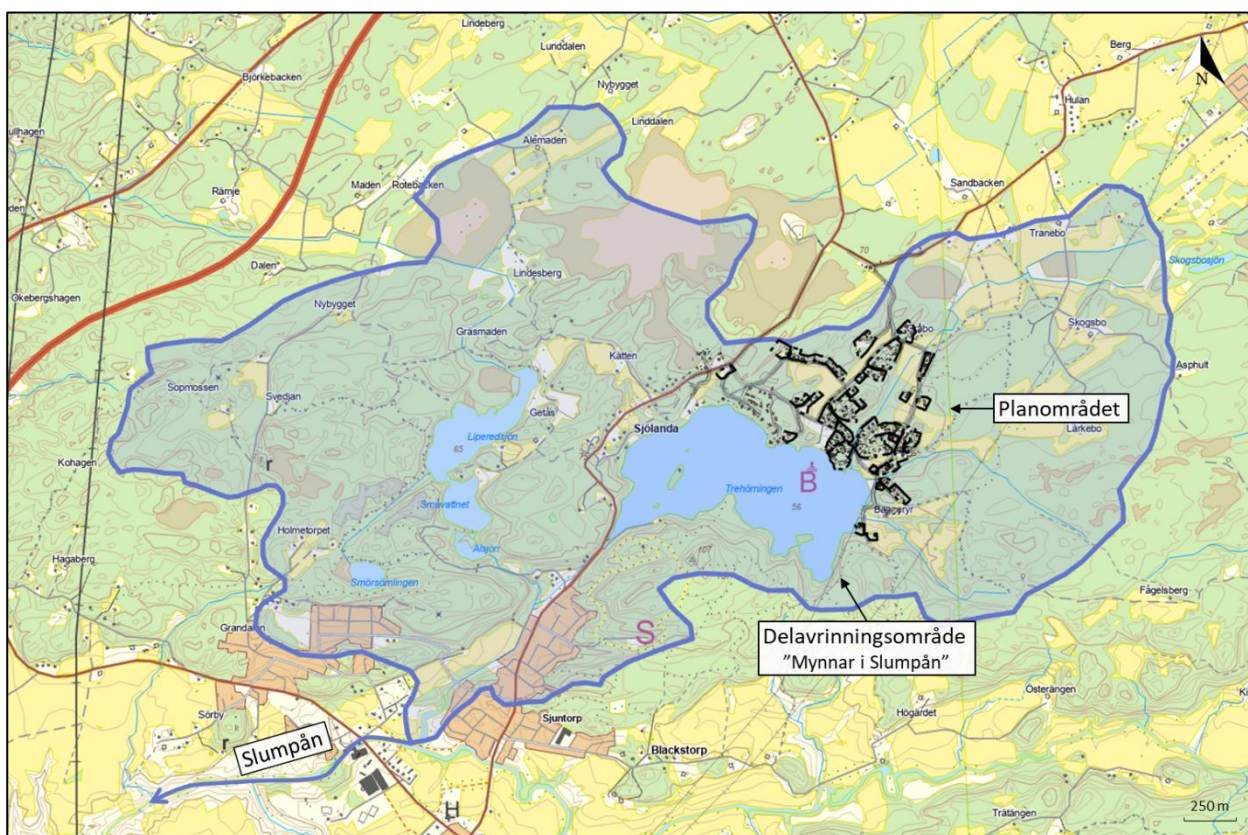
Ämne	Enhet	Riktvärden i utsläppspunkt
Totalfosfor, P	µg/l	50
Totalkväve, N	µg/l	1 250
Bly, Pb	µg/l	14
Koppar, Cu	µg/l	10
Zink, Zn	µg/l	30
Kadmium, Cd	µg/l	0,4
Krom, Cr	µg/l	15
Nickel, Ni	µg/l	40
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,05
Suspenderad substans, SS	µg/l	25 000
Olja	µg/l	1 000 500 inom vattenskyddsområde 100 nära råvattenintag (ca 1–2 km uppströms)
PAH16	µg/l	-
BaP	µg/l	0,05

3 Områdesbeskrivning

Östra Sjölanda utgörs i dagsläget främst av fritidshusbebyggelse som etablerades till stor del på 1940-talet. Allt fler fastigheter har på senare tid börjat användas för åretruntboende. För merparten av fastigheterna gäller fortfarande områdesbestämmelser från år 1992 (O1/1992) i vilken största tillåtna byggnadsarea är 90 m², varav maximalt 80 m² för huvudbyggnad.

3.1 Recipient

Planområdet ligger inom SMHIs delavrinningsområde "Mynnar i Slumpån", se Figur 4. Delavrinningsområdet ingår i huvudavrinningsområdet för Göta älv (VISS, 2022a).



Figur 4. Planområdet inom delavrinningsområdet "Mynnar i Slumpån".

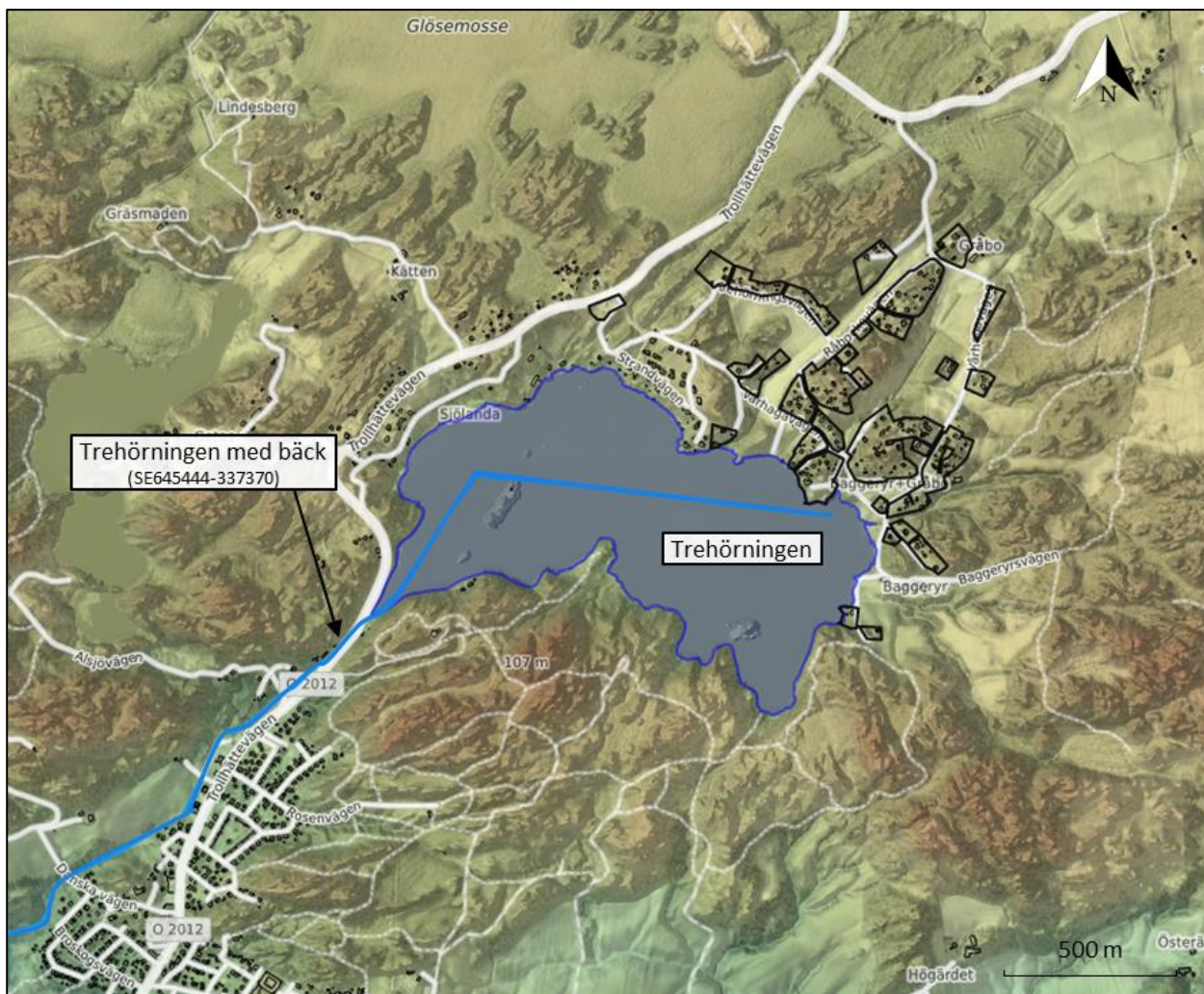
Den ytliga avrinningen i området leder dagvatten i sydvästlig riktning till recipienten Trehörningen, se Figur 5.



Figur 5. Ytlig avrinning i Sjölanda östra (SCALGO Live, 2022). Planområdena är svartmarkerade. De blå pilarna visar flödesriktningen för den ytliga avrinningen i området.

3.1.1 Statusklassning och MKN recipient





Sjön Trehörningen har inte klassats som en vattenförekomst enligt VISS, det har vattendraget *Trehörningen med bäck* (SE645444-337370) (VISS, 2022b), se Figur 6.



Figur 6. Vattenförekomsten och recipienten Trehörningen med bäck. Gränsen för planområdet är svartmarkerat.

Statusklassning för senaste förvaltningscykeln (år 2017-2021) och miljökvalitetsnorm för vattenförekomsten *Trehörningen med bäck* visas i Tabell 4.

Tabell 4. Statusklassning och miljökvalitetsnorm för berörd recipient under förvaltningscykel 3 (2017-2021) (VISS, 2022b).

Vattenförekomst	Statusklassning		Miljökvalitetsnorm	
	Ekologisk status	Kemisk status	Ekologisk status	Kemisk status
Trehörningen med bäck (SE645444-337370)	 Måttlig	 Uppnår ej god	 God ekologisk status 2039	 God kemisk ytvattenstatus

Den ekologiska statusen har klassats som måttlig, på grund av övergödningens problematik och vandringshinder i vattendraget. Den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn *näringsämnen* har klassats som måttlig till följd av en påverkansanalys som visar att det finns källor som kan leda till övergödningens problem, provtagningsdata saknas dock för att bekräfta att övergödning är ett problem för vattenförekomsten. Den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn *konnektivitet i vattendrag* har klassats som dålig. Detta beror på två dammar, den första i Trehörningens utlopp och den andra i Slumpån nedströms. Dammarna hindrar fiskar och andra vattenlevande organismer att vandra naturligt i upp- och nedströms riktning i vattensystemet. Till följd av detta har den biologiska kvalitetsfaktorn *fisk* klassats som måttlig (VISS, 2022b).

Vattenförekomsten har en kemisk status som ej uppnår god, vilket beror på höga halter av bromerade difenyletrar (PBDE) samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Miljökvalitetsnormen är god kemisk ytvattenstatus med undantag för PBDE och kvicksilver. Skälet till att undantaget i form av mindre strängare krav med avseende på både PBDE och kvicksilver har utfärdats är att halterna för de båda föroreningarna bedöms överskridas i fisk i samtliga svenska vattenförekomster. Vattenmyndigheten har gjort bedömningen att en sänkning av halterna till godkända nivåer för kemisk ytvattenstatus är tekniskt omöjligt. Halter av kvicksilver och PBDE får sedan december 2015 dock inte öka.

3.2 Befintlig dagvattenhantering

Dagvatten inom området tas i dagsläget omhand lokalt på befintliga tomter samt i diken längs med vägarna. Inga dagvattenledningar finns i området, endast vägtrummor. Avrinning från tomterna i planområdet sker via diken och mindre vattendrag vilka mynnar ut i sjön Trehörningen. Planområdet ingår inte i det kommunala verksamhetsområdet för dagvatten. Därav ansvarar respektive fastighetsägare för omhändertagande och hantering av dagvatten inom kvarteretsmark.

Ytan för föreslagna busshållplats består i dagsläget av en grusad yta och naturmark som avvattnas via intilliggande diken och vattendrag som leder ned till sjön Trehörningen. Vattnet hanteras även genom viss infiltration.

3.3 Vattenskyddsområden

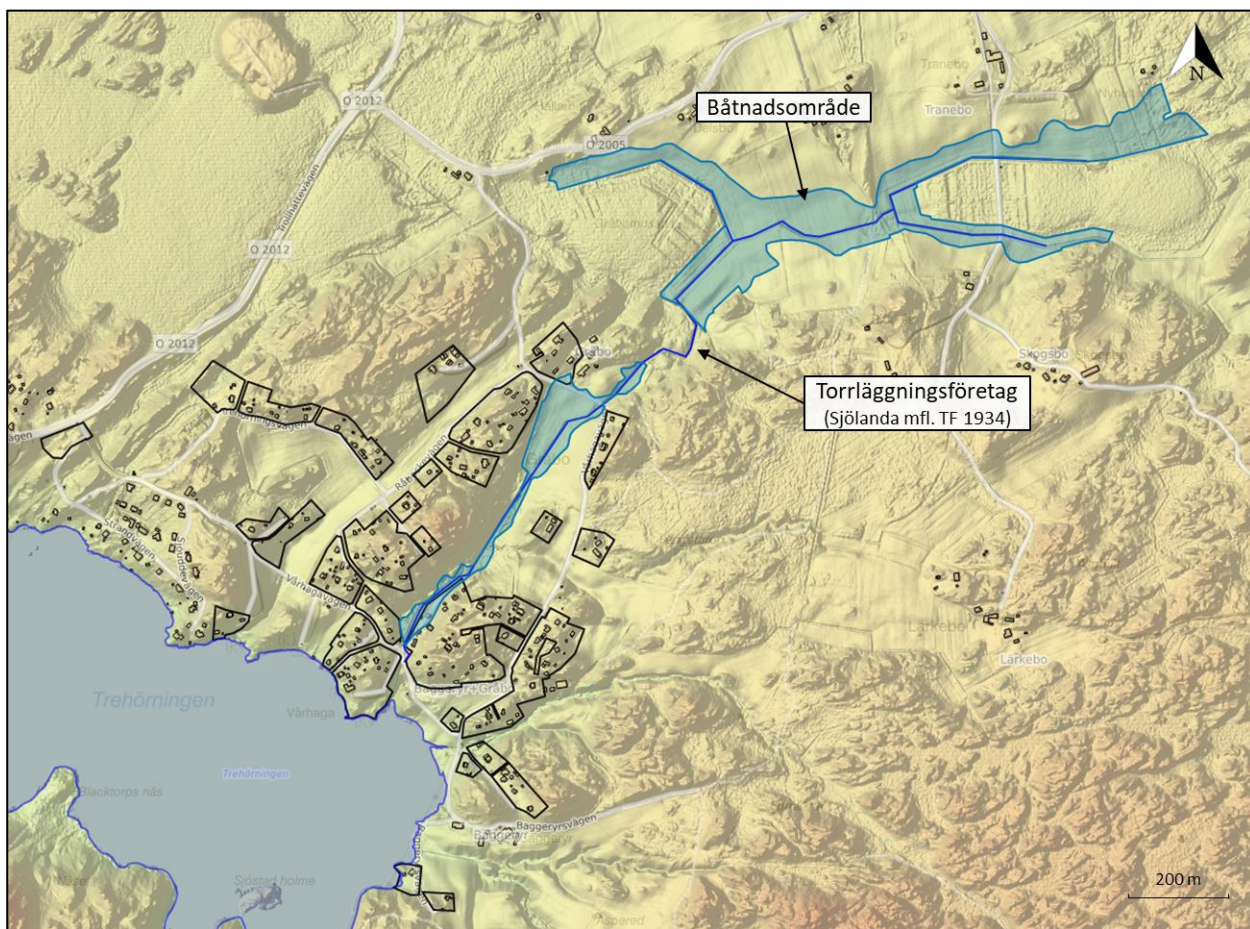
Hela planområdet ligger inom vattenskyddsområdet för Vänersborgsviken och Göta älv, ett område på drygt 111 500 ha, se Figur 7. I vattenskyddsområdets skyddsföreskrifter finns bestämmelser för bl.a. petroleumprodukter, farligt avfall, avloppsvatten och avloppsslam, dagvatten, mark- och anläggningsarbeten och rapportering av risk för vattenförorening (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2022).



Figur 7. Vattenskyddsområdet för Vänersborgsviken och Göta älv.

3.4 Dikningsföretag

I området finns ett torrlägningsföretag/dikningsföretag från år 1934 som benämns Sjölanda mfl. TF 1934, se Figur 8 (Länsstyrelsen, 2022). Dikningsföretagets båtnadsområde är ca 15 ha stort i vilket ett antal av fastigheterna i planen (Tranebo 3:46, Baggeryr 5:19, Baggeryr 5:20, Baggeryr 5:21 och Baggeryr 5:22) ingår. Enligt dokument från vattenarkivet skattas vattentillrinningen inom dikningsföretaget till 150 l/s per kvadratkilometer i medeltal från odlad mark och skogs- och mossmark. Omvandlat till hektar motsvarar det 1,5 l/s, ha (Lantbruksstyrelsen (akt nr. P-E1a-0063), 1935).



Figur 8. Dikningsföretaget "Sjölanda mfl. TF 1934" intill planområdet.

3.5 Geologiska och hydrologiska förutsättningar

Marken i området består enligt underlag från SGU till stor del av urberg, glacial lera och postglacial sand, se Figur 9. Jorddjupet i området är i huvudsak skattat till 0 m.



Teckenförklaring

	Urberg		Torv
	Glacial lera		Isälvssediment
	Postglacial sand		



Figur 9. Jordartskarta (SGU, 2022a).

SGU:s genomsläplighetskarta visar att områden med låg genomsläplighet sammanfaller med områden med glacial lera. Där det bedöms vara medelhög genomsläplighet består marken av urberg och där genomsläpligheten är hög utgör jordarten postglacial sand (SGU, 2022b).

En geoteknisk undersökning har genomförts av Bohusgeo AB (2022-01-28) i syfte att klargöra stabiliteten i planområdet. Marken i området utgörs av fastmark; berg eller tunna jordlager, samt lera och sand. Jordlagren består generellt av fast ytlager, lera och friktionsjord vilande på berg. Djupet till berg varierar mellan 0 och cirka 11 m.

Den geotekniska utredningen kom fram till att den övre grundvattennivån ligger på ca 0,5 m under markytan.

3.6 Mark- och grundvattenföroreningar

Inga uppgifter finns om mark- eller grundvattenföroreningar i utredningsområdet.

3.7 Övriga skyddsvärda intressen

Kring LIS-området runt sjön Trehörningens norra och nordvästra strand gäller utökat strandskydd på 200 m. Planförslaget föreslår att strandskyddet upphävs helt eller delvis för flertalet fastigheter inom det utökade strandskyddet (Trollhättans Stad, 2022).

I samband med LIS-utredningen genomfördes fältinventeringar i Sjölanda. Naturvärden som lyfts fram, som främst finns vid strandzonerna, utgörs framför allt av äldre vidkroniga träd med håligheter och hållmarker med berg i dagen. Bäckmiljöer och dess utlopp beskrivs även utifrån rik förekomst av flora. Dessa miljöer ingår inte i planområdet för bostadsanvändning (Trollhättans Stad, 2022).

Marken som berörs av ytan för ny busshållplats utgörs delvis av grusad yta för parkering/uppställning och delvis öppen gräsmark med buskage. Fyra skyddsvärda ekar finns söder om hållplatsytan. Vid projektering av hållplatsen ska hänsyn tas så att träden inte påverkas (Trollhättans Stad, 2022).

Det finns inga övriga skyddsvärda intressen, som t.ex. naturreservat eller biotopskyddsområde, intill planområdet.

4 Flöden- och fördröjningsvolymsberäkningar

Vid exploatering med hårdgörning av mark så ändras flödesbilden. Grundscenariot för hårdgörning är ökad avrinning. Om den ökade avrinningen sker till ett dikningsföretag kan det medföra negativ påverkan i form av dikeserosion, förorening, grumling och hydraulisk överbelastning. Genom olika åtgärder såsom infiltrations- och flödesutjämningsanläggningar kan dock flödesbilden påverkas. Generellt gäller dock att även vid flödesutjämnning så leder hårdgörningen till att flödesbilden rör sig mot maxflöden som uppstår vid större sommarregn, vilket skiljer sig från jordbruk och naturmark som generellt har störst avrinning under vår och höst (Jordbruksverket, 2018). Då dikningsföretag ofta är dimensionerande utifrån ett visst flöde och detta är styrande i vad som tillåts släppa till företaget kan det, vid direkt utsläpp till ett dikningsföretag, krävas att fördröjning erfordras som ligger under befintliga nivåer.

För att undersöka hur flödesbilder ändras har dimensionerande dagvattenflöden och fördröjningsvolym tagits fram för respektive delområde inom planområdet, både för befintliga och framtida förhållanden. Beräkningarna tar ej hänsyn till de 12 potentiellt avstyckade fastigheterna.

Beräkning av dimensionerande dagvattenflöde före och efter exploatering görs med hjälp av rationella metoden i enlighet med Svenskt Vatten P110:

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k \quad (1)$$

där:

q_{dim} = dimensionerande flöde (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

φ = avrinningskoefficient

i_A = regnintensitet (l/s, ha)

k = klimatfaktor

Genom att multiplicera ytan för klassad markanvändning inom avrinningsområdet med dess avrinningskoefficient erhålls den faktiska ytan (reducerade ytan) som bidrar till dagvattenflöden. Avrinningskoefficienterna inom planområdet väljs enligt Svenskt Vatten P110 och rekommendationer i StormTac Web.

Regnintensitet (i_A) uppskattas med hjälp av Dahlströms formel enligt Svenskt Vatten P110 och gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn:

$$i_A = 190 * \sqrt[3]{\dot{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (2)$$

där:

i_A = regnintensitet (l/s, ha)

T_R = regnvaraktighet (minuter)

\dot{A} = återkomsttid (månader)

I rationella metoden är regnvaraktigheten densamma som ett avrinningsområdes längsta rinntid. Med rinntid avses den maximala tid det tar för regn som faller inom ett avrinningsområde att rinna till beräkningspunkten, som ofta är områdets utsläppspunkt, eller anslutning till ett ledningsnät.

Klimatfaktorn appliceras på framtida regnintensiteter för att ta höjd för den alltmer frekventa och kraftigare nederbörden som klimatförändringen för med sig. En klimatfaktor (k) på 1,2 (rinntider över 60 min) till 1,25 (rinntider upp till 60 min) antagits i enlighet med rekommendationer i P110 (Svenskt Vatten, 2016) samt Trollhättans Stads dagvattenstrategi (Trollhättans Stad, 2021).

Fördröjningsvolymen motsvarar den volym vatten som ska fördröjas i en dagvattenanläggning. Beräkningarna utförs enligt kommunens krav på att ett framtida 10-årsregn ska fördröjas till ett befintligt 10-årsregn. Beräkning av erforderlig magasinsvolym för att fördröja flödet till en specifik avtappning görs enligt P110 med ekvationen:

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right] \quad (3)$$

där:

V = specifik magasinsvolym (m^3/ha_{red})

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)

t_{regn} = regnvaraktighet (min)

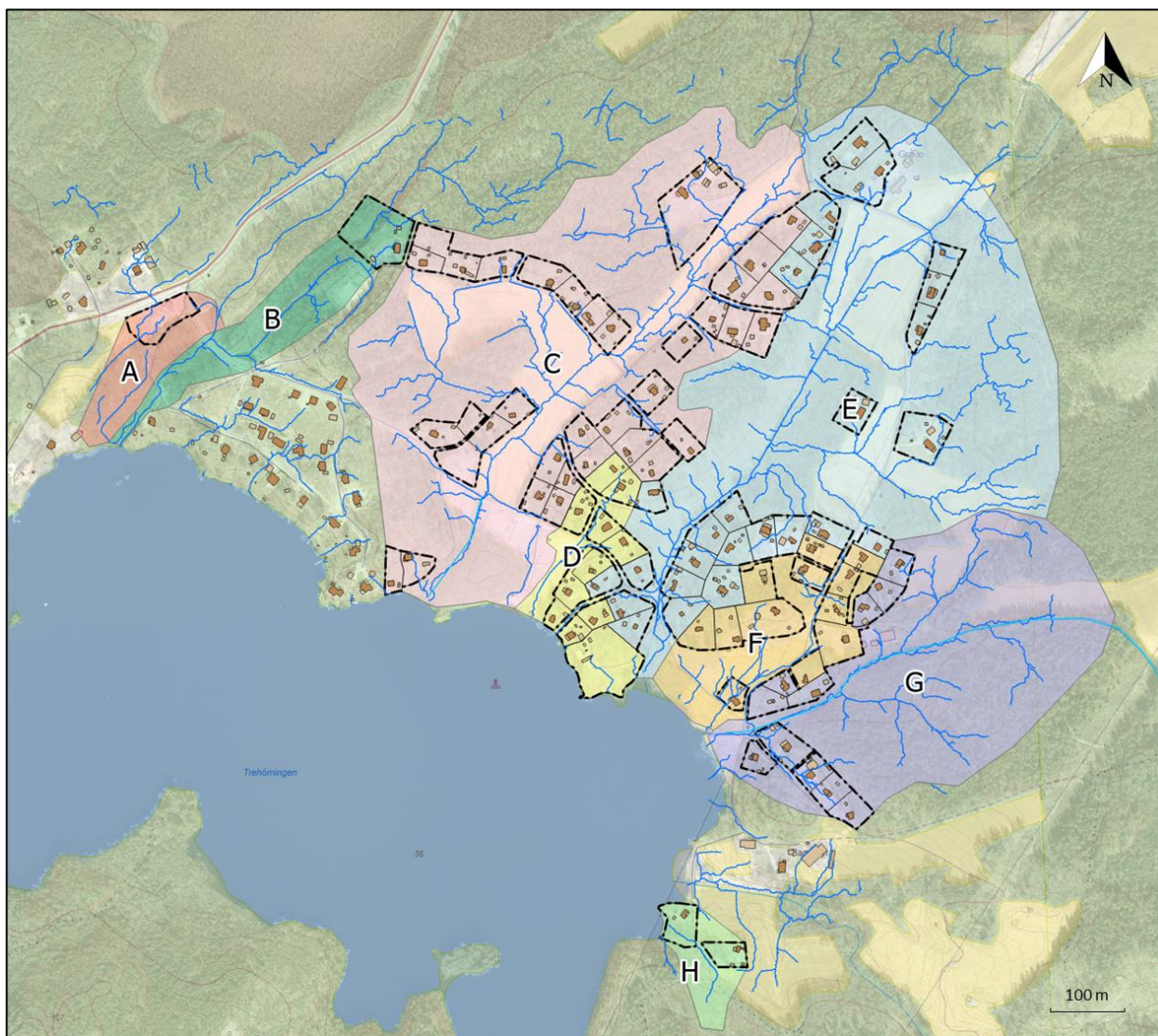
t_{rinn} = rinntid (min)

K = specifik avtappning från magasinet (l/s, ha_{red})

Erforderlig magasinsvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen (Svenskt Vatten, 2016).

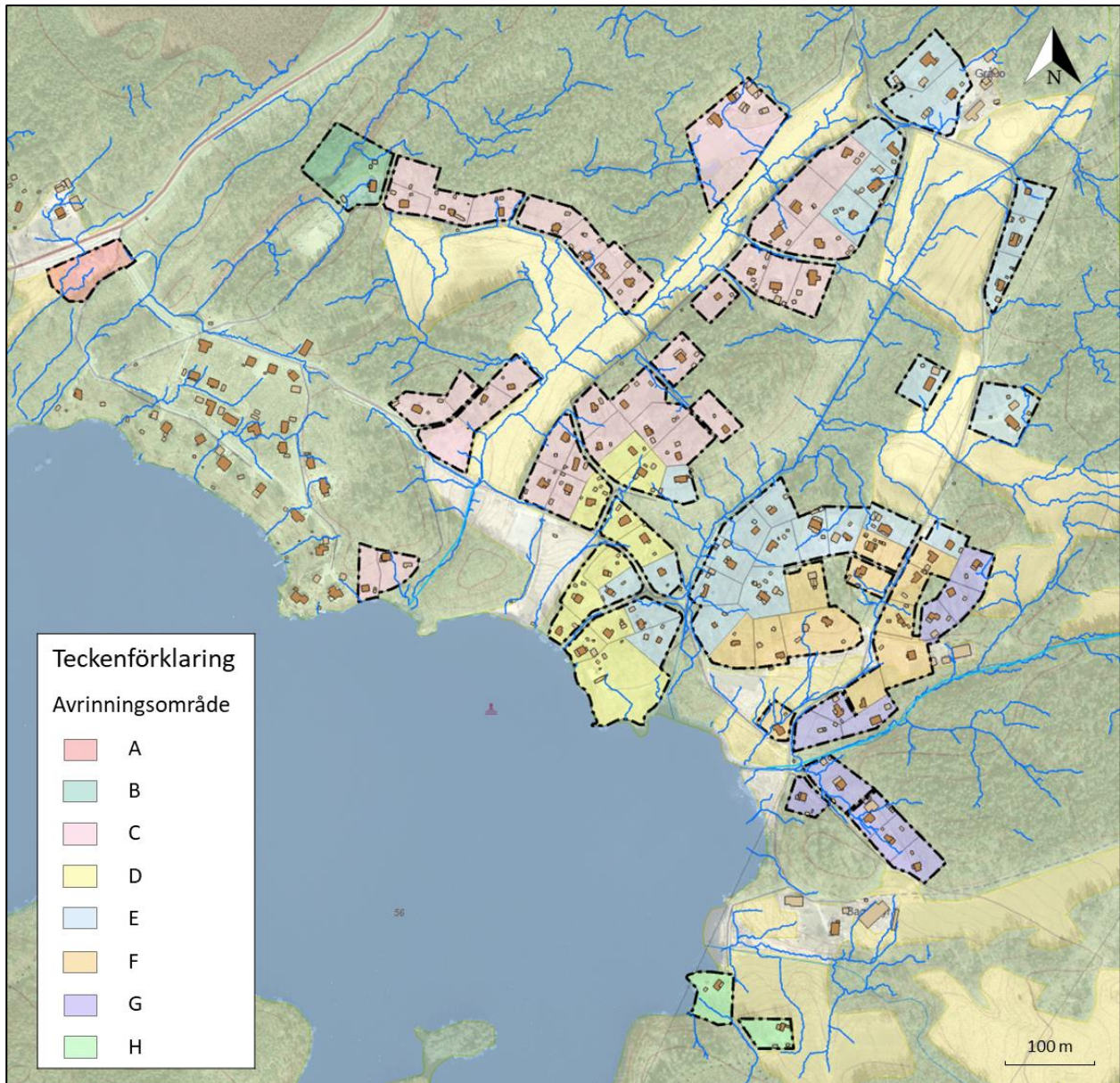
4.1 Avrinningsområden

Baserat på områdets topografi har planområdet delats upp i olika delavrinningsområden. Samtliga delavrinningsområden mynnar i sjön Trehörningen, se Figur 10. För enskilda fastigheter avrinner vatten antingen direkt till recipienten (gäller fastigheter med tomtgräns intill strandkanten) eller via ytliga rinnvägar som exempelvis diken. Vatten inom delavrinningsområde E avrinner till sjön via dikningsföretaget Sjölanda mfl. TF 1934.



Figur 10. Områdets indelning i delavrinningsområden, A-H.

Med hänsyn till planområdets storlek samt att planförslaget medför att markanvändningen endast förändras på respektive fastighet inom planområdet har inga ytor utanför planområdet beräknats, se uppdelning i Figur 11.



Figur 11. Planområdets indelning i delavrinningsområden, A-H, per fastighet.

De fastigheter vars dagvatten främst avrinner till diktningföretaget, och därför ligger inom delavrinningsområde E, presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Fastigheter inom delavrinningsområde E som avrinner till dikningsföretaget Sjölanda mfl. TF 1934.

Fastighet	
Baggeryr 2:10	Baggeryr 5:26
Baggeryr 2:12	Baggeryr 5:28
Baggeryr 2:13	Baggeryr 5:35
Baggeryr 2:14	Baggeryr 5:36
Baggeryr 5:13	Tranebo 3:9
Baggeryr 5:16	Tranebo 3:17
Baggeryr 5:17	Tranebo 3:19
Baggeryr 5:18	Tranebo 3:21
Baggeryr 5:19	Tranebo 3:37
Baggeryr 5:20	Tranebo 3:43
Baggeryr 5:21	Tranebo 3:45
Baggeryr 5:22	Tranebo 3:46
Baggeryr 5:23	Tranebo 3:15

4.2 Markanvändning

Markanvändningen för respektive delavrinningsområde har klassats för befintlig respektive framtida situation inom planområdet, då för kvartersmark och allmän platsmark.

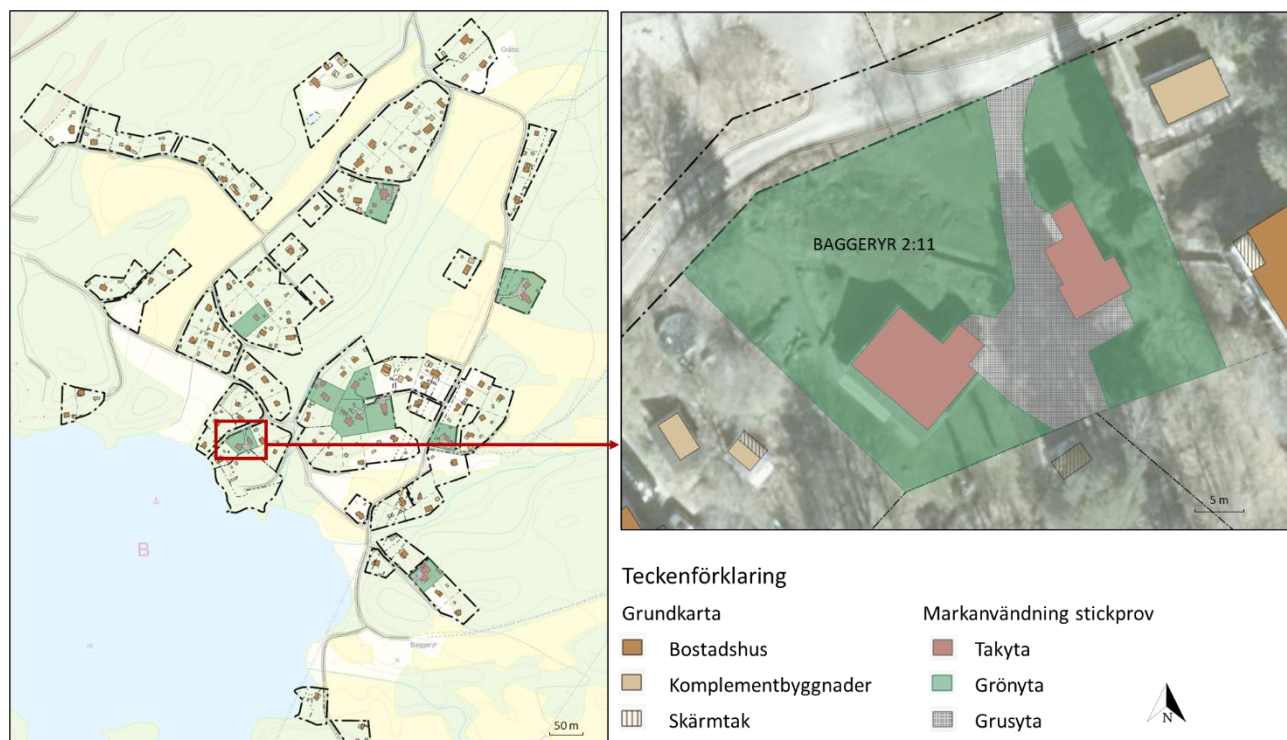
4.2.1 Kvartersmark

Planområdet innefattar många bostadsfastigheter (96 stycken) vilket har föranlett att markanvändningen schablonmässigt uppskattats med hjälp av stickprov istället för att markanvändningen klassats för varje enskild fastighet. Varje fastighet tilldelades ett id-nummer och tio id-nummer slumpades fram, se resultatet i Tabell 6.

Tabell 6. Framslumpade bostadsfastigheter för uppskattning av markanvändning.

Framslumpat id-nummer	Fastighet
30	Baggeryr 5:26
22	Baggeryr 5:18
31	Baggeryr 5:27
71	Tranebo 3:26
2	Baggeryr 2:11
43	Baggeryr 5:6
25	Baggeryr 5:21
40	Baggeryr 5:36
81	Tranebo 3:35
47	Baggeryr 6:1

Befintlig markanvändning för respektive fastighet i Tabell 6 analyserades i GIS och delades in i takytor, grönytor (gräs och skog) samt grusytor, se Figur 12.



Figur 12. Indelning i befintlig markanvändning för stickprovs-fastigheter. Vänster: alla fastigheter som slumpats fram (Tabell 6). Höger: exempel på indelning av tak-, grön- och grusytor enligt befintlig markanvändning för Baggeryr 2:11.

Storleken för respektive markanvändning har inhämtats från GIS, se sammanställning i Tabell 7.

Tabell 7. Indelning av tak-, grön- och grusyta för respektive stickprovs-fastighet samt total fastighetsyta och total av fastighetsytan som i nuläget är obebyggd.

Framslumpat id-nummer	Fastighet	Area (m ²)				
		Takyta	Grönyta	Grusyta	Total yta	Total obebyggd yta
30	Baggeryr 5:26	285	2 434	268	2 987	2 702
22	Baggeryr 5:18	126	1 802	46	1 974	1 848
31	Baggeryr 5:27	137	1 924	229	2 290	2 153
71	Tranebo 3:26	240	1 687	345	2 272	2 032
2	Baggeryr 2:11	140	1 037	235	1 412	1 272
43	Baggeryr 5:6	308	1 071	291	1 670	1 362
25	Baggeryr 5:21	203	1 690	114	2 007	1 804
40	Baggeryr 5:36	283	3 249	535	4 067	3 784
81	Tranebo 3:35	73	1 649		1 722	1 649
47	Baggeryr 6:1	117	1 141	309	1 567	1 450
Totalt		1 911	17 684	2 373	21 968	20 056

Utifrån stickprovs-fastigheternas totala obebyggda yta beräknades en fördelning ut mellan grön- och grusytor enligt:

$$\text{Andel grönyta av total obebyggd yta} = \frac{17\,683,9}{20\,056,4} = 88\%$$

$$\text{Andel grusyta av total obebyggd yta} = \frac{2\,372,5}{20\,056,4} = 12\%$$

För att inte riskera att underskatta hårdgörningsgraden avrundas den beräknade andelen grön- och grusyta till 85% respektive 15%. En högre antagen hårdgörningsgrad tar även höjd för viss asfaltering av t.ex. uppfarter på fastigheter, dock antags det att boende i området vill bevara dess gröna karaktär. I ett framtida scenario antas alla 96 bostadsfastigheter vara bebyggda till den maximala byggnadsarean som de utökade bygggrätterna medger. Ökad bebyggelsegrad för fastigheterna innebär att andelen takytor ökar och andelen grönyta och grusyta minskar. Efter utbyggnad antags alltså 85% av den framtida totala obebyggda ytan för respektive fastighet utgöras av grönytor och 15% av grusytor.

Respektive fastighets framtida grönyta beräknas alltså enligt:

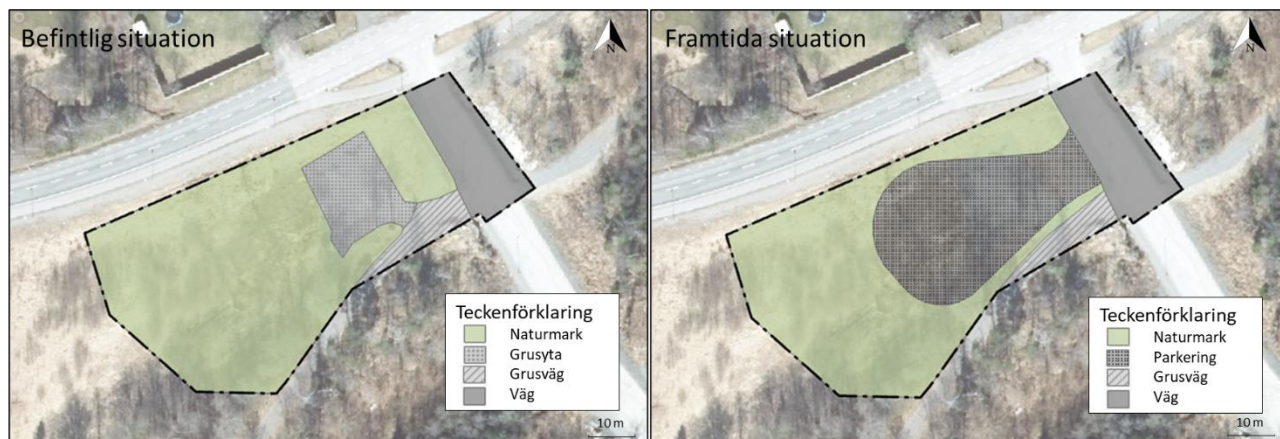
$$(\text{Fastighetsstorlek} - \text{Framtida totala byggnadsarea}) \times 85\%$$

och fastigheternas framtida grusyta beräknas enligt:

$$(\text{Fastighetsstorlek} - \text{Framtida totala byggnadsarea}) \times 15\%$$

4.2.2 Allmän platsmark

För fastigheten Sjölanda 5:1 där en busshållplats planeras att anläggas illustreras skillnaden i markanvändning för befintlig respektive framtida situation i Figur 13.



Figur 13. Befintlig och framtida markanvändning för busshållplatsen vid infarten till Sjölanda från Trollhättevägen.

4.2.3 Sammanställning klassad markanvändning

Tabell 8 redovisar en sammanställning av arean för respektive markanvändning per delavrinningsområde, antagna avrinningskoefficienter samt reducerad area för befintliga och framtida förhållanden.

Delavrinningsområde A omfattar allmän platsmark och delavrinningsområde B till H utgör kvartermark.

Tabell 8. Sammanställning area av respektive markanvändning per delavrinningsområde (A-D), antagna avrinningskoefficienter samt reducerad area för befintliga och framtida förhållanden.

Delavrinningsområde		A		B		C		D	
Markanvändning	Avrinningskoefficient (ϕ)	Area (ha)		Area (ha)		Area (ha)		Area (ha)	
		Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
Takyta	0,90	-	-	0,02	0,03	0,42	0,89	0,14	0,29
Parkering	0,80	-	0,12	-	-	-	-	-	-
Väg 1 (ÅDT 500 fordon/dygn)	0,80	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-
Grusyta 1	0,40	0,06	-	-	-	-	-	-	-
Grusyta 2	0,20	-	0,01	0,10	0,10	1,04	0,97	0,37	0,35
Gräsyta	0,05	0,28	0,20	0,55	0,55	5,90	5,50	2,12	2,00
Totalt		0,38	0,38	0,67	0,67	7,36	7,36	2,64	2,64
Reducerad area A_{red} (ha)		0,07	0,14	0,06	0,07	0,88	1,27	0,31	0,43

Tabell 9. Sammanställning area av respektive markanvändning per delavrinningsområde (E-H), antagna avrinningskoefficienter samt reducerad area för befintliga och framtida förhållanden.

Delavrinningsområde		E		F		G		H	
Markanvändning	Avrinningskoefficient (φ)	Area (ha)		Area (ha)		Area (ha)		Area (ha)	
		Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
Takyta	0,90	0,40	0,66	0,16	0,30	0,14	0,28	0,02	0,05
Grusyta 2	0,20	0,78	0,74	0,36	0,34	0,26	0,24	0,06	0,05
Gräsyta	0,05	4,41	4,19	2,04	1,92	1,47	1,35	0,34	0,31
Totalt		5,58	5,58	2,56	2,56	1,86	1,86	0,42	0,42
Reducerad area A_{red} (ha)		0,73	0,95	0,32	0,43	0,25	0,36	0,04	0,07

4.3 Dimensionerande dagvattenflöden

Bebyggelsen bedöms motsvara *Gles bostadsbebyggelse* enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016). Bedömningen baseras på att området både före och efter planerad utbyggnad har en låg hårdgörningsgrad och att fastigheterna är stora. Dessutom ligger planområdet nära recipient. *Gles bebyggelse* medför att nya dagvattensystem ska dimensioneras för en återkomsttid på 2 år för regn vid fylld ledning och en återkomsttid på 10 år för trycklinje i marknivå, se Tabell 2.

Regnets varaktighet, vilken motsvaras av den maximala rinntiden inom avrinningsområdet, har uppskattats för respektive delavrinningsområde. Rinntiden har antagits vara densamma före som efter utbyggnad.

En klimatkfaktor på 1,2 tillämpas för rinntider över 60 min och en klimatkfaktor på 1,25 appliceras för rinntider upp till 60 min.

Indata som används för beräkning av dimensionerande regnintensitet kan ses i Tabell 10. Ytor och avrinningskoefficienter som ingår i beräkning av dimensionerade flöden finns sammanfattade i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 10. Rinntid, dimensionerande regnintensitet och klimatkfaktorer för respektive delavrinningsområde.

Parameter	A	B	C	D	E	F	G	H
Rinntid (min)	40	30	125	45	100	65	35	15
Regnintensitet (l/s, ha) 2-årsregn	56,4	68,5	25,3	52	29,7	40,3	61,8	106,4
Regnintensitet (l/s, ha) 10-årsregn	95	115,7	41,9	87,5	49,3	67,4	104,2	180,6
Klimatkfaktor	1,25	1,25	1,2	1,25	1,2	1,2	1,25	1,25

Tabell 11 och Tabell 12 redovisar dimensionerande dagvattenflöden vid ett 2- och ett 10-årsregn, för befintliga och framtida förhållanden.

Tabell 11. Dimensionerande dagvattenflöden vid ett 2- och ett 10-årsregn, för befintliga och framtida förhållanden, för delavrinningsområde A-D.

Flöde (l/s)	A		B		C		D	
	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
2-årsregn	4	10	4	6	22	39	9	17
10-årsregn	7	17	7	10	37	64	15	29

Tabell 12. Dimensionerande dagvattenflöden vid ett 2- och ett 10-årsregn, för befintliga och framtida förhållanden, för delavrinningsområde E-H.

Flöde (l/s)	E		F		G		H	
	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
2-årsregn	26	40	13	21	15	28	5	10
10-årsregn	43	66	21	35	26	47	8	16

4.4 Erforderlig fördröjningsvolym

Beräkning av erforderliga fördröjningsvolym har utförts enligt Svenskt Vattens publikation P110 och bilaga 10.6a magasinsberäkning med hänsyn till rinntid enligt Dahlström 2010 för varaktigheter upp till ett dygn. Erforderlig fördröjningsvolym har tagits fram baserat på en öppen dagvattenhantering med en återkomsttid på nytt dagvattensystem som motsvarar trycklinje i marknivå, det vill säga 10-årsregn.

Fördröjningsbehovet har dels beräknats utifrån att ett framtida 10-årsregn inklusive klimatfaktor ska fördröjas till ett befintligt 10-årsregn. Utloppsflödet utgörs därför av flödet vid befintliga förhållanden, då per hektar av den reducerade arean vid framtida förhållanden.

Delavrinningsområde E avrinner till befintligt markavttningsföretag Sjölanda mfl. TF 1934. För att inte riskera att öka tillflödet till dikningsföretaget inom det delavrinningsområdet har fördröjningsvolymen beräknats för ett utloppsflöde som motsvarar de 1,5 l/s, ha som tillrinningen inom dikningsföretaget dimensionerats för. Då delavrinningsområde E är ca 6,9 ha stort blir det totala utflödet ca 10 l/s. Jämfört med de flöden som är beräknade för 2- och 10-årsregn är 10 l/s lägre. Skillnaden mellan dikningsföretaget och beräknat flöde vid framtida förhållanden blir då stor vilket i sin tur medför en stor fördröjningsvolym.

Tabell 13 redovisar erforderlig fördröjningsvolym för respektive delområde samt totalt för hela planområdet vid fördröjning till ett befintligt 10-årsregn. Tabell 14 redovisar erforderlig fördröjningsvolym för respektive delområde samt totalt för hela planområdet med hänsyn till befintligt dikningsföretag inom delområdet E.

Tabell 13. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive delområde samt totalt för hela planområdet vid ett 10-årsregn.

Fördröjningsvolym	A	B	C	D	E	F	G	H	Totalt
Fördröjningsvolym (m ³) 10-årsregn	14	1	89	23	46	22	20	4	219

Tabell 14. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive delområde, med hänsyn till befintligt dikningsföretag inom delområdet E, samt totalt för hela planområdet vid ett 10-årsregn.

Fördröjningsvolym	A	B	C	D	E	F	G	H	Totalt
Fördröjningsvolym (m ³) 10-årsregn med hänsyn till bef. markavttningsföretag	14	1	89	23	265	22	20	4	438

5 Föroreningsberäkningar

Enligt dagvattenstrategin ska dagvattenutredningen innefatta beskrivning av erforderlig behandling/rening för att uppnå godtagbar vattenrening innan utsläpp till recipient (Trollhättans Stad, 2021). Enligt Länsstyrelsens samrådsyttrande får föroreningsmängderna i dagvattnet från planområdet inte öka jämfört med nuläget (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2022-05-19). Godtagbar rening innan utsläpp till recipient från aktuellt planområde blir således att reducera föroreningsmängderna vid ett framtida scenario (planområdet fullt utbyggt) ner till föroreningsmängden vid befintliga förhållanden, samt att klara riktvärden för utsläpp av dagvatten enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad presenterade i avsnitt 2.4.1.

För att kunna göra en bedömning av planområdets påverkan på recipienten har beräkningar på föroreningsinnehåll i dagvatten från planområdet utförts vid ett nulägesscenario, så som planområdet ser ut idag och vid ett framtida scenario där planområdet är fullt utbyggt med hjälp av version 22.3.2 av StormTac.

StormTac är en dagvatten- och recipientmodell som bland annat används för att beräkna föroreningstransport och dimensionera dagvattenanläggningar. Modellen innehåller typiska halter som är specifika för respektive markanvändning, och baseras på flödesviktade provtagningar under långa perioder från områden med en viss markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar och provtagningar. Noteras bör att det finns osäkerheter förknippade med användning av beräkningsmodellen. Vissa markanvändningar har få mätdata, vilket gör att osäkerheten för dessa ökar. Användandet av typiska värden medför att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt, då föroreningsinnehållet till stor del kan bero på plats-specifika förutsättningar, såsom exempelvis takmaterial och andra byggnadsmaterial. Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta eller faktiska värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska inom området utifrån antagen utbyggnad.

Föroreningshalterna som anges i StormTac är årsmedelvärden och baserade på en årsmedelnederbörd för Trollhättan flygplats om 952 mm/år (SMHI, 2022), då inklusive en korrigeringsfaktor på 1,1 (Dahlström, 2006).

Föroreningsbelastningen beräknas för fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS), olja, 16 prioriterade polycykliska aromatiska kolväten (PAH16) och bens(a)pyren (BaP).

Markanvändningen från flödesberäkningarna ligger även till grund för föroreningsberäkningarna. Gällande planerad busshållplats har infartsvägen inom planområdet klassats som Väg 1 i StormTac med en uppskattad årsdygnstrafik (ÅDT) på 500 fordon/dygn som har använts i föroreningsberäkningarna. Uppskattningen baseras på att angiven ÅDT för Länsväg 2005 norr om planområdet ligger på ca 500–1000 fordon per dygn (Trafikverket, 2022) samt att planförslaget bedöms leda till en marginell ökning av trafiken i området när fler fastigheter används för åretruntboende (Trollhättans Stad, 2022).

Asfaltsytan som utgör bussens vändplats har klassats som parkering i StormTac. Det finns en faktor som reglerar typisk föroreningshalt för specifik markanvändning. Faktorn har justerats från standard på 5 till 2 för att spegla att belastningen på parkeringen är liten.

Volymavrinningskoefficienterna som använts i föroreningsanalysen är inte desamma som använts vid beräkningar av flöden- och fördröjningsvolym. Volymavrinningskoefficienterna är empiriskt framtagna från en längre period av flödesmätning från områden med en viss markanvändning. Volymavrinningskoefficienterna har därför inte justerats utan följer de standardvärden som finns angivna i StormTac.

5.1 Föroreningsanalys

Tabell 15 och Tabell 16 redovisar föroreningshalter vid befintliga respektive framtida förhållanden efter utbyggnad utan ytterligare rening.

Tabell 15. Föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) vid befintliga förhållanden. Rödmarkerade siffror visar föroreningshalter som överstiger riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021).

Ämne	Halt inom delavrinningsområde ($\mu\text{g/l}$)								Total halt ($\mu\text{g/l}$)	Riktvärde ($\mu\text{g/l}$)
	A	B	C	D	E	F	G	H		
P	100	95	92	78	91	92	91	93	90	50
N	1 300	1 200	1 200	1 300	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 250
Pb	2,9	2,1	2,3	2,1	2,4	2,3	2,4	2,2	2,3	14
Cu	9,9	8,8	9,5	9,4	9,8	9,6	9,9	9,2	9,6	10
Zn	22	23	26	25	27	26	28	25	26	30
Cd	0,17	0,13	0,16	0,14	0,17	0,16	0,17	0,15	0,16	0,4
Cr	4,3	1,9	2,4	2,0	2,7	2,5	2,8	2,3	2,5	15
Ni	2,6	1,2	1,4	1,3	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	40
Hg	0,025	0,0085	0,0082	0,0094	0,0080	0,0081	0,008	0,0083	0,0086	0,05
SS	24 000	13 000	14 000	12 000	14 000	14 000	14 000	13 000	14 000	25 000
Oil	300	100	95	92	92	94	92	97	98	500
PAH16	0,25	0,28	0,28	0,49	0,28	0,28	0,28	0,28	0,31	-
BaP	0,016	0,0044	0,0047	0,0052	0,0048	0,0047	0,0048	0,0046	0,0050	0,05

Tabell 16. Föreningshalt ($\mu\text{g/l}$) vid framtida förhållanden utan ytterligare rening. Gråmarkerade siffror visar föreningshalter som överstiger riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021).

Ämne	Halt inom delavrinningsområde ($\mu\text{g/l}$)								Total halt ($\mu\text{g/l}$)	Riktvärde ($\mu\text{g/l}$)
	A	B	C	D	E	F	G	H		
P	100	93	87	88	87	87	85	86	87	50
N	1 100	1 200	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 250
Pb	7,9	2,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,7	14
Cu	19	9,2	11	11	11	11	12	11	11	10
Zn	49	24	32	31	32	32	35	32	32	30
Cd	0,23	0,14	0,22	0,21	0,21	0,21	0,24	0,21	0,21	0,4
Cr	6,3	2,2	3,6	3,4	3,5	3,5	4,1	3,5	3,6	15
Ni	3,2	1,3	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	40
Hg	0,043	0,0083	0,0075	0,0076	0,0075	0,0075	0,0072	0,0076	0,0083	0,05
SS	50 000	13 000	15 000	14 000	14 000	14 000	15 000	14 000	15 000	25 000
Oil	480	98	83	85	84	84	78	83	93	500
PAH16	0,22	0,28	0,3	0,29	0,30	0,3	0,31	0,31	0,3	-
BaP	0,031	0,0046	0,0053	0,0052	0,0053	0,0053	0,0056	0,0053	0,0059	0,05

Tabell 15 visar att halten av fosfor överskrider riktvärdet vid befintliga förhållanden för samtliga delavrinningsområden. Detsamma gäller kväve inom delavrinningsområde A. Vid framtida förhållanden, Tabell 16, överskrider fosfor, kväve, koppar och zink riktvärdet för flertalet delavrinningsområden. För delavrinningsområde A överskrider dessutom riktvärdet för suspenderat material (SS).

Tabell 17 och Tabell 18 redovisar föroreningsmängder vid befintliga och framtida förhållanden. Framtida föroreningsmängder som överstiger mängden vid befintliga förhållanden är i Tabell 18 gråmarkerade.

Tabell 17. Föroreningsmängder (kg/år) vid befintliga förhållanden.

Ämne	Mängd inom delavrinningsområde (kg/år)								Totalt (kg/år)
	A	B	C	D	E	F	G	H	
P	0,18	0,27	3	1,2	2,3	1	0,77	0,17	8,9
N	2,2	3,4	39	20	31	14	10	2,2	120
Pb	0,0053	0,0062	0,075	0,033	0,059	0,026	0,02	0,0041	0,23
Cu	0,018	0,025	0,31	0,15	0,25	0,11	0,084	0,017	0,96
Zn	0,04	0,065	0,84	0,39	0,69	0,3	0,23	0,045	2,6
Cd	0,0003	0,00037	0,0051	0,0021	0,0043	0,0019	0,0015	0,00027	0,016
Cr	0,0076	0,0054	0,079	0,031	0,068	0,029	0,023	0,0041	0,25
Ni	0,0047	0,0036	0,046	0,020	0,038	0,017	0,013	0,0025	0,14
Hg	0,000044	0,000025	0,00027	0,00015	0,00020	0,000092	0,000067	0,000015	0,00086
SS	43	38	440	18	350	160	120	25	1 400
Oil	0,55	0,29	3,1	1,4	2,3	1,1	0,77	0,18	9,7
PAH16	0,00045	0,00079	0,0091	0,0076	0,0071	0,0032	0,0024	0,00051	0,031
BaP	0,000029	0,000013	0,00015	0,000080	0,00012	0,000054	0,000041	0,0000084	0,00050

Tabell 18. Föroreningsmängder (kg/år) vid framtida förhållanden. Gråmarkerade siffror visar föroreningsmängder som överstiger mängden vid befintliga förhållanden i Tabell 17.

Ämne	Mängd inom delavrinningsområde (kg/år)								Totalt (kg/år)	Skillnad mot bef. mängder (kg/år)
	A	B	C	D	E	F	G	H		
P	0,24	0,27	3	1,1	2,3	1,1	0,77	0,17	8,9	0
N	2,6	3,5	44	15	33	15	12	2,5	130	10
Pb	0,018	0,0065	0,091	0,032	0,069	0,031	0,025	0,0052	0,28	0,05
Cu	0,043	0,027	0,38	0,013	0,29	0,13	0,11	0,022	1,1	0,14
Zn	0,11	0,072	1,1	0,39	0,85	0,39	0,32	0,064	3,3	0,7
Cd	0,00053	0,00042	0,0076	0,0026	0,0057	0,0026	0,0022	0,00043	0,022	0,006
Cr	0,014	0,0064	0,13	0,042	0,094	0,043	0,037	0,0071	0,37	0,12
Ni	0,0072	0,0039	0,063	0,021	0,047	0,021	0,018	0,0036	0,19	0,05
Hg	0,000098	0,000024	0,00026	0,000094	0,00020	0,000091	0,000066	0,000015	0,00085	-0,00001
SS	110	39	510	180	380	180	140	29	1 600	200
Oil	1,1	0,29	2,9	1,1	2,2	1	0,72	0,17	9,5	-0,2
PAH16	0,00051	0,00083	0,01	0,0036	0,0078	0,0036	0,0028	0,00062	0,03	-0,001
BaP	0,000072	0,000013	0,00019	0,000064	0,00014	0,000064	0,000051	0,000011	0,0006	0,0001

Tabell 18 visar att föroreningsmängden totalt sett ökar för samtliga ämnen.

Sammanfattningsvis visar föroreningsanalysen att både halter och mängder ökar vid utbyggnad inom planområdet, vilket medför att rening av dagvatten krävs för att säkerställa att belastningen på recipienten inte ökar.

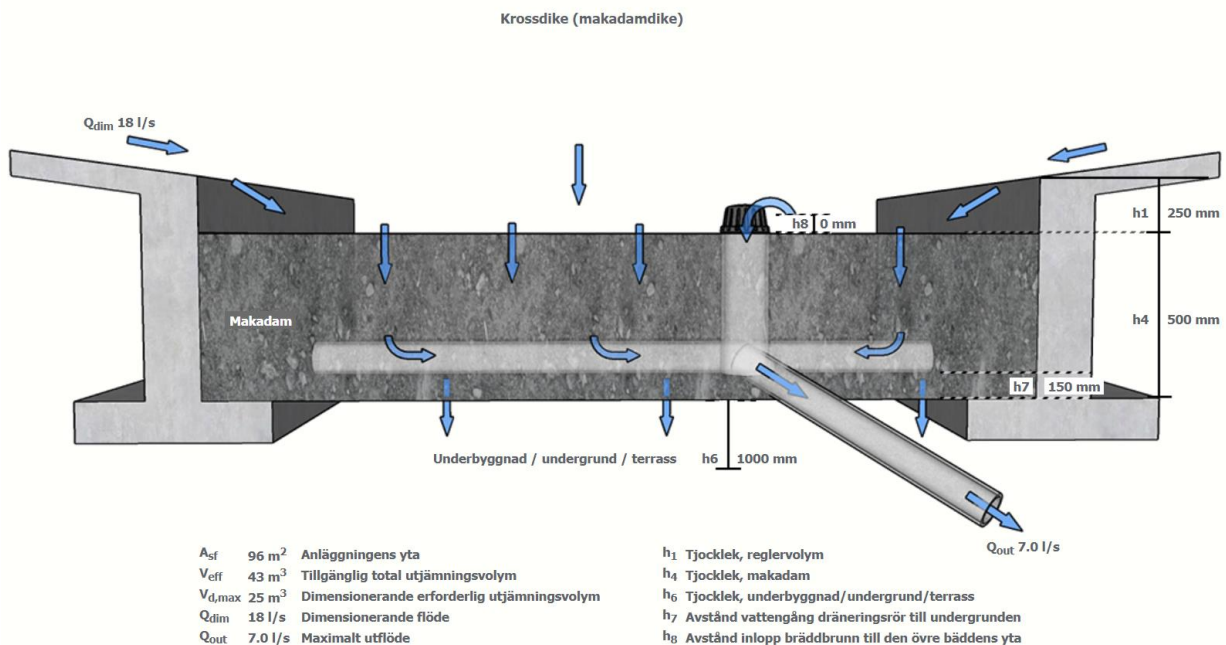
6 Förslag dagvattenhantering

Strategin för att föreslå en lämplig dagvattenhantering inom området har varit att ta fram ett förslag som klarar det fördröjnings- och reningsbehov som skapas vid införandet av detaljplanen. I dagsläget tas dagvatten primärt omhand på den egna fastigheten, inom planområdet. Flertalet av fastigheterna är stora vilket medför att det även efter planerad utbyggnad kommer finnas ytor för att fortsätta göra detta. Framtaget förslag utgår från att fördröjnings- och reningsbehov för majoriteten av fastigheterna tillgodoses med LOD inne på respektive fastighet. Undantag har gjorts för fastigheter inom delavrinningsområde B då beräknad fördröjningsvolym är mycket liten och det finns dammar inne på fastigheten. Även delavrinningsområde A har behandlats separat då marken utgörs av allmän platsmark.

Då befintliga grusvägar inom området ingår i vägsamfälligheter och sköts av boende inom planområdet har vägdiken/gräsdiken utmed befintliga grusvägar ej tillgodoräknats i föreslagen dagvattenhantering. Föreslagen dagvattenhantering är beskriven mer detaljerat i följande underkapitel.

6.1 Delavrinningsområde A

Delavrinningsområde A utgörs av allmän platsmark. Dagvattenanläggningar på fastigheten kommer i framtiden att ombesörjas av fastighetsägaren. Dagvatten föreslås tas om hand i makadamdike inom delavrinningsområdet. Makadamdiket rekommenderas att placeras utmed yta för ny busshållplats och att busshållplatsen lutas mot diket. Då för att möjliggöra ytlig avledning till diket, samt att tillämpa principer om fördröjning och rening nära källan. Figur 14 redovisar den generella dikessektion som har tillämpats i StormTac. Makadamdiket har antagits ha en bredd på 1,2 m och längd på 80 m. Ytanspråket för fördröjning rymms med marginal inom ytanspråket för rening. Ytanspråket blir 96 m² och den totala fördröjningsvolymen beräknas till 43 m³.



Figur 14. Tvärsnitt makadamdike (StormTac Web, Version 22.3.2).

6.1.1 Reningseffekt

Tabell 19 redovisar beräkningar av föroreningsmängder efter utbyggnad och efter rening i föreslagen dagvattenanläggning. Framtida föroreningsmängder som överstiger befintliga mängder har markerats i rött.

Tabell 19. Framtida föroreningsmängder. För jämförelse presenteras befintliga föroreningsmängder. Röda siffror markerar framtida föroreningsmängder som ökar i samband med exploatering.

Ämne	Befintliga mängder (kg/år)	Framtida mängder innan rening (kg/år)	Framtida mängder efter rening (kg/år)
P	0,18	0,24	0,12
N	2,2	2,6	1,3
Pb	0,0053	0,018	0,0049
Cu	0,018	0,043	0,015
Zn	0,040	0,11	0,025
Cd	0,00030	0,00053	0,00016
Cr	0,0076	0,014	0,0052
Ni	0,0047	0,0072	0,0034
Hg	0,000044	0,000098	0,000053
SS	43	110	35
Oil	0,55	1,1	0,16
PAH16	0,00045	0,00051	0,00020
BaP	0,000029	0,000072	0,000028

Baserat på resultaten redovisade i Tabell 19 minskar mängden av samtliga analyserade föroreningar med undantag för kvicksilver (Hg), om rening i föreslaget makadamdike sker. Mängden kvicksilver beräknas inom delavrinningsområde A öka med 0,009 g/år. Kviksilver avsätts genom atmosfärisk deposition och ökar som en följd av att flödet ökar. Kviksilver sprids i naturen främst genom guldutvinning, förbränning av kol, smältverk, krematorier (amalgamfyllningar) och avfallsförbränningar. Kviksilver kan spridas långa sträckor genom luften och även om utsläppen i Sverige har minskat så är fortfarande nedfallet över Sverige stort beroende på utsläpp i andra länder (Naturvårdsverket, 2020). I StormTacs guide anges det att hänsyn bör tas till osäkerheten i dataunderlaget vid dimensionering av reningsanläggningar. Som exempel beskrivs det att Hg (men även BaP) är ett ämne med osäkra riktvärden, typiska halter och reningseffekter, varmed det inte rekommenderas att dimensionera anläggningar efter resultatet för Hg.

I Tabell 20 redovisas beräknade föroreningshalter. För jämförelse redovisas även riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021). Gråmarkerade celler markerar framtida föroreningshalter som överstiger riktvärden. Framtida föroreningshalter som överstiger befintliga halter är markerade i rött.

Tabell 20. Framtida föroreningshalter. För jämförelse presenteras riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad och befintliga föroreningshalter. Röda siffror markerar framtida föroreningshalter som ökar i samband med exploatering. Framtida halter som överstiger riktvärden är markerade med grått.

Ämne	Riktvärde (µg/l)	Befintliga halter (µg/l)	Framtida halt innan rening (µg/l)	Framtida halt efter rening (µg/l)
P	50	100	100	52
N	1 250	1 300	1 100	550
Pb	14	2,9	7,9	2,2
Cu	10	9,9	19	6,5
Zn	30	22	49	11
Cd	0,4	0,17	0,23	0,072
Cr	15	4,3	6,3	2,3
Ni	40	2,6	3,2	1,5
Hg	0,05	0,025	0,043	0,023
SS	25 000	24 000	50 000	15 000
Oil	500	300	480	70
PAH16	-	0,25	0,22	0,087
BaP	0,05	0,016	0,031	0,012

Samtliga föroreningshalter efter utbyggnad beräknas minska jämfört mot befintlig situation om föreslagen reningsanläggning anläggs, se Tabell 20. Halten av kvicksilver får inte (sedan december 2015) öka vilket föroreningsberäkningarna visar att den inte gör inom delavrinningsområdet förutsatt att rening i dike sker.

Beräkningar av framtida föroreningshalter efter anläggande av makadamdike visar att fosfor (P) överskrider riktvärdet. Näringsämnen och då specifikt fosfor utgör en bidragande faktor till att den ekologiska statusen i recipienten *Trehörningen med bäck* klassas som måttlig. Detta då recipientens påverkansanalys visar att det finns källor som kan leda till övergödningsproblem, dock saknas provtagningsdata för att bekräfta detta. Då halten fosfor minskar, och föroreningsmängden reduceras till under mängden vid befintliga förhållanden bedöms utbyggnaden inte medföra en försämring sett till fosfor.

6.2 Delavrinningsområde B

För delavrinningsområde B har inget förslag på dagvattenhantering tagits fram. Beräknad fördröjningsvolym inom området är mycket liten, se Tabell 13. I delavrinningsområde B finns det dessutom dammar inne på fastigheten till vilka dagvatten inom fastigheten fortsatt rekommenderas avledas till.

Då inget förslag på dagvattenhantering har tagits fram för delområdet har inga föroreningsberäkningar för framtida situation efter rening utförts.

6.3 Delavrinningsområde C-H

Föreslagen dagvattenhantering inom delavrinningsområde C-H innebär att fördröjnings- och reningsbehov tillgodoses med LOD inom den enskilda fastigheten. Då flertalet av fastigheterna är stora bedöms det även efter eventuell utbyggnad finnas tillgängliga ytor för att omhänderta dagvatten inom fastigheten likt befintlig situation.

LOD inne på fastighet kan ske genom anläggande av flera olika anläggningar. Föreslagen dagvattenhantering är baserat på att LOD sker i makadamdike på enskild fastighet. Utförda beräkningar (ej redovisade) visar att även svackdike och underjordiskt makadammagasin ger bra reningseffekt och därmed kan vara bra alternativ för hantering av dagvatten. Även andra anläggningar som utformas med motsvarande fördröjningskapacitet och reningseffekt kan vara bra alternativ. Exempel på fler dagvattenanläggningar som bidrar med rening och/eller fördröjning är regnbäddar, översilningsytor och gröna tak. Dagvattenanläggningar kan med fördel utformas för att bidra med rekreation och biologisk mångfald. Dagvatten som samlas upp i regntunnor kan användas som en värdefull och hållbar resurs för exempelvis bevattning. Då planområdet ligger utanför verksamhetsområde för dagvatten skulle dagvattenhantering även kunna ske i gemensamhetsanläggningar mellan fastigheter där topografin gör att vatten avrinner till samma plats, och då skötas genom en VA-samfällighet likt vägsamfälligheterna. Det finns därmed flera olika sätt att uppnå LOD sett till både anläggningstyp och ägandefråga.

Med hänsyn till att planområdet innefattar många bostadsfastigheter har ytanspråk för rening respektive fördröjning beräknats för fem framslumpade fastigheter. Baserat på de fem framslumpade fastigheterna har generella rekommendationer om ytanspråk för makadamdike formulerats vilka bedöms kunna appliceras på samtliga fastigheter inom delavrinningsområde C-H.

Gällande fördröjningskrav åligger det olika krav på fastigheterna inom detaljplaneområdet beroende på om de avvattnas till dikningsföretaget eller ej. Ytanspråk för fördröjning för fastigheter inom delavrinningsområde E skiljer sig därmed från ytanspråk för fördröjning för övriga fastigheter. Avtappningskravet för fastigheter inom delområde E är 1,5 l/s, ha vilket leder till mycket stora fördröjningsvolymerna och därmed stort ytanspråk för ett makadamdike. För de fastigheter som ej leds till dikningsföretaget ska ett framtida 10-årsregn fördröjas till ett befintligt 10-årsregn. Som jämförelse till beräkningar för de två fördröjningskraven har även beräkningar för ett makadamdike som fördröjer ett framtida 10-årsregn till ett befintligt 2-årsregn utförts.

För samtliga fastigheter är målet avseende rening att framtida föroreningsmängder ska understiga befintliga föroreningsmängder i enlighet med Länsstyrelsens yttrande. Redovisade ytanspråk för rening har därmed dimensionerats efter mängder och ej efter riktvärden (halter). Riktvärden används dock som stöd vid analys av resultatet. Ytanspråket för rening har itererades fram med målet att nå befintliga föroreningsmängder. Då till den grad att ett ökat ytanspråk inte gav ytterligare reningseffekt.

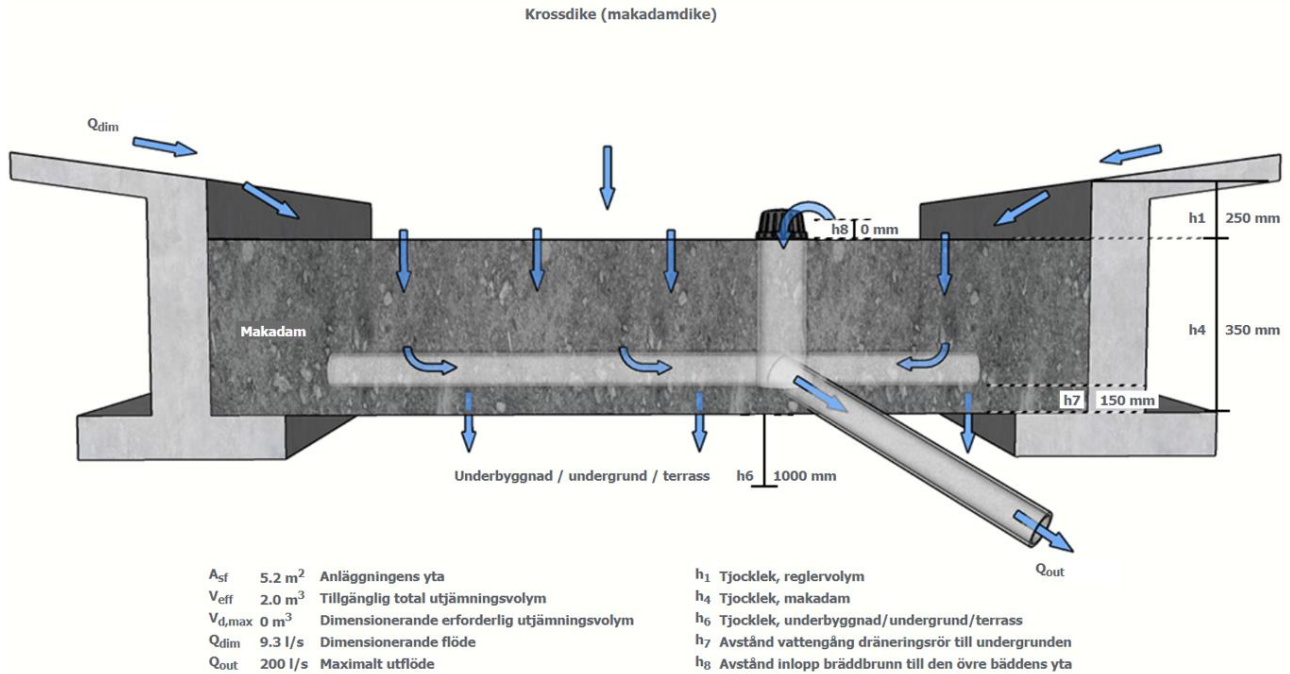
Parametern minsta möjliga utloppshalt i StormTac har ej avaktiverats. Minsta möjliga utsläppshalt hänvisar till en dagvattenreningsanläggningens oförmåga att minska föroreningshalten under en viss nivå och begränsar därför reningseffekten i anläggningen till orimligt låga utsläppshalter. Exempel på processer som medför att dessa halter inte kan nå ner till noll utgör exempelvis utbyte med sediment och bakgrundsinnehåll av föroreningar i material. Att avaktivera minsta möjliga utsläppshalt medför krav på extra effektiv skötsel och extra anpassning vid utformning och val av material, såsom växter. Då anläggningarna kommer skötas av fastighetsägare har det bedömts som olämpligt att avaktivera parametern minsta möjliga utloppshalt.

I Tabell 21 framgår ytanspråk för makadamdike i förhållande till tillkommande hårdgjord yta för de fem framslumpade fastigheterna. Redovisade procenttal är avrundade till närmsta heltal. Resultat redovisas för tre olika fördröjningskrav. För respektive fördröjningskrav redovisas om det är fördröjning eller rening som är dimensionerande. Baserat på resultatet för de fem fastigheterna har medelvärden tagits fram vilka bedöms kunna appliceras även på andra fastigheter.

Tabell 21. Dimensionering av makadamdike.

Mål rening	Framtida mängder ska understiga befintliga mängder					
Krav fördröjning	Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 10-årsregn		Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 2-årsregn		Framtida 10-årsregn fördröjs till 1,5 l/s ha	
Fastighet (slumpad)	Dimensionerande	Yta makadamdike/ tillkommande hårdgjord yta	Dimensionerande	Yta makadamdike/ tillkommande hårdgjord yta	Dimensionerande	Yta makadamdike/ tillkommande hårdgjord yta
Baggeryr 2:11	Rening	7%	Rening/fördröjning	7%	Fördröjning	28%
Tranebo 3:34	Rening	13%	Rening	13%	Fördröjning	18%
Tranebo 3:36	Rening	6%	Fördröjning	7%	Fördröjning	43%
Bageryr 2:8	Rening	7%	Rening/fördröjning	7%	Fördröjning	25%
Bageryr 5:25	Rening	9%	Rening	9%	Fördröjning	24%
Medel		8%		9%		28%

Figur 15 redovisar den generella dikessektion som har tillämpats i StormTac för LOD-beräkningar. Ytanspråk redovisade i Tabell 21 är baserade på denna dikessektion. Dikessektionen går att anpassa efter lokala förutsättningar (t.ex. höjdförhållanden) vilket kan påverka ytanspråket. Med hänsyn till behov av rening och beräkningar redovisade i Tabell 21 rekommenderas att samtliga fastigheter inom delavrinningsområde C-H anlägger makadamdike (eller annan anläggning med likartad fördröjningskapacitet och reningseffekt) motsvarande 8% av tillkommande hårdgjord yta. Om fördröjningsvolymen ej ryms inom ytanspråket för rening behöver mellanskillnaden i volym endast fördröjas och ej renas. Om möjligt kan då dikessektionen utformas med en djupare reglerhöjd (se h_1 i Figur 15) vilket kommer resultera i ett mindre ytanspråk än det redovisat i Tabell 21.



Figur 15. Tvärsektion makadamdike (StormTac Web, Version 23.2.2).

6.3.1 Reningseffekt

Skillnaden mellan befintliga föroreningsmängder och framtida föroreningsmängder för de fem framslumpade fastigheterna redovisas i Tabell 22. Föroreningsmängder har beräknats baserat på att de fem fastigheterna anlägger makadamdiken enligt beräknade medeltal för ytanspråk, dvs 8%, 9% och 28% beroende på fördröjningskrav. Negativa värden betyder att föroreningsmängden förväntas minska vid utökad bebyggelse av tomterna och anläggning av makadamdike jämfört mot befintliga förhållanden. Positiva värden betyder att föroreningsmängden förväntas öka vid utökad bebyggelse och anläggande av makadamdike jämfört mot befintliga förhållanden, dessa värden är markerade i rött. Med hänsyn till att planområdet innefattar många bostadsfastigheter och att föroreningsberäkningar endast har utförts för framslumpade fastigheter är det inte representativt att redovisa föroreningsmängder i kg/år. Därav redovisas endast skillnad i procent jämfört med befintlig situation.

Tabell 22. Skillnad i framtida föroreningsmängder efter rening jämfört mot befintlig situation för framslumpade fastigheter. Resultat presenteras för tre olika fördröjningskrav. Röda siffror markerar framtida föroreningsmängder som ökar i samband med exploatering.

Mål rening	Framtida mängder ska understiga befintliga mängder		
Krav fördröjning	Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 10-årsregn	Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 2-årsregn	Framtida 10-årsregn fördröjs till 1,5 l/s ha
Yta makadamdike/ tillkommande hårdgjord yta	8%	9%	28%
Ämne	Skillnad i mängd mot befintlig situation	Skillnad i mängd mot befintlig situation	Skillnad i mängd mot befintlig situation
P	-24%	-27%	-51%
N	-23%	-26%	-47%
Pb	-33%	-35%	-9%
Cu	-24%	-26%	-50%
Zn	-43%	-45%	-69%
Cd	-44%	-45%	-53%
Cr	-90%	-90%	-94%
Ni	10%	8%	8%
Hg	-26%	-26%	-48%
SS	-22%	-25%	-47%
Oil	-71%	-71%	-71%
PAH16	-26%	-29%	-56%
BaP	17%	17%	17%

I Tabell 22 kan det uttydas att beräknade framtida föroreningsmängder efter rening understiger befintliga föroreningsmängder med undantag för nickel (Ni) och benso(a)pyren (BaP). När makadamdike motsvarande 9 och 28% av tillkommande hårdgjord yta anläggs uppnår nickel minsta möjliga utloppshalt, dvs ett ökat ytanspråk för diket resulterar ej i lägre föroreningsmängd. I detta fall överstigs befintlig föroreningsmängd med 8%. När makadamdike motsvarande 8% av tillkommande hårdgjord yta anläggs uppnår däremot nickel ej minsta möjliga utloppshalt och befintlig föroreningsmängd överstigs med 10%. I StormTac har koncentrationer för varje parameter och typ av reningsanläggning kategoriserats i tre nivåer av osäkerhet som baseras på antalet indata och dess variation, detta för att kvantifiera osäkerheten avseende dagvattnets typiska halter för de olika markanvändningstyperna. Ju fler studier och mindre variation i reningsresultat desto större är säkerheten. Om variationskoefficienten (CV) för en parameter är högre än 1,25 är säkerheten låg, CV-värden mellan 0,5 och 1,25 vilket i StormTac anger en medelhög säkerhet och CV<0,5 anger följaktligen en hög säkerhet. För nickel har ingen klassning skett av CV-värdet för de olika markanvändningstyperna som använts i denna utredning (gräsyta, grussyta och takyta), vilket resulterar i en låg säkerhet.

För samtliga tre fördröjningskrav överstiger framtida mängd benso(a)pyren befintlig föroreningsmängd med 17%, se Tabell 22. Om makadamdike motsvarande 8% av tillkommande hårdgjord yta anläggs uppnår benso(a)pyren minsta möjliga utloppshalt. Därmed resulterar ett ökat ytanspråk ej i en minskad föroreningsmängd om inte minsta möjliga utloppshalt avaktiveras, vilket enligt diskussion ovan inte anses lämpligt. Benso(a)pyren är enligt StormTac ett ämne med osäkra riktvärden, typiska halter och reningseffekter varmed det inte rekommenderas att dimensionera anläggningar efter dessa ämnen. Huvudsakliga källor till

spridning och förorening av benso(a)pyren i dagvatten är bland annat fossila bränslen, atmosfärisk deposition, trafik och ofullständig förbränning.

Värdena på minsta möjliga utloppshalter uppdateras löpande i StormTac när fler data på utloppshalter inventeras. Värdena bör betraktas kritiskt då värdet på de minsta möjliga utloppshalterna är osäkra, kanske kan de vara för höga eller för låga mot vad som i praktiken kan erhållas, vilket påverkar vilken reningseffekt som beräknas.

I Tabell 23 redovisas framtida föroreningshalter efter rening i makadamdike för de fem framslumpade fastigheterna. För jämförelse redovisas även riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2021). Gråmarkerade celler markerar framtida föroreningshalter som överstiger riktvärden. Framtida föroreningshalter som överstiger befintliga halter är markerade i rött. Föroreningshalterna har beräknats baserat på att de fem fastigheterna anlägger makadamdiken enligt beräknade medeltal för ytanspråk, dvs 8%, 9% och 28% beroende på fördröjningskrav. Då fastigheterna som beräkningarna är baserade på är framslumpade och bedöms vara representativa för delavrinningsområde C-H kan halter presenterade i Tabell 23 antas vara applicerbara för hela det område som ingår i delavrinningsområde C-H.

Tabell 23. Framtida föroreningshalter efter rening för framslumpade fastigheter. Resultat presenteras för tre olika fördröjningskrav. För jämförelse presenteras riktvärden enligt Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad och befintliga föroreningshalter. Röda siffror markerar framtida föroreningshalter som ökar i samband med exploatering. Framtida halter som överstiger riktvärden är markerade med grått.

Mål rening			Framtida mängder ska understiga befintliga mängder		
Krav fördröjning			Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 10-årsregn	Framtida 10-årsregn fördröjs till befintligt 2-årsregn	Framtida 10-årsregn fördröjs till 1,5 l/s ha
Yta makadamdike/ tillkommande hårdgjord yta			8%	9%	28%
Ämne	Riktvärde (µg/l)	Befintliga halter (µg/l)	Halt (µg/l)	Halt (µg/l)	Halt (µg/l)
P	50	94	64	62	42
N	1 250	1 200	830	810	570
Pb	14	2,3	1,5	1,4	0,88
Cu	10	9,6	6,7	6,5	4,4
Zn	30	26	13	13	7,3
Cd	0,4	0,17	0,087	0,083	0,072
Cr	15	2,6	2,4	2,3	1,5
Ni	40	1,5	1,5	1,5	1,5
Hg	0,05	0,0079	0,0055	0,0053	0,0036
SS	25 000	14 000	9 900	9 600	6 800
Oil	500	95	26	26	25
PAH16	-	0,24	0,17	0,16	0,097
BaP	0,05	0,0046	0,0050	0,0050	0,0050

Beräkningar av framtida föroreningshalter efter anläggande av makadamdike visar att fosfor (P) överskrider riktvärdet för två av de tre fördröjningskraven, se Tabell 23. Näringsämnen och då specifikt fosfor utgör en bidragande faktor till att den ekologiska statusen i recipienten *Trehörningen med bäck* klassas som måttlig. Detta då recipientens påverkansanalys visar att det finns källor som kan leda till övergödningssproblem, dock

saknas provtagningsdata för att bekräfta detta. Då halten fosfor minskar, och föroreningsmängden reduceras till under mängden vid befintliga förhållanden bedöms utbyggnaden inte medföra en försämring sett till fosfor.

Halten av kvicksilver (Hg) får inte (sedan december 2015) öka vilket föroreningsberäkningarna redovisade i Tabell 23 visar att den inte gör förutsatt att rening i makadamdike sker. För samtliga fördröjningskrav minskar mängden kvicksilver jämfört med befintlig situation vilket har varit utgångspunkt vid framtagande av ytanspråk för makadamdike. Detta i enlighet med Länsstyrelsens yttrande.

Efter utbyggnad beräknas halten benso(a)pyren överstiga befintlig föroreningshalt med ca 8,7% (0,0006 µg/l). BaP är som tidigare nämnt ett ämne med osäkra riktvärden, typiska halter och reningseffekter varmed det inte rekommenderas att dimensionera anläggningar efter dessa ämnen.

6.4 Lokalspecifika förutsättningar

I föroreningsberäkningarna har ingen hänsyn tagits till den rening som sannolikt sker i de öppna vattendrag som finns inom området och som avleder dagvatten till recipient. Föroreningssituationen bör därför vara bättre än vad som redovisas i denna utredning.

Därtill har endast ytor där markanvändningen förändras beräknats, där en ökning i andelen hårdgjorda ytor kan förväntas. Att även inkludera de grönytor som omger fastigheterna i beräkningarna skulle potentiellt kunna bidra till att vidare buffra beräknade mängder och halter för framtida förhållanden, och spegla ett mindre förorenat scenario. Många fastigheter är högt belägna och omges av stora naturmarksytor.

Vidare så har beräkningarna utförts konservativt i den mån att avrundningar gjorts till förmån för exempelvis grus gentemot gräsytor, samt att fastigheter har antagits byggas ut till den maximala ytan som detaljplanen föreslås medge. Framtida förhållanden speglar på så vis det värsta scenariot. Att anlägga en eller flera avancerade dagvattenlösningar i ett område som östra Sjölanda utan en VA-huvudman som drifvar dessa innebär en stor risk, främst gällande skötsel och underhåll. Ska anläggningarna skötas av en gemensamhetsanläggning och personer som saknar kunskap inom området finns det risker att anläggningarna inte sköts på rätt sätt och på sikt tappar sin funktion.

Det ses vidare som betydelsefullt att, där det är möjligt, bevara eller anlägga gröna ytor (hålla nere hårdgörandegraden inom planområdet). Detta i syfte att bidra till att minska årsmedelavrinningen och därmed även mängden föroreningar som släpps till recipienten årligen.

6.5 Sammanvägd bedömning av påverkan på recipientens status

De antaganden och förenklingar av input till StormTac som beskrivits ovan är förenliga med osäkerheter, kombinerat med det faktum att StormTac utgör en modell som även den innehåller osäkerheter bedöms ökningen av framför allt metallerna jämfört med befintliga förhållanden som liten, och inom felmarginalerna för beräknade mängder och halter.

Mängden kvicksilver beräknas inom delavrinningsområde A att öka med 0,009 g/år. Ökningen inom delområde A bedöms med marginal att kompenseras för inom delavrinningsområde C-H där mängden kvicksilver förväntas minska med minst 26% (beroende på fördröjningskrav). Således bedöms utökade byggrätter inom planområdet ej att leda till en försämrad situation med avseende på kvicksilver.

Nickel förväntas att öka i mängd men ej i halt inom delavrinningsområde C-H förutsatt att rening i makadamdike enligt framtagna ytanspråk sker. Mängden nickel inom delavrinningsområde C-H förväntas att öka med 8 % även vid ett stort ytanspråk av makadamdike. Detta är med anledning av att föroreningen uppnår minsta möjliga utloppshalt. För att ökningen ska minska krävs tvåstegsrening eller en mer avancerad reningsanläggning. Halten av nickel förväntas ej att öka vid utökade byggrätter inom detaljplanen förutsatt att rening i makadamdike sker. Nickel är ej klassat i VISS för recipienten Trehörningen.

Även BaP förväntas att öka i samband med utbyggnad av byggrätter trots att rening sker. Detta sett till både halt och mängd. Likt som för nickel uppnår BaP minsta möjliga utloppshalt. BaP är som tidigare nämnt ett ämne med osäkra riktvärden, typiska halter och reningseffekter varmed det inte rekommenderas att dimensionera anläggningar efter dessa ämnen.

Förutsatt att föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningar implementeras bör inte utbygganden inom planområdet bidra till en försämring av de parametrar som analyserats inom ramarna för StormTac och på så vis är det osannolikt att utbyggnaden skulle bidra till att MKN för recipienten *Trehörningen med bäck* inte uppfylls.

Som tidigare nämnts har ambitionen vid framtagandet av föreslagen dagvattenhantering varit att föroreningsmängderna i dagvattnet från planområdet inte ska öka jämfört med nuläget enligt Länsstyrelsens yttrande. Att reducera ner till mängden vid befintliga förhållanden är en mycket hög ambition som kan komma att kräva omfattande reningsåtgärder, sett till ytanspråk för dagvattenanläggningar samt att flerstegsrening i olika typer av anläggningar kan komma att krävas. Detta kan bli kostsamt rent samhällsekonomiskt men också miljömässigt. Man kan ställa sig kritisk till om det är motiverbart att tillämpa denna ambitionsnivå i ett glesbebyggt område med stora fastigheter, beläget nära recipient och där den ökade hårdgörningsgraden främst avser något större taktytor, vilket ger upphov till tämligen rent dagvatten.

Vidare är beräkningarna i StormTac baserade på typiska halter från faktiska mätningar för olika markanvändningar vilket medför att det finns en osäkerhet inbyggd i beräkningarna. Vissa markanvändningar har exempelvis få mätdata, vilket gör att osäkerheten för dessa ökar. Användandet av typiska värden medför att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt. Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta eller faktiska värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska inom området utifrån antagen markanvändning.

6.6 Bortvalda alternativ

Ett tidigare utrett alternativ för fördröjning och rening av dagvatten från delavrinningsområde C, D, E, F och G var att leda vattnet till vägdiken/gräsdiken (befintliga och nya) utmed befintliga grusvägar utanför planområdet. Även för detta alternativ var förslaget för delavrinningsområde A rening och fördröjning i ett makadamdike. För delavrinningsområde B och H togs inget förslag på dagvattenhantering fram på grund av det låga fördröjningsbehovet, befintlig damm samt närhet till recipienten.

Beräkningarna för detta alternativ visade att erforderlig fördröjningsvolym både med och utan hänsyn till befintligt dikningsföretag ryms med marginal inom ytanspråket för rening. Således var reningen dimensionerande för detta förslag på dagvattenhantering.

Vid diskussion med kommunens lantmäterikontor konstaterades flera svårigheter kopplade till genomförandet av det ovan föreslagna alternativet på dagvattenlösning med avseende på att samförlägga bostadsfastigheternas dagvattenhantering med diken för vägen. Rättigheterna går lagmässigt inte att förena enligt kommunens lantmäterikontor, vägdikena är enbart till för att ta hand om vatten från vägen. Att ompröva vägdikena till dagvattendiken som även tar emot vägdagvatten är teoretiskt ett alternativ, men kommunens lantmäterikontor bedömer att det praktiskt kan bli svårt att få till. Ett möjligt alternativ skulle vara att anlägga diken för hantering av dagvatten som går parallellt med vägdikena, detta bedöms dock inte vara en rimlig eller lämplig lösning.

Som tidigare nämnt hanteras dagvatten i dagsläget lokalt på befintliga tomter innan det avrinner i diken längs med vägarna och mindre vattendrag, vilka mynnar ut i sjön Trehörningen. Topografin i området gör att dagvatten från flertalet fastigheter inom planområdet avrinner mot dikningsföretaget (avrinningsområde E). Det kan vara aktuellt att ompröva dikningsföretaget för att även inkludera dagvattenändamål. Det är vanligt att

omprövning görs av äldre dikningsföretag. En omprövning görs av någon av deltagarna i dikningsföretaget eller dagvattenintressenten genom en ansökan till mark- och miljödomstolen.

Ett annat alternativ skulle kunna vara att gräva om diket på aktuell sträcka och dimensionera upp kulverten under Vårhagavägen, vilket medför att ett större flöde kan avtappas och på så vis minskas beräknad fördröjningsvolym. Dock krävs då en omprövning av dikningsföretaget, med beslutsprocesser som kan ta tid men bör bli mer kostnadseffektivt.

7 Skyfall

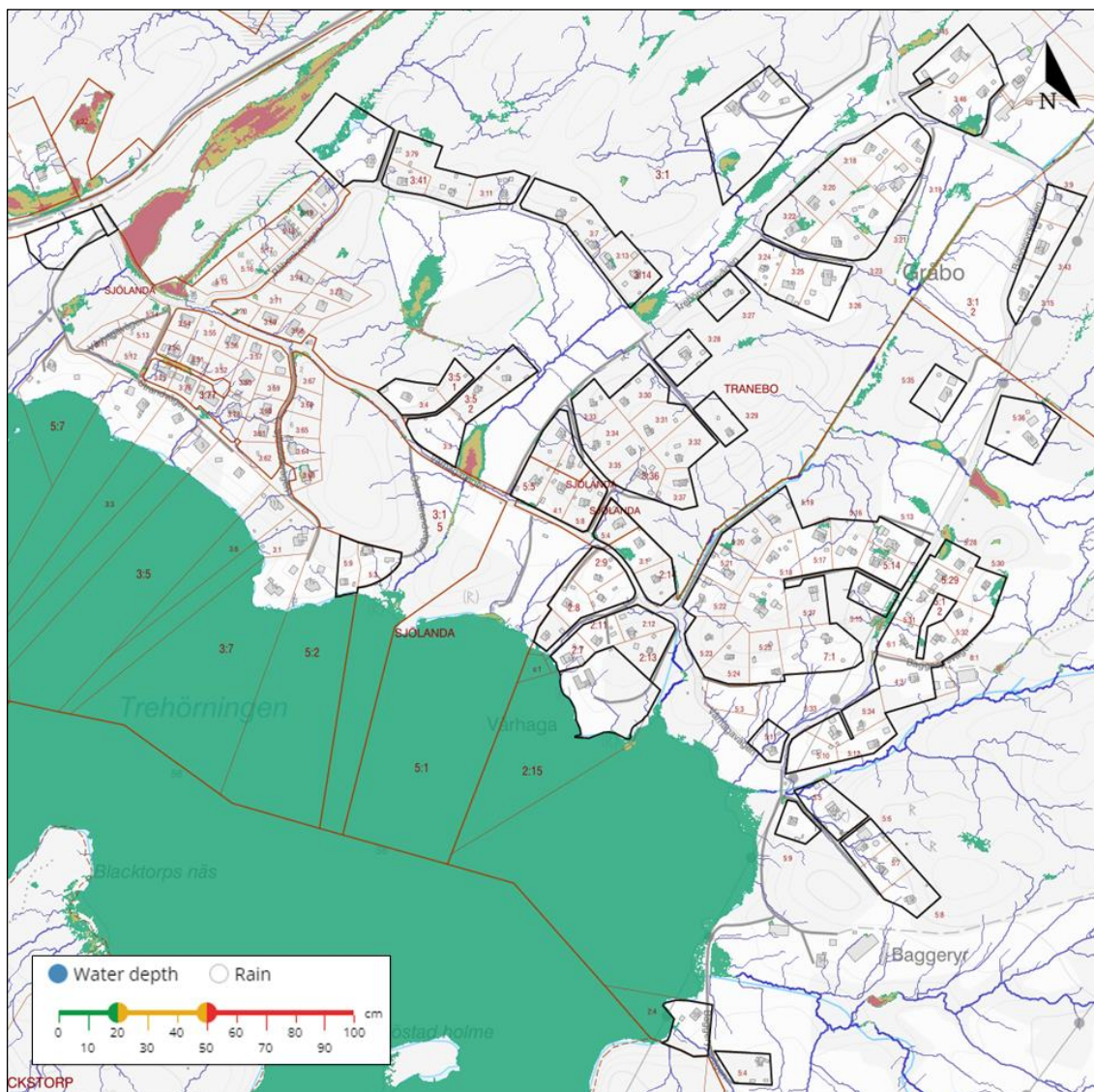
Skyfall innebär att stora mängder regn faller på kort tid. Vid skyfall överskrider ofta ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationsförmåga, vilket gör att vatten avrinner på markytan. Regnvattnet följer lågstråk i terrängen och ansamlas i sänkor/lågpunkter som kan skapa problem i form av översvämning av bebyggelse och infrastruktur. När en sänka/lågpunkt är full rinner vattnet vidare mot nästa. Ett instängt område utgörs av ett område från vilket vatten inte kan rinna vidare yttledes förrän vattennivån stigit över en viss tröskelnivå. Instängda områden är därför beroende av ledningsnätet för sin avvattning. Skyfall kan även orsaka problem i de lågstråk längs vilka vattnet transporteras, då stora vattenflöden kan uppstå.

7.1 Befintlig skyfallssituation

En skyfallsanalys över befintliga förhållanden har genomförts i Scalgo Live. Programmet erbjuder en mer avancerad lågpunktskartering där rinnvägar/lågstråk och sänkor/lågpunkter samt instängda områden vid en viss regnmängd kan analyseras och visualiseras. Scalgo Live bygger på Lantmäteriets markhöjdmodell grid 1+, med en upplösning på 1x1 m (Scalgo Live, u.å). Det bör noteras att lågpunktskarteringen är statisk och tar inte hänsyn till infiltration, ledningsnät eller dämning på mark. Det gör att det finns risk att vattenvolymer i lågpunkter överskattas och att vattennivåer längs flödesvägar underskattas, särskilt i flacka områden. Utförd analys i Scalgo Live är baserad på en regnvolymer om 150 mm.

7.1.1 Inom planområdet

Skyfallsanalysen visar att det finns lågpunkter inom planområdet som riskerar att översvämmas, se Figur 16. I figuren är vattendjup illustrerade med hjälp av en färgskala från grönt till rött där grönt innefattar vattendjup upp till 20 cm, gult vattendjup upp till 50 cm och rött vattendjup däröver. I figuren är planområdesgränser utmärkt med svarta linjer.



Figur 16. Rinnvägar (mörkblå streck) samt lågpunkter som vid 150 mm fyllts till ett potentiellt vattendjup (skala grönt – rött) inom planområdet (SCALGO Live, 2022).

På fastighet Sjölanda 5:1 (planerad busshållsplats), Tranebo 3:79 och Tranebo 3:13 blir vatten stående upp till ca 20 cm inom fastigheten. På Tranebo 3:13 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad.

På fastighet Tranebo 3:20, 3:21, 3:22, 3:44, 3:46 och 4:1 finns lågpunkter där vatten blir stående upp till ca 30 cm inom fastigheten. På Tranebo 3:44, 4:1 finns permanenta vattenytor i lågpunkterna varvid dessa sannolikt utgörs av dammar. På fastighet Tranebo 3:22 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad.

För fastigheten Tranebo 3:27 och 3:38 blir vatten stående upp till ca 20 cm längs med fastighetsgränsen.

Fastigheterna Tranebo 3:3 och 3:14 angränsar till större lågpunkter samt en större rinnväg över åkern längsmed delar av Trehörningsvägen. För lågpunkten som angränsar till fastighet Tranebo 3:3 kan vatten

ansamlas upp till ca 1 m. För lågpunkten som angränsar till fastighet Tranebo 3:14 kan vatten ansamlas upp till ca 50 cm.

För fastigheterna Sjölanda 5:5, 4:1, 5:4 och Baggeryr 3:1 ansamlas vatten upp till 20 cm utmed södra fastighetsgränsen som vetter mot Vårhagavägen. För Baggeryr 2:14 ansamlas vatten upp till 20 cm längsmed östra fastighetsgränsen i närhet till befintligt dikningsföretag.

På fastigheterna Baggeryr 5:20, 5:26 och 5:17 finns lågpunkter där vatten blir stående upp till ca 20 cm inom fastigheten. På fastighet Baggeryr 5:26 och 5:17 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad.

För fastighet Baggeryr 5:13 och 5:14, 5:28, 5:30, 5:1 blir vatten stående upp till ca 30 cm inom fastigheten. På fastighet Baggeryr 5:14 och indirekt 5:13 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad.

För fastigheterna Baggeryr 5:15, 5:29, 5:31 och 5:9 blir vatten stående upp till ca 30 cm utmed den östra och västra fastighetsgränsen som vetter mot Baggeryrsvägen.

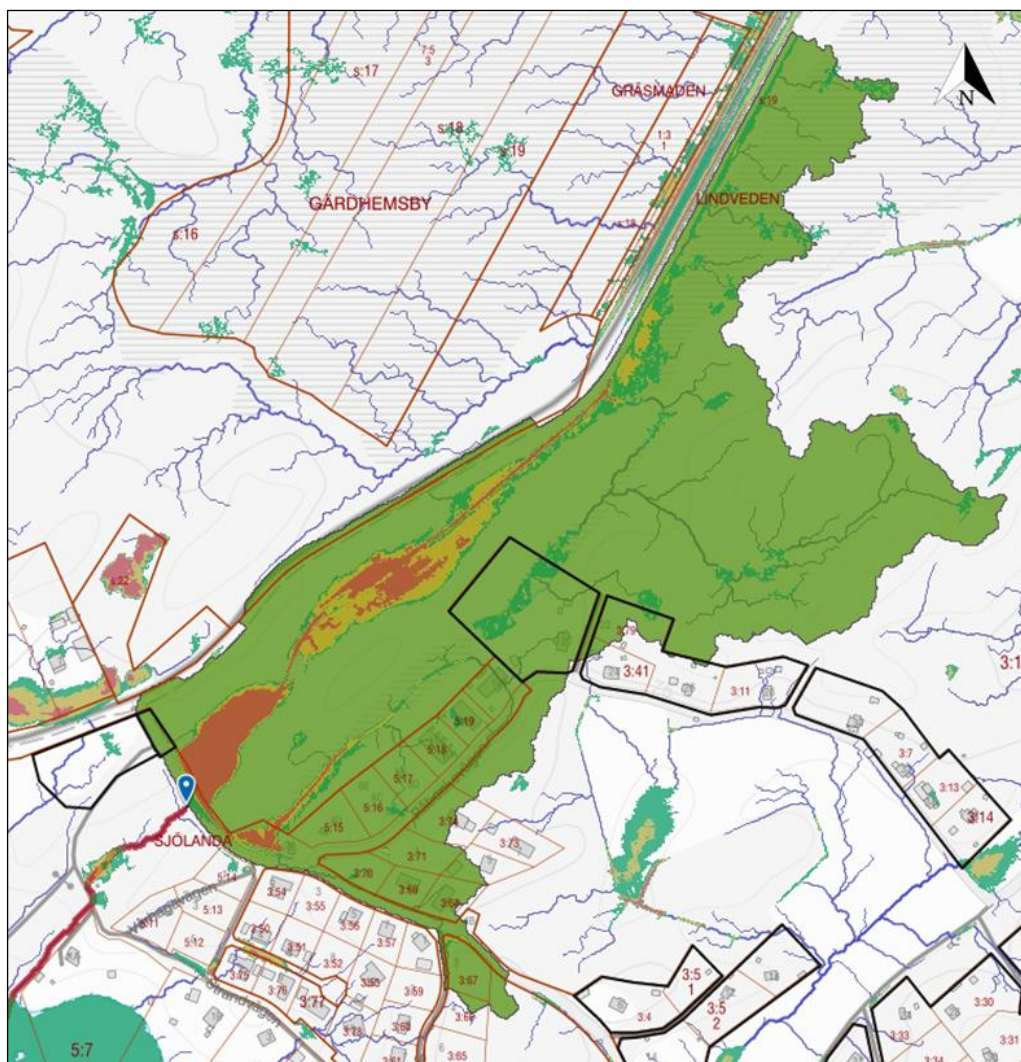
Fastigheten Baggeryr 5:5 blir vatten stående upp till ca 80 cm inom fastigheten samt utmed den nordvästra fastighetsgränsen, då upp till ca 50 cm. Lågpunkten i fastighetsgräns härrör till det vattendrag som korsar Baggeryrsvägen och mynnar i Trehörningen.

På fastigheten Baggeryr 2:4 ansamlas vatten upp till 20 cm inom fastigheten.

7.1.2 Utom planområdet

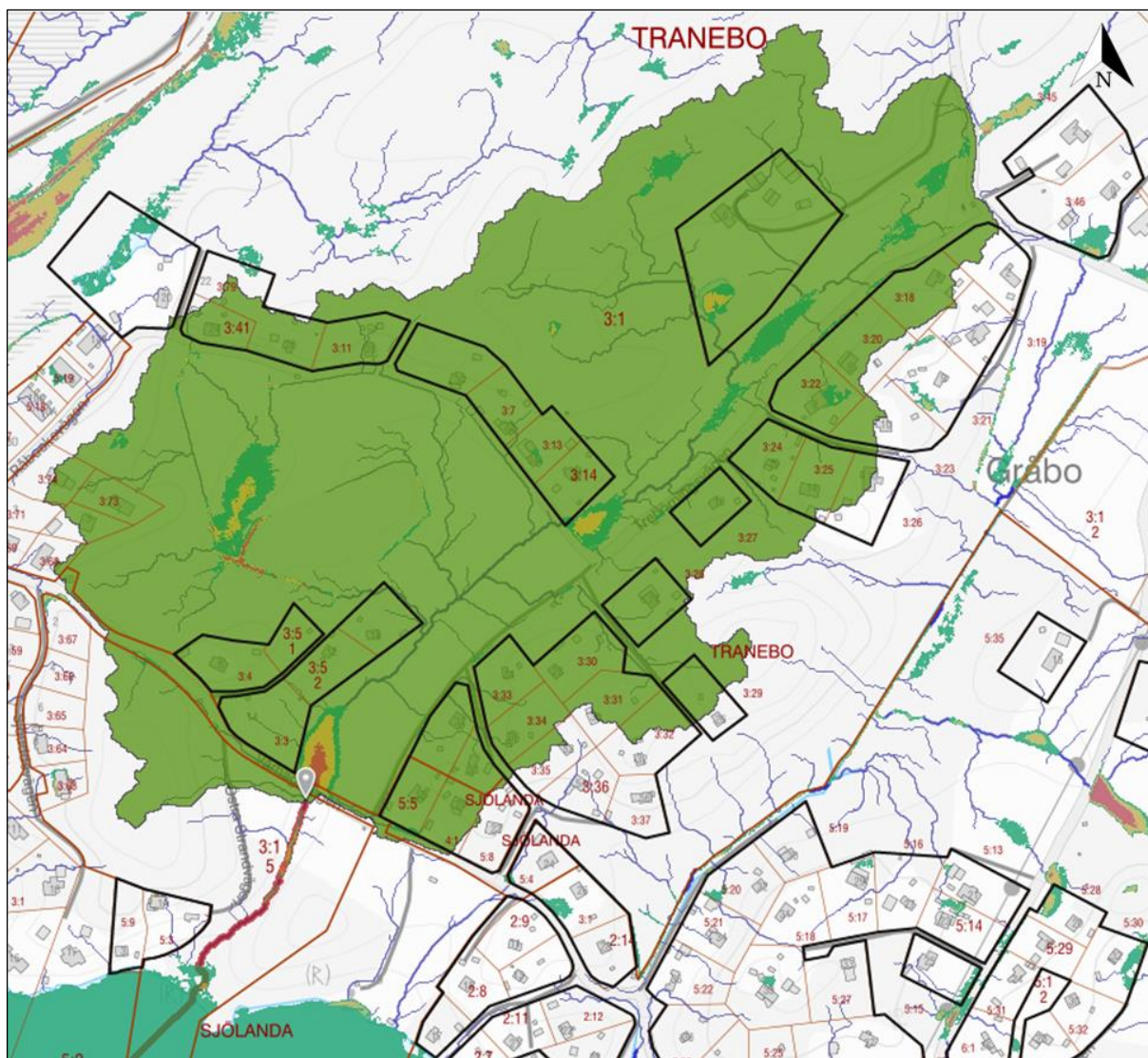
Skyfallsanalysen visar att det finns lågpunkter utanför planområdet som riskerar att översvämmas, se Figur 17. I figuren är vattendjup illustrerade med hjälp av en färgskala från grönt till rött där grönt innefattar vattendjup upp till 20 cm, gult vattendjup upp till 50 cm och rött vattendjup däröver. I figuren är planområdesgränser utmärkt med svarta linjer.

Det finns flera sammanhängande lågpunkter öster om Trollhättevägen där vattendjupet överstiger 1 m i den sydligaste lågpunkten. Figur 17 redovisar avrinningsområdet (grönmarkerat) som lågpunkterna avvattnar. Delar av planområdet avvattnas till lågpunkterna på fastigheten Tranebo 3:44 samt delar av Tranebo 3:41 och 3:79. Lågpunkterna avvattnas till ytterligare en lågpunkt nordöst om Trehörningsvägen, vidare till Trehörningen, se rödmarkerad rinnväg i figuren.



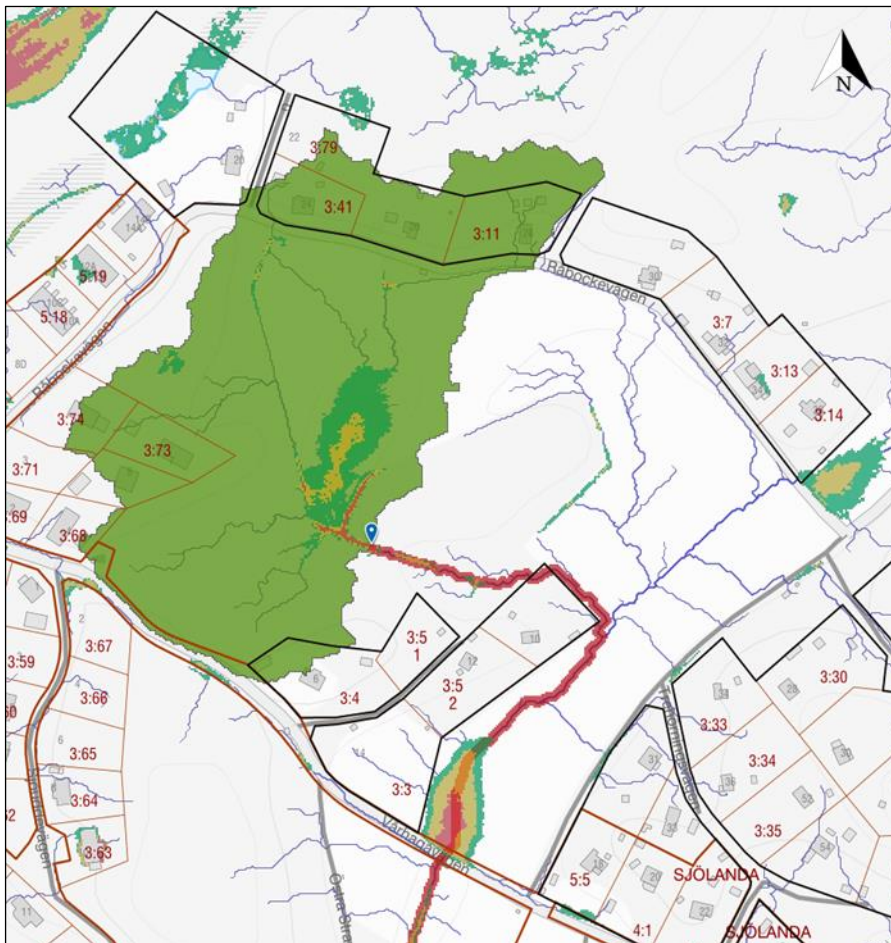
Figur 17. Lågpunkter utmed Trollhättevägen (SCALGO Live, 2022).

Det finns flertalet lågpunkter på åkern nordväst om Trehörningsvägen, se Figur 18. Lågpunkterna följer en större rinnväg som mynnar i sjön Trehörningen, se avrinningsområde markerat med grönt i Figur 18. Två av lågpunkterna har beskrivits tidigare då planområdet angränsar till lågpunkterna, se ovan och omnämmandet av fastighet Tranebo 3:3 och 3:14.



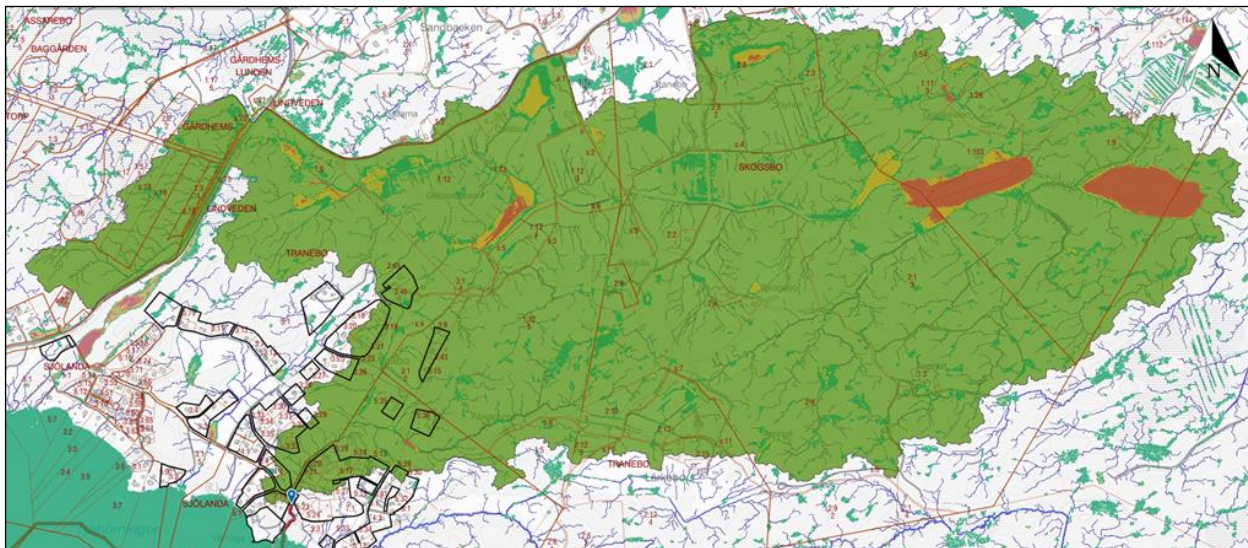
Figur 18. Lågpunkter längsmed Trehörningsvägen (SCALGO Live, 2022).

Det finns en utbredd lågpunkt söder om Råbockevägen med ett vattendjup på ca 1 m. Lågpunkten avvattnar främst delar av åker- och skogsmarken på fastighet Tranebo 3:1 men även delar av befintlig bebyggelse på fastighet Tranebo 3:68, 3:72, 3:73, 3:74, 3:79, 3:11, 3:4, se avrinningsområde till lågpunkten markerat med grönt i Figur 19. Av berörda fastigheter ingår Tranebo 3:41, 3:79, 3:11 och 3:4 i aktuellt planområde. Lågpunkten i Figur 19 rinner vidare till tidigare beskriven lågpunkt i åkern (Figur 18) längsmed delar av Trehörningsvägen, se rödmarkerad rinnväg i Figur 19.



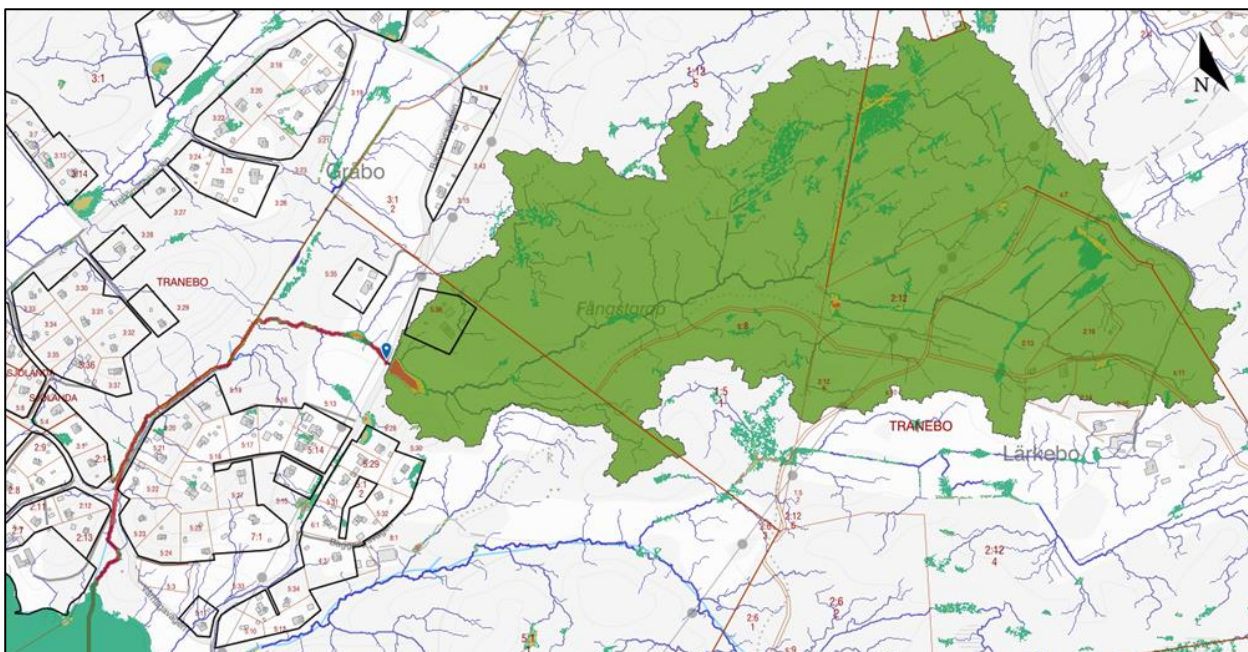
Figur 19. Lågpunkt söder om Råbockevägen (SCALGO Live, 2022).

Vid skyfall avvattnas stora delar av planområdet till befintligt diktningföretag, se Figur 20 med avrinningsområde markerat med grönt. Diktningföretaget utgör ett naturligt lågstråk till vilket vatten från stora ytor uppströms planområdet leds till. Även ytor inom planområdet avvattnas till diktningföretaget, fastigheter som berörs presenteras i Tabell 5.



Figur 20. Lågpunkter längsmed befintligt dikningsföretag (SCALGO Live, 2022).

Det finns en utbredd lågpunkt öster om Vårhagavägen med ett vattendjup som överstiger 1 m. Lågpunkten avvattnar främst delar av åker- och skogsmarken på fastighet Baggeryr 5:1 men även delar av fastighet Baggeryr 5:36 inom planområdet, se avrinningsområde till lågpunkten markerat med grönt i Figur 21. Lågpunkten ser ut att avrinna till befintligt dikningsföretag och mynnar i sjön Trehörningen, se rödmarkerad rinnväg i Figur 21.



Figur 21. Lågpunkt öster om Vårhagavägen (SCALGO Live, 2022).

7.2 Planens påverkan på befintlig skyfallssituation

När befintliga lågpunkter och rinnvägar bebyggs kan översvämningensrisken för både befintlig och ny bebyggelse öka. Befintliga sänkor/lågpunkter utgör buffertytor då de fördröjer vatten vid skyfall. Problem kan uppstå när skyfallsytorna byggs bort, exempelvis genom att marken fylls för att möjliggöra grundläggning av byggnader eller vägar. Det vatten som tidigare stod i lågpunkten/sänkan kan då riskera att förflyttas nedströms som följd vilket kan komma att förvärra situationen i nedströms liggande områden. Planen får inte medföra att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras.

Göteborgs Stads publikation *Tematiskt tillägg för översvämningensrisiker (TTÖP)* presenterar förslag på hur Göteborgs Stad ska bemöta översvämningensrisiker i samband med planeringen, då inom verksamhetsområdet för dagvatten. Även fast de inte är direkt tillämpbara för aktuellt planområde har de ändå applicerats och resonerats kring.

För att inte riskera att ny bebyggelse skadas vid översvämning bör säkerhetsmarginal från vattenyta till färdigt golv på minst 20 cm finnas vid skyfall. Ytterligare avstånd gäller för samhällsviktig bebyggelse. Ett största vattendjup på 20 cm rekommenderas för att möjliggöra tillgänglighet till nya byggnaders entréer för evakuering i samband med översvämning samt tillgänglighet till och från planområdet för räddningstjänst. Tabell 24 visar en sammanfattning av krav på vattendjup, de vill säga säkerhetsmarginaler i samband med höjdsättning av ny bebyggelse, prioriterade stråk och utrymningsvägar (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

Tabell 24. Krav på vattendjup i samband med höjdsättning av ny bebyggelse, prioriterade stråk och utrymningsvägar (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (HBF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnät, stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

7.2.1 Inom planområdet

På Tranebo 3:13 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad med ett maxdjup på 20 cm. Utökas byggrätten så att lågpunkten bebyggs riskerar översvämning att förflyttas nedströms mot Trehörningsvägen, och vidare mot en större lågpunkt som kan ses i åkern väster om Råbockevägen utom planområdet, se Figur 18.

På fastighet Tranebo 3:22 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad med ett maxdjup på 30 cm. Utökas byggrätten så att lågpunkten bebyggs riskerar översvämning att förflyttas nedströms mot Råbockevägen, för att därefter rinna vidare mot ett flertal lågpunkter som kan ses i åkern väster om Råbockevägen. Då

vattendjupet i lågpunkten överstiger 20 cm ökar risken för att ny bebyggelse skadas vid översvämning samt att tillgänglighet till nya byggnaders entréer och framkomlighet för räddningstjänst vid skyfall minskar.

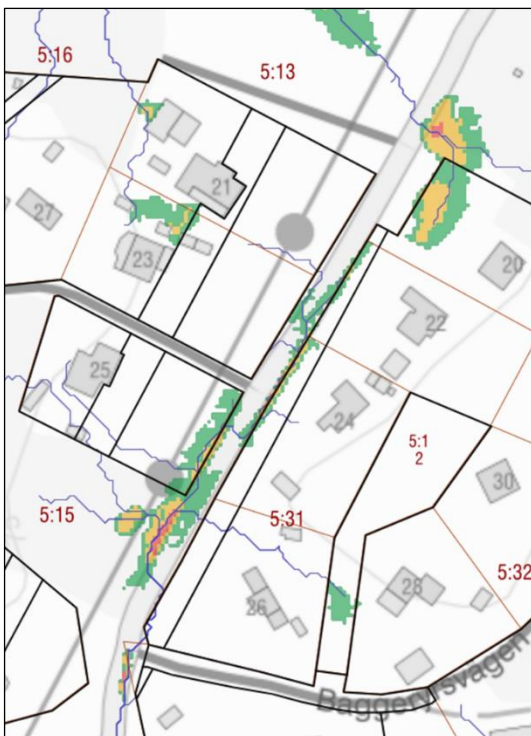
På fastighet Baggeryr 5:26 och 5:17 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad med ett maxdjup på 20 cm. Utökas byggrätten så att lågpunkten bebyggs riskerar översvämning att förflyttas nedströms mot Vårhagavägen och det befintliga dikningsföretag som löper längsmed vägens västra sida för fastighet Baggeryr 5:26. Samma gäller för fastighet Baggeryr 5:17 som rinner ut längre uppströms till befintligt dikningsföretag.

På fastighet Baggeryr 5:14 och indirekt Baggeryr 5:13 blir vatten stående mot fasad på huvudbyggnad till ett maxdjup på 30 cm. Utökas byggrätten så att lågpunkten bebyggs riskerar översvämning att förflyttas nedströms dels västerut mot befintligt dikningsföretag, dels österut mot Vårhagavägen och vidare söderut längsmed vägen mot sjön Trehörningen. Då vattendjupet i lågpunkten överstiger 20 cm ökar risken för att ny bebyggelse skadas vid översvämning samt att tillgänglighet till nya byggnaders entréer och framkomlighet för räddningstjänst vid skyfall minskar.

7.2.2 Utom planområdet

Enligt analys av planens påverkan på befintlig skyfallssituation kan det finnas risk att planerad utbyggnad tar befintliga lågpunkter i anspråk, vilket kan medföra en förflyttning av vattenmassor utanför planområdet och en ökad översvämningrisk nedströms.

Sett till framkomlighet på vägarna utanför planområdet så ställer sig vatten vid sidan av vägarna förutom på en sträcka av Baggeryrsvägen, se Figur 22. Vattendjupet på vägen ligger till övervägande del uppåt 20 cm men i ett parti uppgår det i som mest 60 cm. Det finns ytterligare en lågpunkt i vägen som går längsmed befintligt dikningsföretag där vatten kan bli stående upp till 30 cm.



Figur 22. Stående vatten på Baggeryrsvägen (SCALGO Live, 2022).

7.3 Förslag skyfallsåtgärder

Planens genomförande kan medföra en förflyttning av vattenmassor med en något ökad översvämningsrisk för nedströms liggande områden om befintliga lågpunkter bebyggs. Därför rekommenderas inte befintliga lågpunkter och rinnvägar (översiktsbild i Figur 16) att bebyggas, kan inte detta åstadkommas behöver dess funktion och kapacitet ersättas inom fastigheten. Utbyggnaden bör inte heller ske på ett sådant vis att nya instängda områden riskerar att skapas. Utöver detta bedöms inga kompensationsåtgärder för fördröjning av skyfall som nödvändiga. Översvämning bedöms inte riskera att uppkomma där skada åsamkas, utan i de naturliga rinnstråk som finns redan idag och som mynnar i sjön Trehörningen.

Vattendjupet i de lågpunkter där byggnader riskerar att översvämmas ligger mellan ca 20-30 cm. Då 20 cm är det maximala vattendjup som rekommenderas i samband med tillgänglighet till nya byggnaders entréer och framkomlighet för räddningstjänst (Tabell 24) bedöms tillgänglighet/framkomlighet äventyras vid skyfall. Detta trots att vattendjupet går upp mot 30 cm för vissa av fastigheterna. De överstigande 10 cm bedöms ligga inom felmarginalen för lågpunktskarteringen i Scalgo Live, då modellen inte tar hänsyn till infiltration, ledningsnät eller dämning på mark. Dessutom baseras vattendjupen som presenteras i Scalgo Live på att terrängmodellen belastats med en vattenmängd om 150 mm, vilket gör att det finns risk för att vattenvolymer i lågpunkterna överskattas.

När det kommer till skyfallshantering är en genomtänkt höjdsättning av stor vikt vid fortsatt utbyggnad inom planområdet. Ny bebyggelse rekommenderas höjdsättas högre än omgivande markytor så att byggnader inte riskerar översvämmas. Höjdsättning bör säkerställa att markytan sluttar från nya byggnader för att förhindra att ytvatten leds in mot byggnadens grundkonstruktion, där entréer och garageinfarter är extra viktigt. En säkerhetsmarginal på 20 cm mellan färdig golvnivå och maximalt vattendjup för stående vatten bör finnas.

Höjdsättningen bör även säkerställa att dagvattnet rinner bort från byggnader via skyfallsvägar som befintliga vägar och föreslagna diken till mindre känsliga platser där vatten kan tillåtas bli stående.

8 Slutsatser och fortsatt arbete

Under rubrikerna nedan presenteras slutsatser och rekommendationer kring fortsatt arbete.

8.1 Förslag dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering innebär ett makadamdike om 96 m² inom delavrinningsområde A. Inom delavrinningsområde B föreslås dagvatten fortsatt att renas och fördröjas i befintlig dagvattendamm. För fördröjning och rening inom delavrinningsområde C, D, F, G och H rekommenderas att 8% av tillkommande hårdgjord yta utgörs av makadamdike. Med hänsyn till avtappningskrav för fastigheter inom delområde E vars dagvatten avleds till dikningsföretaget (se Tabell 5) rekommenderas att 28 % av tillkommande hårdgjord yta utgörs av makadamdike, eller annan anläggning med likartad fördröjningskapacitet och reningseffekt. Avtappningskravet medför omfattande fördröjning, därav blir ytanspråket för makadamdike stort inom delavrinningsområde E. Rekommendationer för ytanspråk av makadamdike tar hänsyn till dels fördröjningskrav, dels att föroreningsmängder efter införande av detaljplan till så stor utsträckning som möjligt ska understiga befintliga föroreningsmängder.

För att inte riskera att öka tillflödet till befintligt dikningsföretag krävs fördröjningsåtgärder inom de fastigheter som avleder sitt dagvatten till dikningsföretaget. Vid anläggande av makadamdike enligt den generella tvärsektion som utredningen har utgått ifrån (se Figur 15) krävs att 28% av tillkommande hårdgjord yta utgörs av makadamdike inom dessa fastigheter. För resterande fastigheter är motsvarande ytanspråk 8%. I stället för att ombesörja fördröjningsbehovet inom de fastigheter som berörs av dikningsföretaget kan dessa fastighetsägare se över möjligheten för en omprövning av dikningsföretaget.

Ytanspråket för föreslagna diken är framtaget på basis av de generella tvärsektioner som finns i StormTac. Om det skulle visa sig att det inte är rimligt att implementera ett dike längsmed föreslagen sträckning inom delavrinningsområde A, behöver beräknat ytanspråk ändå tillgodoseas inom delavrinningsområdet.

När det kommer till påverkan på MKN så bedöms föroreningsbelastningen som införandet av detaljplanen medför som låg. Förutsatt implementering enligt förslag på dagvattenhantering och med hänsyn till osäkerheter i beräkningar, i beräkningsverktyget StormTac bör inte utbygganden inom planområdet bidra till en försämring av de parametrar som analyserats inom ramarna för StormTac. Vilket medför att det är osannolikt att utbyggnaden skulle bidra till att MKN för recipienten *Trehörningen med bäck* inte uppfylls.

8.2 Förslag skyfallsåtgärder

Sett till skyfall rekommenderas befintliga lågpunkter och rinnvägar bevaras, kan inte detta åstadkommas behöver lågpunkternas funktion och kapacitet ersättas inom fastigheten. En höjdsättning med en säkerhetsmarginal på minst 20 cm mellan färdig golvnivå och maximalt vattendjup för stående vatten samt maximalt 20 cm vattendjup på vägar rekommenderas vid vidare utbyggnad inom planområdet för att minska risken för skada och olägenhet i händelse av skyfall.

9 Litteraturförteckning

Dahlström, B. (2006). *Regnintensitet i Sverige - en klimatologisk analys. VA-Forsk rapport NR 2006-26.*

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (2019, 04 25). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker.* Retrieved from Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-oversiktsplanen!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8ziTYzcDQy9TAy9

Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten.*

Lantbruksstyrelsen (akt nr. P-E1a-0063). (1935). *Vattenavlopp hörande till hemmanen Sjölanda, Tranebo Larsgården, Tranebo Eriksgården samt Skogbo i Gärdhems socken, Älvsborgs län.*

Lantmäteriet. (2022). Topografik webbkarta.

Länsstyrelsen. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall.* Länsstyrelsen.

Länsstyrelsen. (2022). *Vattenarkivet.* Retrieved from Länsstyrelsen i Västra Götalands län: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=6ab7fcca7c3e45ad8d84ebd38bd962ad>

Länsstyrelsen Västra Götaland. (2022). *Beslut om vattenskyddsområde för Vänersborgsviken och Göta älvs vattentäkter.* Göteborg.

Länsstyrelsen Västra Götalands län. (2022-05-19). *Samråd över detaljplan för Sjölanda Östra, Trollhättans kommun, Västra Götalands län.*

SCALGO Live. (2022). Retrieved from SCALGO Live: <https://scalgo.com/live/>

Scalgo Live. (u.å). *Scalgo Live Documentation.* Retrieved from <https://scalgo.com/en-US/scalgo-live-documentation/about/whats-new/new-high-resolution-model-for-sweden>

SGU. (2022a). *Jordarter 1:25 000 - 1:100 000.* Retrieved from Kartvisare: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SGU. (2022b). *Genomsläpplighet.* Retrieved from Kartvisare: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>

SMHI. (2022). *Ladda ner meteorologiska observationer - Nederbörds mängd (dygn): SMHIs stationsnät.* Retrieved from SMHI: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=precipitation24HourSum,stations=core,stationid=82190>

StormTac Web. (Version 22.3.2). Retrieved from <http://app.stormtac.com/>

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän, och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110.* Svenskt Vatten.

Trafikverket. (2022). *NVDB på webb.* Retrieved from Trafikverket: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>

Trollhättans Stad. (2021). *Dagvattenstrategi.*

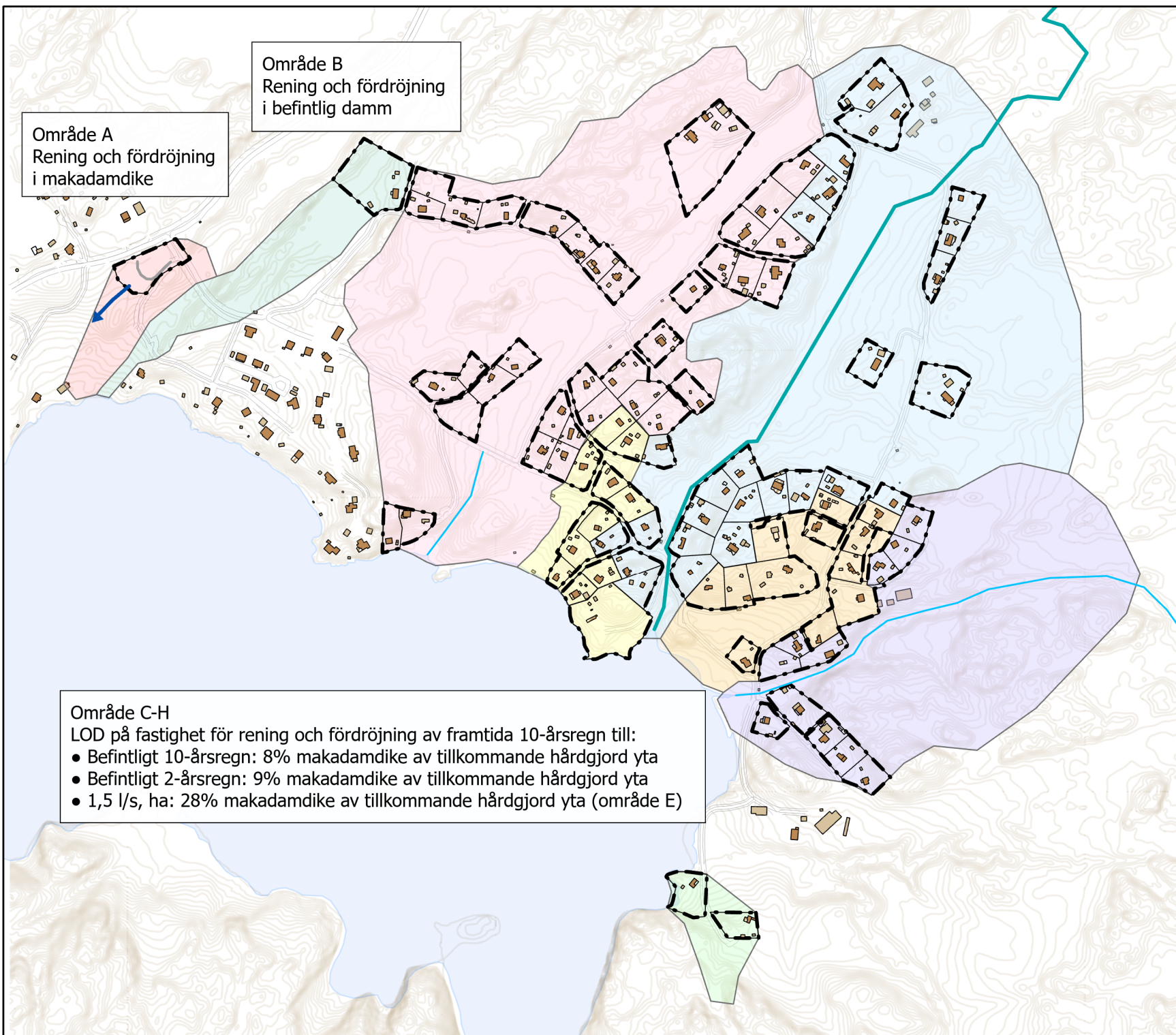
Trollhättans Stad. (2022). *Planbeskrivning - Detaljplan för Sjölanda östra. Samrådshandling Dnr. PLAN 2020:3550.*

VISS. (2022a). *Vattenkartan*. Retrieved from Vatteninformationssystem Sverige: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>

VISS. (2022b). *Trehörningen med bäck*. Retrieved from Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA21973605>

Bilaga 1 Förslag dagvattenhantering

Uppdragsnummer: 108 41 75
(2023-06-27)



Teckenförklaring

- Planområdesgräns
- Vattendrag
- Dikningsföretag

Område

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

Dagvattenhantering

- Makadamdike
- Flödesriktning

0 50 100 Meter

