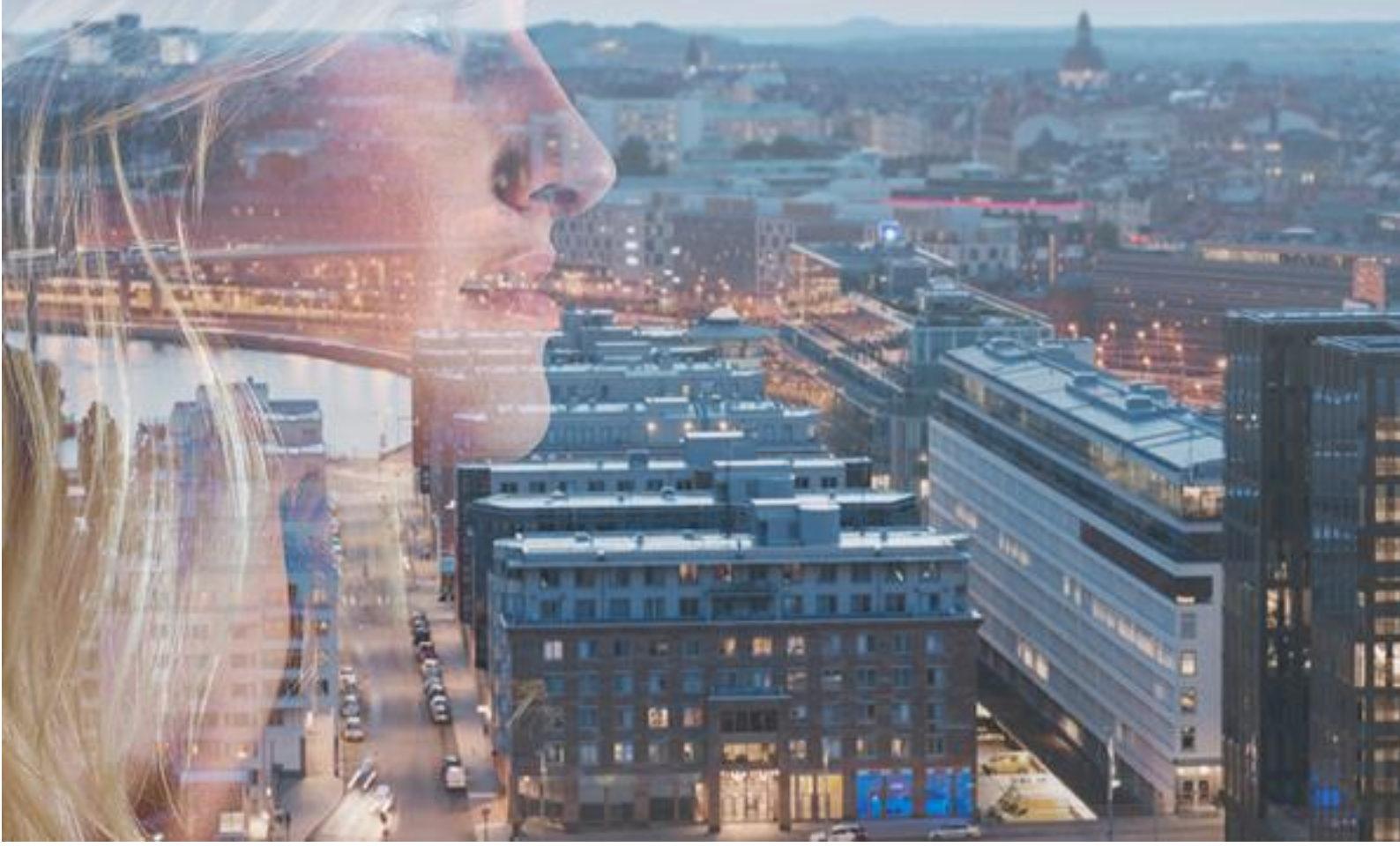
REJLERS

HOME OF THE
LEARNING MINDS

Dagvattenutredning för

för Sörbyn 1:2, Rasta

Vänersborgs kommun



Rejlers Sverige AB

2025-06-23

REJLERS				
Uppdragsnummer 190962	Version 1.0	Datum 2025-06-23	Antal sidor 31	Antal bilagor
Uppdragsledare Christian Axelsson		Beställares referens Alexandra Åberg		Beställares ref nr
Beställare Vänersborgs Kommun				
Rubrik Dagvattenutredning för Sörbyn 1:2, Rasta, Vänersborg				
Underrubrik Vänersborgs kommun				
Författad av Christian Axelsson				Datum 2025-06-23
Granskad av Kristoffer Gokall-Norman				Datum 2025-06-23

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med planarbete för exploatering av primärt befintlig ängsmark på 1,2 ha inom Brålanda norr om Vänersborg. För att uppnå både reningskrav och fördröjningskrav för utredningsområdet efter exploatering undersöks dagvattenhanteringens förutsättningar med hänsyn till planerad byggnation efter antagna ökade ytor för tak och asfalt. Som lösning för omhändertagande av dagvatten, rekommenderas regnbäddar som renar, fördröjer och avleder dagvattnet till befintligt dagvattensystem och till slut mot recipienten Frändeforsån. Vid ett 100-årsregn kommer den ökade nederbörden belasta befintligt dagvattensystem ytterligare och i värsta fall öka risken för skador på byggnader nedströms. Genom att utnyttja framtida parkeringsytor där vattnet kan stå en tid innan systemet klarar att svälja vattenmängden. Utredningsområdet anses ha mycket låga infiltrationsförutsättningar.

Dagvattenflödet från området är idag 35 l/s med en återkomsttid på 10 år. Om antagen hårdgörandegrad i utredningen genomförs skulle flödet öka till 170 l/s. För ett 100-års regn skulle flödet öka från 42 l/s till 350 l/s. En klimatfaktor på 1.25 har använts vid dimensionerande regn och en klimatfaktor på 1.2 har använts vid skyfall vid ett 100-års regn.

Föroreningsberäkningar visar att halterna av samtliga undersökta föroreningar ökar efter exploatering. Efter rening beräknas fortsatt en ökning av Koppar, Kvicksilver och Krom. Det bör noteras att vid denna typ av byggnation på naturmark är det mycket svårt att nå samma nivåer efter exploatering som innan. Då ökningen av föroreningar efter rening är så liten bedöms möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten och belastningen på recipienten ha en försumbar påverkan.

Det är viktigt att placeringen av dagvattenanläggningarna görs på ett sådant sätt att så mycket vatten som möjligt leds dit för rening och fördröjning. Beräkningarna visar att det totalt behövs ca 105 m^3 fördröjningsvolym vid ett 10-årsregn. Det totala ytanspråket beräknades till 170 m^2. Ytanspråket för regnbädd ovan mark är ca 2 % av den totala ytan för hela utredningsområdet.

Innehåll

1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte 6
1.3 Styrande dokument 7
1.4 Allmänt om dagvatten 8
2 Material och metod 9
2.1 Material och datainsamling 9
2.2 Platsbesök 9
2.3 Flödesberäkning 10
2.4 Beräkning av den totala nederbördsvolymen 11
2.5 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym 11
2.6 Föroreningsbedömning 12
3 Områdesbeskrivning och avgränsning 13
3.1 Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten 13
3.1.1 Avrinningsområde vid skyfall 13
3.2 Markförutsättningar 14
3.2.1 Topografiska förhållanden 14
3.3 Infiltrationsförutsättningar och geologi 15
3.4 Recipient, vattenförekomster, miljökvalitetsnormer (MKN) 17
3.5 Vattenskyddsområden och skyddad natur 21
3.6 Markavvattningsföretag 21
3.7 Markanvändning 21
3.7.1 Befintlig markanvändning 21
3.7.2 Planerad markanvändning 21
3.8 Kända föroreningar och föroreningsrisker 22
3.9 Nivåförändringar i Vänern 22
4 Dagvattenberäkningar 23
4.1 Flödesberäkningar 23
4.2 Dimensionerande utjämningsvolym 24
5 Föroreningsbelastning 25
5.1 Föroreningshalter och föroreningsmängder 25
5.2 Slutsats föroreningsbelastning 26
6 Lösningförslag för dagvattenhantering 28
6.1 Generella förutsättningar och förslag till lösningar 28

6.1.1 Regnbädd 28
6.1.2 Ytanspråk och placering av regnbäddar 29
6.1.3 Dagvattenledningar 30
6.2 Skyfallshantering vid 100-årsregn och lågpunktskompensation 30
7 Referenser 32

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Brålanda i norra Vänersborgs kommun ligger ett gräsfält avdelat av en infartsväg till en återvinningsstation, omgivet av vägar. Runt om området finns verksamhetsområde och bostadsområde. Utredningsområdet är ca 1,2 ha stort, se Figur 1. Inom utredningsområdet planeras byggnation av hotellverksamhet och parkering.



Figur 1: Översiktsbild där utredningsområdet är markerad med rött i bilden Källa ortofoto: Lantmäteriet, 2025-04-11.

1.2 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att:

- Utreda vilken påverkan den planerade förändringen i utredningsområdet kan ha på dagvattenbildningen, befintliga vattendrag och grundvatten.
- Bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).
- Beräkna flöden för 10-årsregn och ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar, utifrån områdets klassning enligt P110, för att fördröja ett 10-årsregn till befintliga flöden på allmän platsmark samt kvartersmark.
- Ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar som så effektivt och tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt renar ett 10-årsregn.
- Göra en bedömning av hur stor översvämningsvolym som maximalt skulle krävas för att även ta emot ett 100-årsregn för hela utredningsområdet efter exploatering och var översvämningsmöjligheter skulle kunna finnas.

- Erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och reducera belastningen av föroreningar på recipienten på ett så praktiskt och kostnadseffektivt sätt som möjligt.

Kommunen ser gärna förslag på gröna och öppna dagvattenlösningar.

1.3 Styrande dokument

För att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Vänersborg med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Vänersborgs kommun tagit fram en handlingsplan med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras (Vänersborgs kommun, 2011):

• Dagvatten ska ses som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs och omhändertas på ett för platsen lämpligt sätt.

• Dagvatten ska hanteras på ett säkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt så att god bebyggelse- och naturmiljö kan uppnås. Dagvattnet ska användas som en resurs för närmiljön och synliggöras där så är möjligt och motiverat.

• Den naturliga vattenbalansen ska eftersträvas, så att dagvattnet även efter bebyggelse kan tränga ner i marken i stället för att rinna av på ytan och orsaka stora flöden.

• Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska genomföras där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.

• Vid exploatering och planläggning av större områden ska en särskild dagvattenutredning utföras i tidigt skede.

• Tillförseln av dagvatten i ledningssystem ska minska.

• Förorening av dagvatten ska begränsas, främst vad gäller metall- och petroleumprodukter. Åtgärder för att minska föroreningar ska genomföras i första hand vid föroreningarnas källor där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.

• Förorenat dagvatten ska där så är möjligt och motiverat separeras från rent dagvatten.

1.4 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare naturområde leder till större areal av hårdgjorda ytor som både ökar flödena och leder till högre föroreningsbelastning. Därför är det värdefullt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har för dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD, används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet. Om inte dagvattnet kan tillåtas att infiltrera ned i marken, till exempel på grund av föroreningar i marken eller för att platsen ligger inom vattenskyddsområde, kan det ändå renas lokalt innan det leds bort.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är angivna i Tabell 1.

Tabell 1: Bakgrundsmaterial och data

Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGU:s WMS tjänster	Hämtade 2024-04-11
Underlag för vattenförekomster i VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Hämtade 2024-04-11
DWG-fil över VA-system	Erhölls av beställare 2024-02-09
Vänersborgs kommuns policy för dagvattenhantering, Vänersborgs kommun	2011
Lågpunktskartering med hjälp av Scalgo Live	Genomförd 2024-09-09
Underlag markavvattningsföretag från Länsstyrelsens WebGIS	Hämtat 2024-04-11
Grundkarta	Erhölls av beställare 2024-03-13

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 16:e april 2025 för att utreda befintliga förhållanden beträffande markanvändning, avrinning och tillkommande vatten. Utredningsområdet består idag till största delen av två gräsytor separerade av en infartsväg. I norr, söder och öster avgränsas området av mindre vägar, och i väster av ett villaområde. Bilder från fältarbetet visar utredningsområdets verkliga terräng och karaktär, vilket ökar förståelse vid planering av lösningsförslag gällande fördröjning och rening av dagvatten samt avledning gällande skyfall.

Innan platsbesöket genomfördes analyserades utredningsområdets avrinning med hjälp av Scalgo live för att dokumentera viktiga platser ur ett dagvatten och skyfallsperspektiv. Marken inom utredningsområdet sluttar generellt från nordöst till sydväst mot dagvattennätet söder om området innan det via ledningar leds till vattendraget Frändeforsån. Brunnar, rännor, tillkommande dagvatten, nedströms risker, och lågpunkter har även dokumenterats under fältbesöket, se figur 2 till 3.

Enligt intervju med lokalbefolkning på plats finns idag inga kända problem på eller i nära anslutning utanför utredningsområdet.



Figur 2: Bilderna visar översiktsbilder på planområdet från nordost (tv) och sydväst (th).



Figur 3: Ansamlingspunkt och utflöde av dagvatten i dagvattenbrunnar i områdets sydligaste spets.

2.3 Flödesberäkning

Beräkningar av flöden i dagvattenutredningen utförs för ett 10-årsregn i enlighet med områdets klassning enligt tabell 2–1 i P110 (Svenskt Vatten, 2016) och ett 100-års regn. Utredningsområdet har klassats som gles bostadsbebyggelse, enligt P110. Det innebär att flöden och fördröjningsvolymer vid dimensionerande regn beräknas efter ett 10-årsregn.

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad \text{(Ekvation 1)}$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket i denna metod är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110 och Stormtac.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i Q-GIS utifrån ortofoto och plankartor.

f är en ansatt klimatfaktor, P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har för planerad markanvändning satts till 1,25 i enighet med P110.

2.4 Beräkning av den totala nederbördsvolymen

I Bilaga 10.1a till P110 ges nederbördsvolymen, uttryckt i mm, för olika regnvaraktigheter för ett regn med en viss återkomsttid. Med denna volym beräknas den totala nederbördsvolymen enligt följande ekvation:

$$V_{tot} = \frac{V_{nb} \cdot A_{red}}{1000} \quad \text{(Ekvation 2)}$$

där V_{tot} är den totala nederbördsvolymen (m^3), V_{nb} är nederbördsvolymen uttryckt i millimeter (l/m^2) och A_{red} är den reducerade ytan uttryckt i m^2.

2.5 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Utjämningsvolymerna i dagvattenutredningen beräknas för 10-årsregn enligt P110 samt för skyfall på ett 100-års regn enligt önskemål från Vänersborgs kommun.

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolymer för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

$$V = 0{,}06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} - K \cdot t_r + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad \text{(Ekvation 3)}$$

där *V* är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m^3/ha_{red}), t_{rinn} är områdets rinntid, t_r regnets varaktighet och *K* är den tillåtna specifika avtappningen från området ($l/(s \cdot ha_{red})$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen *K* med en faktor 2/3.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst vattenvolym som behöver fördröjas.

2.6 Föroreningsbedömning

Bedömning av framtida föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.2025.2.2 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

3.1 Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten

Avrinningsområden är områden som vatten ansamlas på och avrinner mot samma punkt, men kan också vara ett instängt område där vattnet ansamlas i en lågpunkt. Vattnet rinner därefter vidare mot ett annat avrinningsområde eller direkt till recipient eller infiltreras i marken inom instängda områden.

3.1.1 Avrinningsområde vid skyfall

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, är markens infiltrationsförmåga mättad. Detta medför en större avrinning på markytan, som i sin tur medför fördröjningsvolymer som inte är rimligt att utredningsområdets dagvattenlösningar ska kunna fördröja. Dessa skyfallsvolymer ansamlas och skapar översvämning inom områdets lågpunkter och ytligt rinna vidare mot recipienten. Om det inte finns möjlighet för vattnet i lågpunkter att rinna vidare, på grund av exempelvis barriärer som vägar eller byggnader, blir lågpunkten ett så kallat instängt område. Instängda områden kan orsaka materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Därför är det viktigt att dessa identifieras inom utredningsområdet så att de kan hanteras på ett säkert sätt och samtidigt inte förvärra översvämningsproblematiken nedströms.

En översiktlig undersökning av översvämningsrisken vid extremregn på och runt utredningsområdet har gjorts med hjälp av MIKE-data från kommunen, samt programmet SCALGO Live, en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter visualiserar bland annat lågpunkter och flödesvägar. MSB (2017) anger att ett 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter motsvarar 44 mm (inklusive klimatfaktor 1,25) regn och att ledningar kan avleda 40 % av detta vatten innan de är mättade. Detta motsvarar att det vid skyfall faller ca 30 mm vatten som avrinner ytligt och ansamlas i lågpunkter, enligt ekvation 2.

Figur 4 visar flödesvägar vid ett 100-årsregn (då dagvattenledningarna är fulla) med flödesvägar och vattendjup.

Idag finns egentligen inget område med vattenansamling eller stående vatten på utredningsområdet, de små pölar som eventuellt kan bildas om dagvattensystemen mättas är i sammanhanget försumbara. Den vattenansamling på områdets södra del bredvid genomfarten i figur 4 som Scalgo tagit fram konstaterades i fält är felaktig. Detta då upplösningen inte är tillräckligt hög i modellverktyget.

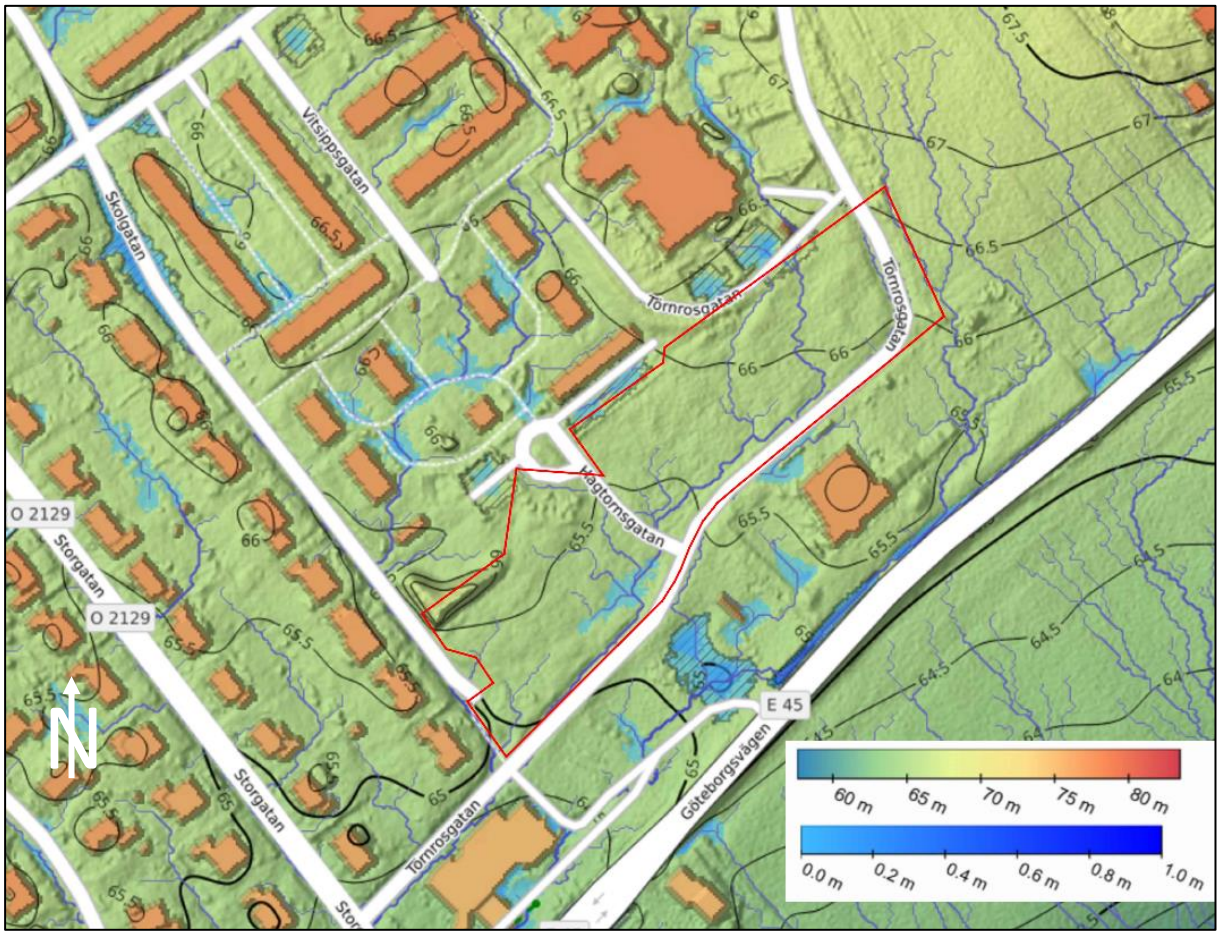


Figur 4: Ytavrinningsvägar och vattendjup för ett 100-års regn. Utredningsområdet har markerats med en röd linje. Vattendjupet beskrivs i teckenförförklaringen längst ned i högra hörnet i enheten meter. Källa: Scalgo Live, hämtat 2025-06-10.

3.2 Markförutsättningar

3.2.1 Topografiska förhållanden

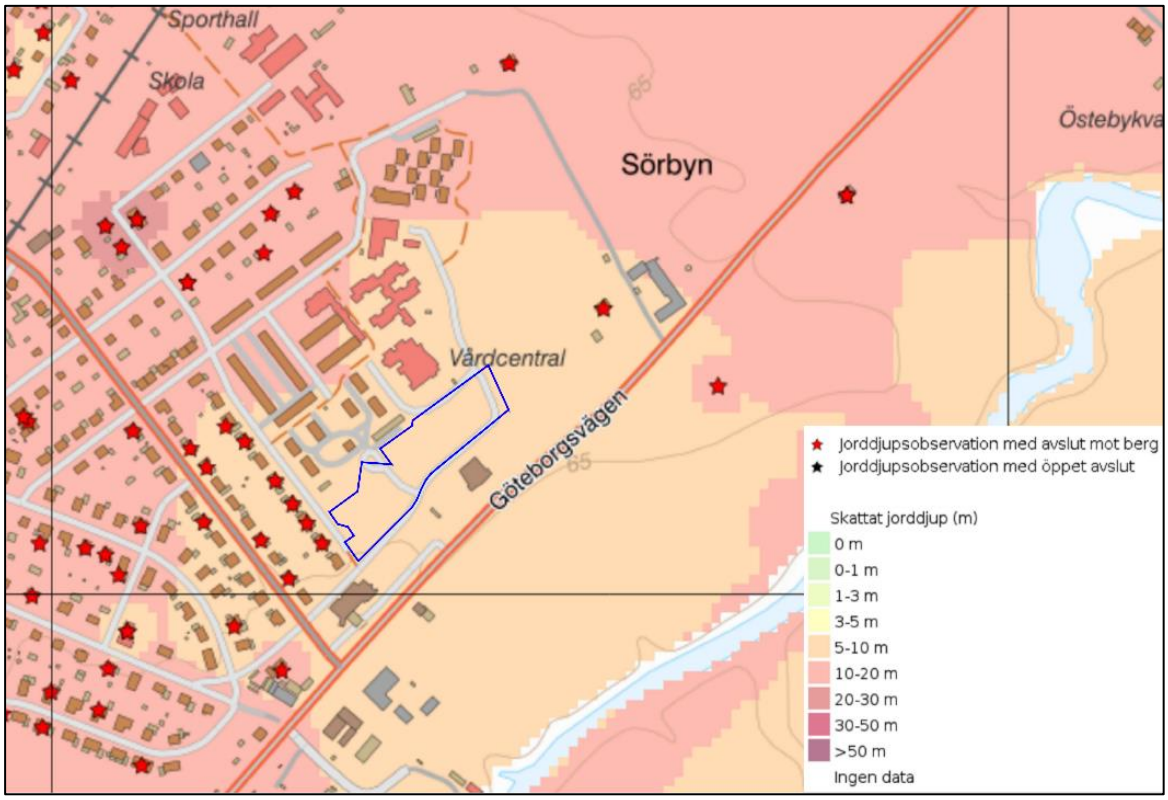
Marknivån skiljer sig något inom utredningsområdet från ca 65,5 m – 66,5 m över havet. Högsta punkterna återfinns i nordost och lägsta punkten i sydväst. Området är relativt platt med en flack generell lutning från nordost till sydväst. Dagvattnet avrinner över gräsytor till dagvattenbrunnar, vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten till Frändeforsån söder om området.



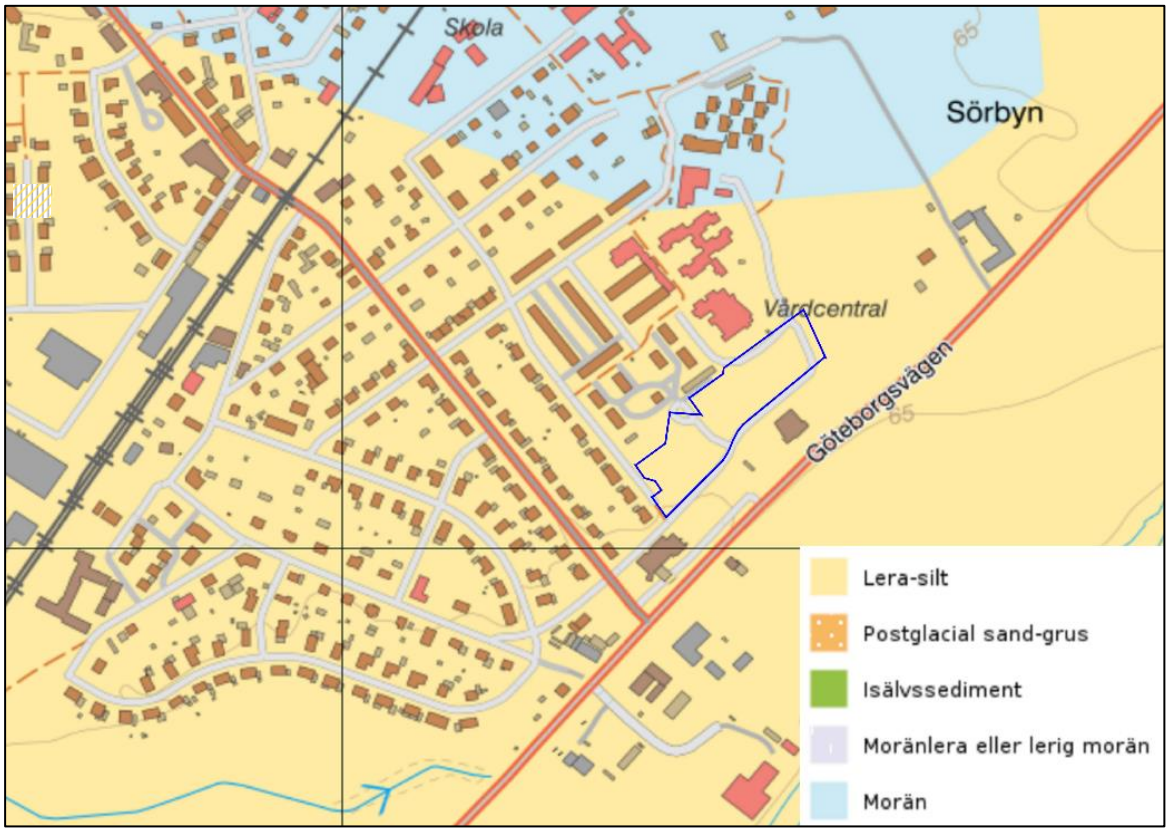
Figur 5: Utredningsområdets topografi (Scalgo Live, 2025).

3.3 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Jordarterna inom utredningsområdet utgörs av lera/silt med ett jorddjup på mellan 5 och 10 m, se Figur 6 och 7.



Figur 6: Jordjupskarta där utredningsområdet markerats med blå linje. Källa: SGU. Hämtat 2024-04-16.



Figur 7: Jordartskarta där utredningsområdet markerats med blå linje. Källa: SGU. Hämtat 2024-04-16.

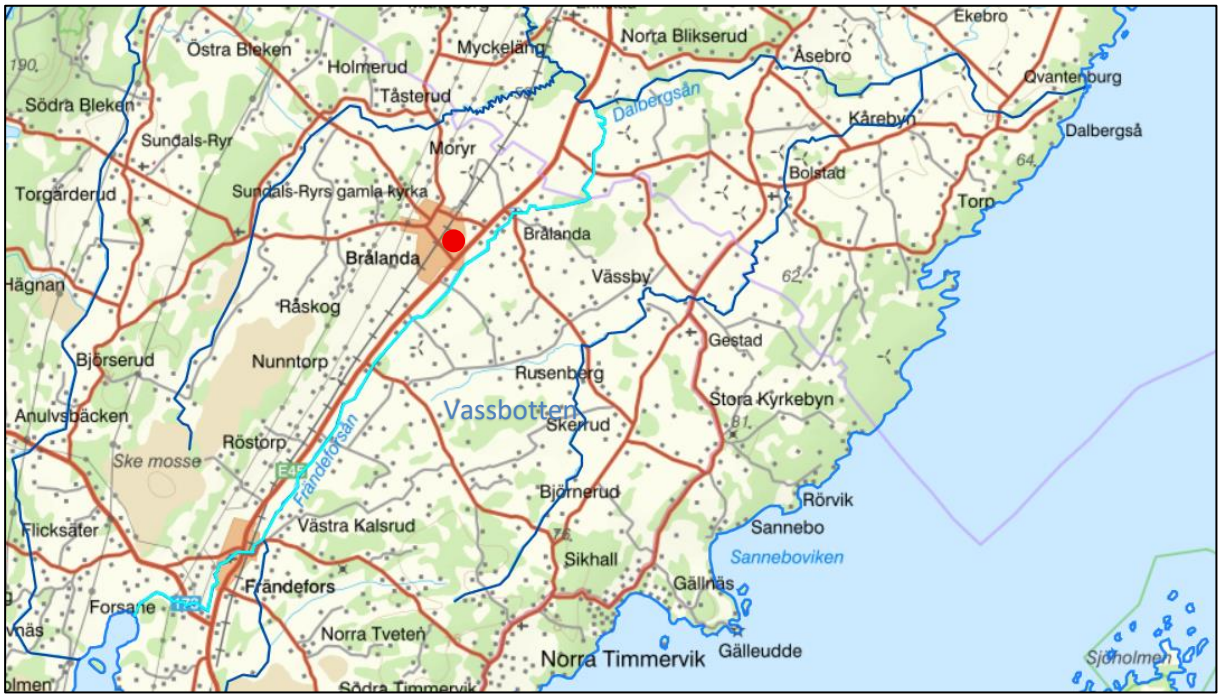


Figur 8: Genomsläpplighetskarta för området. Genomsläppligheten baseras på marklutning och jordarter. Källa: SGU Genomsläpplighet 2024-04-16.

Risk för skred, sättningsskador och påverkan på värdefull vegetation finns i detta skede inte belägg för. Dock kan detta behöva undersökas vidare i separata utredningar gällande naturvärden och geoteknik för att fastställas.

3.4 Recipient, vattenförekomster, miljökvalitetsnormer (MKN)

Recipienten för dagvattnet från utredningsområdet är ån och vattenförekomsten Frändeforsån (SE649565-129751), som sedan avrinner via Dalbergsån till Vänern (figur 9).



Figur 9: Recipienten Frändefårsån. Utredningsområdets läge är markerat med rött. Källa: VISS. Hämtad 2025-05-10.

Enligt VISS har Frändeforsån (SE649565-129751) under förvaltningscykel 3 statusklassningen måttlig ekologisk potential. Vattenförekomsten är påverkad av förhöjda halter av näringsämnen som orsakar övergödning. Det har bedömts omöjligt att nå god ekologisk status i vattenförekomsten utan att skada samhällsintresset jordbruk, mängden näringsämnen skall begränsas så långt det är möjligt och rimligt. Vidare är konnektiviteten i vattendraget kraftigt begränsad. Barriärerna fragmenterar vattenförekomsten och hindrar fiskars och bottenlevande djurs förflyttningar upp- och ned i vattensystemet, samt hämmar flödet av näringsämnen, sediment och organiskt material. Det påverkar den ekologiska funktionen i vattenförekomsten i så hög grad att den ekologiska statusen bedöms vara sämre än god och åtgärder behöver därför vidtas. God ekologisk potential bedöms inte kunna uppnås till 2039.

Recipienten uppnår ej god kemisk status detta främst på grund av förhöjda halter av bly i vattendraget samt sammanlänkade vattendrag. Vidare undersökning rekommenderas dock.

Med hänsyn till beskrivna förutsättningar samt kvalitetskrav och statusklassning värderas känslighet för den aktuella recipienten enligt följande:

- Frändeforsån - känslig recipient

Miljökvalitetsnormerna för recipienten sammanfattas i

Tabell 2.

Tabell 2: Sammanfattning av miljökvalitetsnormer för Frändeforsån.

Recipient	**Kvalitetskrav**	**Statusklassning**
Frändeforsån SE6649565-129751	God ekologisk potential 2039 bedöms ej kunna uppnås.	Måttlig ekologisk potential
	God kemisk ytvattenstatus	Uppnår ej god status
	Undantag/ mindre stränga krav Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus: ▪ Kvicksilver och Kvicksilverföreningar ▪ Atmosfärisk deposition	

3.5 Vattenskyddsområden och skyddad natur

Området ligger inte i nära anslutning till vattenskyddsområden eller skyddad natur.

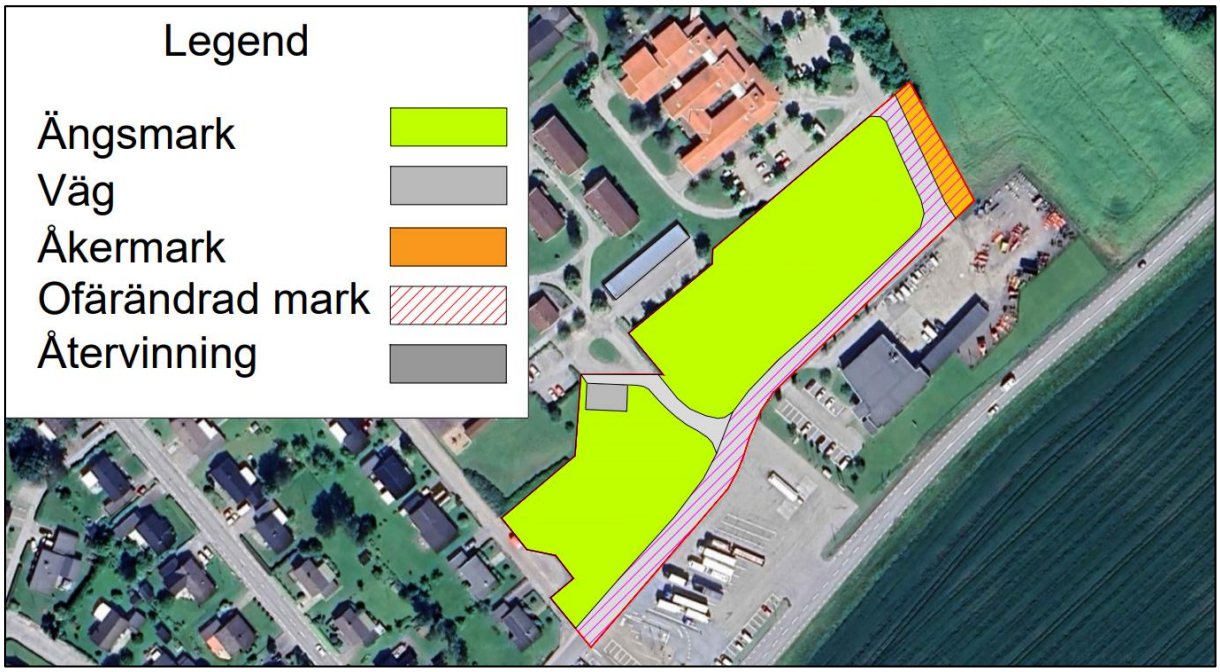
3.6 Markavvattningsföretag

Inga kända markavvattningsföretag finns på eller i anslutning till utredningsområdet.

3.7 Markanvändning

3.7.1 Befintlig markanvändning

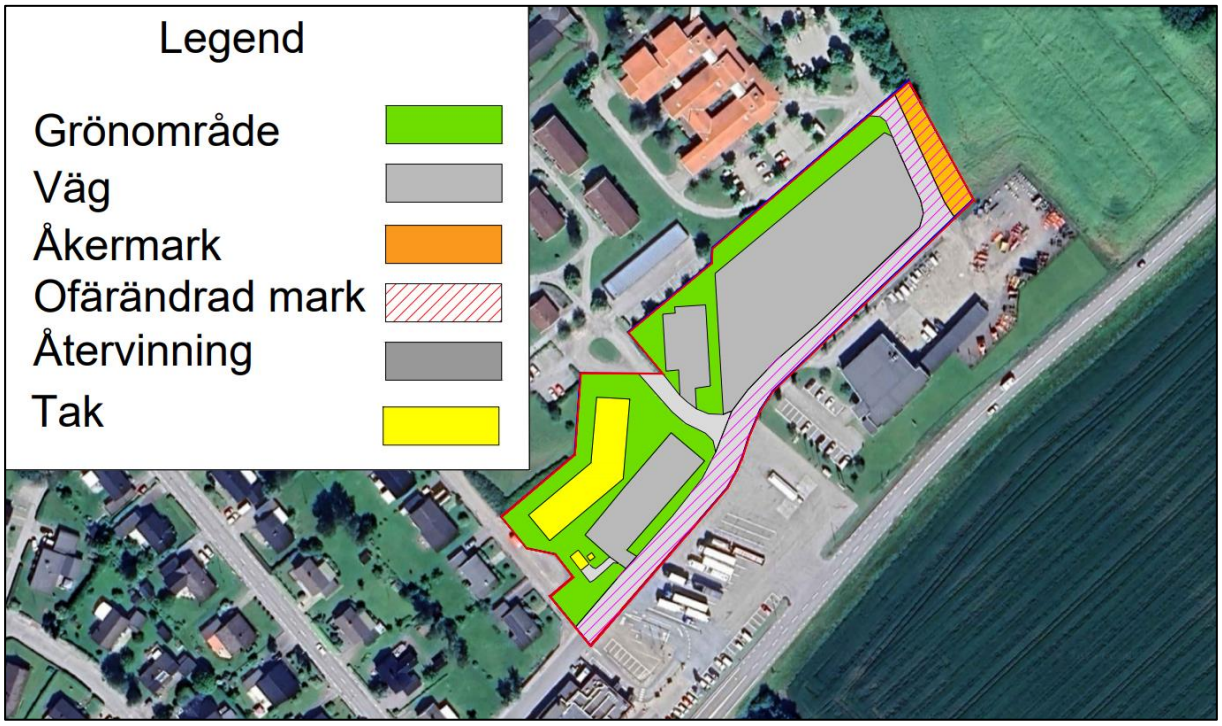
Figur 10 visar den befintliga markanvändningen indelat i olika användningsområden. Idag utgörs de områden som planeras att exploateras inom utredningsområdet främst av gräs/ängsyta med en asfalterad smal genomfartsväg med en återvinningsstation i väster.



Figur 10: Befintlig markanvändning för utredningsområdet.

3.7.2 Planerad markanvändning

Området planeras bebyggas med ett hotell, en större lastbilsparkering och två mindre parkeringar för personbilar. Hotellets placering är i den västra delen och lastbilsparkeringen är i områdets östra del. De mindre personbilsparkeringarna placeras runt hotellbyggnaden. Genomfartsvägen som idag går genom området kommer att finnas kvar (se Figur 11).



Figur 11: Planerad markanvändning för utredningsområdet. Vänersborgs kommun, 2025-05-25

3.8 Kända föroreningar och föroreningsrisker

Området anses inte ha risk för olyckor med farligt gods mm som kan påverka dricksvattentäkt eller liknande.

Utredningsområdet har tidigare används till jordbruk. Risken att farliga föroreningar historiskt sett finns i marken från tidigare verksamheter anses låg.

3.9 Nivåförändringar i Vänern

Vid ett förändrat klimat beräknas Vänerns extrema nivåer kunna öka. Då Vänersborgs kommun ligger vid Vänerns strand undersöks översvämningsrisken för ökat vattenstånd. Enligt Kommunens riktlinjer där man hänvisar till länsstyrelsens faktablad skall en planeringsnivå på Vänerns högstanivå sättas till +47,81 möh vid översvämningsutredningar rörande vattenstånd i Vänern. Sannolikheten att denna nivå uppstår är 9,5 % på 1 000 år. En högstanivå på 100 år skall ha en planeringsnivå på +47,02 möh. Oftast rekommenderas att grundläggning för samhällsfunktioner av betydande vikt inte skall placeras lägre än maximala planeringsnivån medan grundläggning för byggnader med lägre värde inte skall anläggas under planeringsnivån för 100 år.

De högsta beräknade vattenståndet når inte utredningsområdet då dess lägsta punkt är 64,8 möh.

4 Dagvattenberäkningar

4.1 Flödesberäkningar

De dimensionerande flödena vid ett 10-års regn inom utredningsområdet har beräknats med hjälp av rationella metoden (se ekvation 1). I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 och rekommendationer i StormTac till största delen använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning presenteras i tabell 3.

Tabell 3: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor

Markanvändning före och efter exploatering					
Markanvändning	**Avrinnings-koefficient [ϕ]**	**Befintlig area [ha]**	**Efter exploatering [ha]**	**Reducerad area före exploatering [ha_{red}]**	**Reducerad area efter exploatering [ha_{red}]**
Väg	0,8	0,07	0,05	0,056	0,04
Asfaltsparkering	0,8	0,00	0,51	0	0,408
Äng	0,1	0,92	0,00	0,092	0
Gräs och park	0,2	0,00	0,35	0	0,07
Tak	0,9	0,00	0,08	0	0,072
Totalt		**0,99**	**0,99**	**0,148**	**0,590**

Klimatfaktor har satts till 1 före exploatering och 1,25 efter exploatering. Rinntiden har satts till 10 min då detta är den minsta rinntiden som används i dagvattenberäkningar.

Om den slutliga markanvändningen, eller höjdsättningen, kommer att se annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienter och förändringar i höjdsättning kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena enligt Tabell 4 bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen. Rödmarkerade flöden i tabellen är flöden vid 10-årsregn före (utan klimatfaktor) och efter (inklusive klimatfaktor) exploatering och dessa flöden är dimensionerande.

Tabell 4: Sammanställning av dimensionerande flöden för samtliga delområden före och efter exploatering med klimatfaktor 1,25 för dimensionerande regn och 1,2 för skyfall.

Yta [ha]	*Återkomsttid [År]*	*Flöde före exploatering [l/s]*	*Flöde efter exploatering inkl. KF [l/s]*	*Skillnad före och efter inkl. KF [l/s]*
1	10	34	168	+134
1	100	72	346	+274

Enligt beräkningarna kommer flödena öka inom utredningsområdet efter exploatering även utan klimatfaktor, därför är någon slags dagvattenhantering för att bromsa dessa ökade flöden till utloppspunkten nödvändig.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Förändringen av markanvändning medför en ökad dagvattenbildning och ett högre dagvattenflöde jämfört med den befintliga situationen. De dimensionerande utjämningsvolymerna för 10-års regn har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 3 i Kapitel 2.5. För att hålla det framtida dagvattenflödet från bebyggelsen på samma nivå som för den befintliga situationen, krävs totala utjämningsvolymer enligt Tabell 5.

Tabell 5: Erforderlig magasinvolym beräknad med klimatfaktor 1,25 och återkomsttid på 10 år samt magasinvolym vid skyfall vid 100 års regn (obs magasinvolymen för ett 100-årsregn är beräknat enligt MSBs modell).

Fördröjningsvolymer						
Yta [ha]	**Rinntid Före [min]**	**Rinntid Efter [min]**	**Reducerad area efter exploatering [ha_{red}]**	**Återkomsttid [År]**	**Specifika avtappning [l/s ha_{red}]**	**Erforderlig magasinvolym [m^3]**
0,99	**10**	**10**	**0,59**	**10**	**38**	**105**
0,99	**10**	**10**	**0,59**	**100**	**NA**	**260**

Vid ett 100-årsregn krävs alltså en utjämningsvolym på 155 m^3 (utöver de 105 m^3 som fördröjer 10-årsregnet) för att inte öka översvämningsrisker nedströms vid ett 100-årsregn.

5 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden hämtats från databasen StormTac v.25.2.2. Föroreningsberäkningen är gjord för ett 10-års regn.

5.1 Föroreningshalter och föroreningsmängder

Vänersborgs kommun har inte egna riktvärden för halter i dagvatten i utsläppspunkt. Därför har riktvärden för Göteborgs stad används då recipienten och utredningsområdet ingår i vattenskyddsområdet för Göta Älv. Resultaten med avseende på föroreningshalter och föroreningsmängder visas i tabell 6 och 7.

Röd text på tabellvärden i kommande tabeller betyder för föroreningshalt att den är högre än riktvärdet, alternativt ökar i jämförelse med befintliga förhållanden. För belastningen så innebär röda siffror att den ökat jämfört med befintlig belastning.

Tabell 6: Föroreningshalter i dagvatten för befintlig och planerad markanvändning samt efter föreslagen rening för hela utredningsområdet.

Föroreningshalter hela utredningsområdet					
Ämne	**Enhet**	**Riktvärden**	**Befintlig**	**Efter exploatering**	**Efter exploatering med rening**
Fosfor [P]	µg/l	50	90	**130**	55
Kväve [N]	µg/l	1300	1500	1500	820
Bly [Pb]	µg/l	28	3,6	14	2,4
Koppar [Cu]	µg/l	10	8,4	29	10
Zink [Zn]	µg/l	30	24	100	18
Kadmium [Cd]	µg/l	0,90	0,2	0,39	0,064
Krom [Cr]	µg/l	7,0	3,8	11	4,5
Nickel [Ni]	µg/l	68	2,6	5	1,2
Kvicksilver [Hg]	µg/l	0,070	0,018	0,057	0,026
Suspenderad substans [SS]	µg/l	25 000	27 000	96 000	17 000
Olja	mg/l	500	260	620	200
Benso(a)pyren [BaP]	µg/l	0,027	0,013	0,042	0,0060
PAH16 [PAH16]	µg/l	-	0,067	0,23	0,033

Med föreslagen rening i regnbäddar minskar alla föroreningshalter men Koppar, Kvicksilver och Krom överskrider fortfarande dagens situation. Riktvärdet för Fosfor överskrids fortfarande trots en markant minskning från dagens situation.

Tabell 7: Föroreningsmängder från dagvatten för befintlig och planerad markanvändning samt efter föreslagen rening för hela utredningsområdet.

Föroreningsmängder för hela utredningsområdet				
Ämne	**Enhet**	**Befintlig**	**Efter exploatering**	**Efter exploatering med rening**
Fosfor [P]	kg/år	0,2	0,6	0,26
Kväve [N]	kg/år	3,4	6,2	3,8
Bly [Pb]	kg/år	0,0082	0,064	0,011
Koppar [Cu]	kg/år	0,019	0,13	0,048
Zink [Zn]	kg/år	0,054	0,46	0,082
Kadmium [Cd]	kg/år	0,00046	0,0018	0,0003
Krom [Cr]	kg/år	0,0086	0,049	0,021
Nickel [Ni]	kg/år	0,0058	0,022	0,0056
Kvicksilver [Hg]	kg/år	0,000041	0,00026	0,00012
Suspenderad substans [SS]	kg/år	61	430	82
Olja	kg/år	0,59	2,8	0,92
Benso(a)pyren [BaP]	kg/år	0,000031	0,00019	0,000028
PAH16 [PAH16]	kg/år	0,00015	0,001	0,00015

Föroreningsmängderna ökar för samtliga undersökta ämnen efter exploatering men minskar för Kadmium, nickel, benso(a)pyren och PAH efter rening i dagvattenanläggningarna till värden under befintliga förhållanden. Då endast Koppar, Kvicksilver och Krom är de föroreningar för vilka föroreningshalterna ökar även efter föreslagen rening, så förklaras ökningen av föroreningsmängder för Fosfor, Kväve, Bly, Zink, Suspenderad substans och olja av ökade dagvattenflöden.

5.2 Slutsats föroreningsbelastning

Med föreslagna renings- och fördröjningsanläggningar anses utredningsområdet kunna exploateras. Vid byggnation på oexploaterad mark är det mycket svårt att med praktiska och ekonomisk försvarbara åtgärder få ner föroreningsbelastningen till nivåer som är lika låga eller lägre än dagens situation.

Med föreslagna reningsåtgärder förväntas halterna minska för samtliga ämnen förutom Koppar, Kvicksilver och Krom. Sett till mängder förorenande ämnen jämfört med den befintliga markanvändningen sker en ökning av fler ämnen men dessa får ses som ett resultat av ökad nederbörd. Vidare bedöms reningen underskattas något i beräkningen då ett föreslaget fördröjande dike med viss reningseffekt inte tas med i beräkningen.

Några ämnen som bidrar till att recipienten inte uppnår god kemisk ytvattenstatus, Kvicksilver, kvicksilverföreningar (Hg) och Bromerade difenyleter (PBDE), har mindre stränga krav då det anses tekniskt omöjligt att sänka dessa belastningar till de nivåer som krävs för att uppnå god kemisk ytvattenstatus.

Det bör noteras att vid denna typ av byggnation på naturmark är det mycket svårt att nå samma nivåer efter exploatering som innan. Då ökningen av föroreningar efter rening är så

liten bedöms möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten och belastningen på recipienten ha en försumbar påverkan om föreslagna åtgärder följs.

6 Lösningförslag för dagvattenhantering

6.1 Generella förutsättningar och förslag till lösningar

Dagvattenhanteringen föreslås utformas som ett trögt system med lokal rening och fördröjning i regnbädd, som ansluts till befintligt dagvattensystem inom utredningsområdet. Marken runt byggnaderna bör generellt luta mot de föreslagna dagvattenanläggningarna med ca 2–5 %. Föreslagna lösningar är vidare beskrivna i nedanstående avsnitt. Lösningsförslagen och uppbyggnaderna av anläggningarna är grovt uppskattade och kommer att behöva detaljprojekteras vidare.

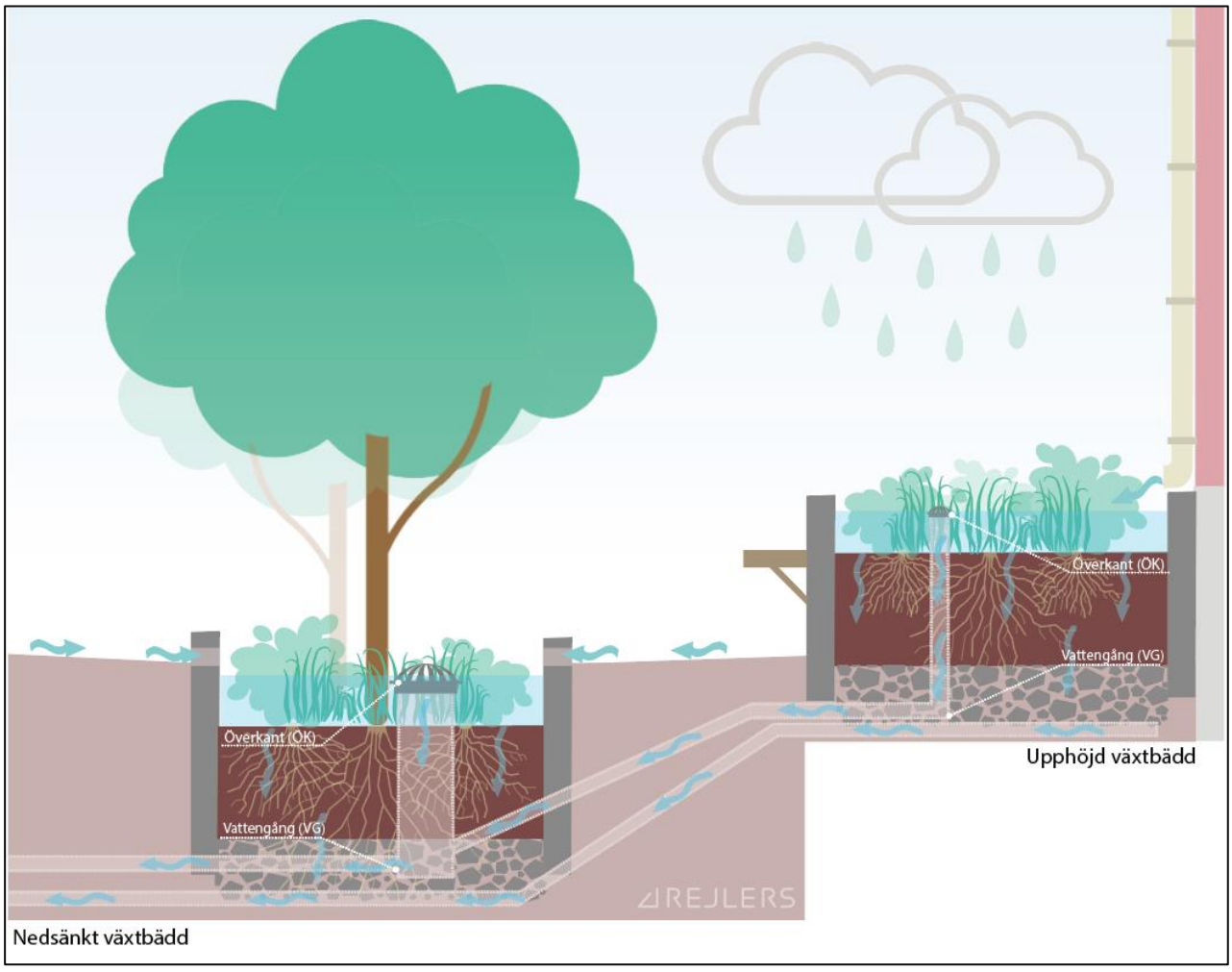
Genom att prioritera öppna dagvattenlösningar som bidrar med gröna områden då anläggningarna står torra, bidrar anläggningarna med ökade rekreationsområden där områden idag mest utgörs av asfalt och grus. Att spara grönytor och anlägga grönytor där det idag finns en hög hårdgörandegrad, ökar förutsättningen för biologisk mångfald för insekter och djur, vilket kommunen önskar.

Anläggningar för rening och fördröjning inom utredningsområdet har dimensionerats för ett regn med återkomsttid 10 år och ett utflöde som motsvarar det befintliga flödet för ett regn med återkomsttid 10 år.

6.1.1 Regnbädd

Biofilter är ett samlingsnamn för dagvattenanläggningar som låter dagvattnet infiltrera och sedan renas genom biologisk nedbrytning genomförd av mikroorganismer. Dagvattnet leds till biofiltret via ytavrinning eller brunnar och ledningar. Två vanliga benämningar av biofilter är *växtbädd* eller *regnbädd*. Förslagsvis kan dessa anläggas något nedsänkt så att det uppstår en magasinsvolym ovanpå bädden. Anläggningen kan både vara nedsänkt från markytan där kringliggande mark lutar mot växtbädd/regnbädden eller upphöjd exempelvis vid fasader där takvatten kan ledas direkt till anläggningen via stuprör. En växtbädd/regnbädd tar generellt mindre plats än andra typer av öppna fördröjningsanläggningar och ger samtidigt ett trevligt inslag i den urbana miljön med varierande växtlighet. En principskiss återges i figur 12 av en regnbädd. På större last- och parkeringsytor kan dagvattenhanteringen med fördel kompletteras med oljeavskiljare. Växtbäddarna kan även förses med icke-gödslad biokol för att öka reningseffektiviteten i regnbäddarna om det anses önskvärt.

Vid anläggning rekommenderas att filtermaterialet har en hög inblandning av sandjord eller annat poröst material för optimal infiltrationskapacitet. Innan vattnet når regnbädden kan sandfång installeras för att underlätta rensning. Sandfång, brunnar eller enbart via markavrinning är tre lämpliga sätt att leda dagvattnet mot anläggningen. Växter som trivs i regnbäddar är till exempel starr, olika gräsarter, örter samt perenner som buskar och träd om filterdjupet är tillräckligt. Djupet på Regnbäddarna som använts i denna utredning är 1,1 m.



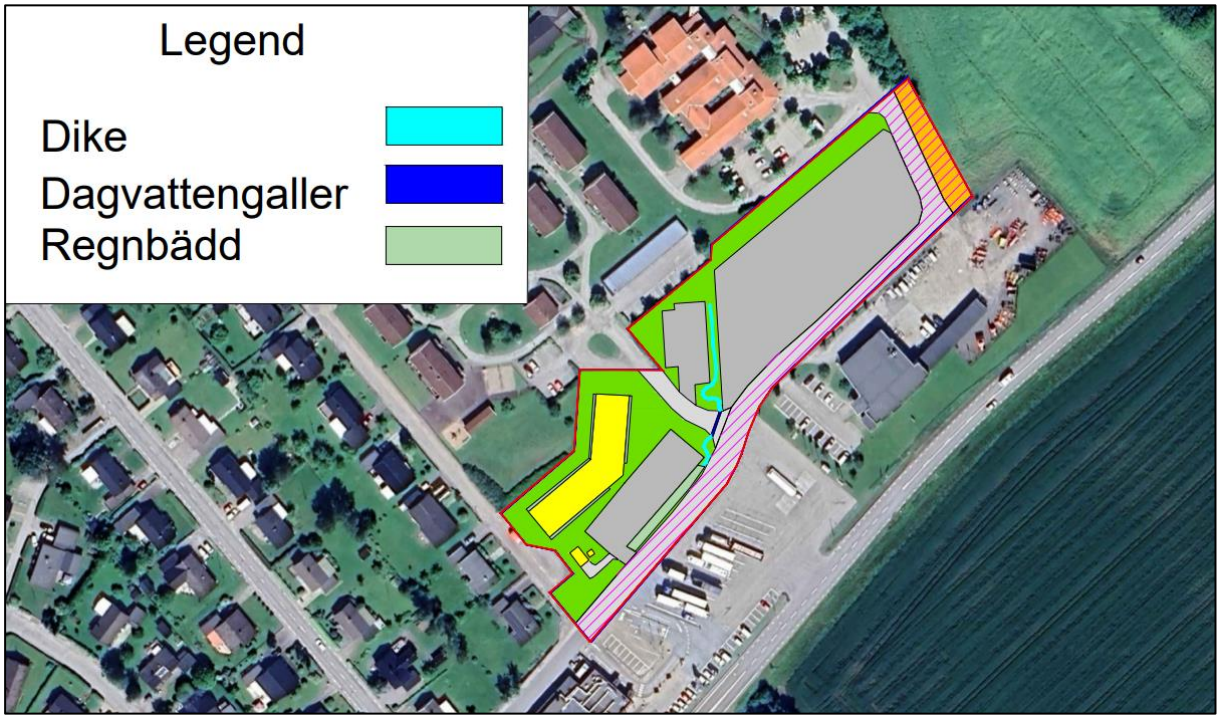
Figur 12: Nedsänkt- och upphöjd Regnbädd/Biofilteranläggning.

6.1.2 Ytanspråk och placering av regnbäddar

I filtermaterialet och makadammet i dagvattenanläggningarna har en porvolym på 30% beräknats. Marken inom området bör luta så dagvattnet rinner direkt till dagvattenanläggningarna.

Dagvatten som bildas inom utredningsområdet, föreslås att renas och fördröjas i regnbäddar. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 170 m^2 med en fördröjningsvolym för rening på minst 105m^3. Anläggningen som används i beräkningen är 1,1 m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från

överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m. Mellan parkeringsytorna i östra delen anläggs ett ringlande dike, detta kan vara öppet eller fyllt med stenkross/makadam. Syftet med detta är att samla upp så stora mängder som möjligt av dagvattnet som alstras på parkeringsytorna, innan det leds vidare till föreslagen regnbädd öster om södra parkeringen för rening och fördröjning och sedan vidare till dagvattennätet. Ett sådant dike bidrar till både ökad rening och fördröjning. Dagvattnet kommer behöva ledas under vägen som går rakt igenom planområdet. Detta kan antingen göras med kulvert eller genom att anlägga en ränna tvärs över vägen med dagvattengaller över. Detta bör vara genomfartsvägens lägsta punkt där även skyfallsvatten kan svämma över vägen då ledningen/rännan mättas. Runt eller i nära anslutning till byggnaden anläggs upphöjda regnbäddar som tar emot takvattnet för rening och fördröjning innan det leds vidare till dagvattennätet.



Figur 13: Planerad markanvändning och föreslagna ytor för reningsanläggningar för utredningsområdet.

6.1.3 Dagvattenledningar

Idag finns befintliga dagvattenledningar med gallerbrunnar söder om utredningsområdet dit dagvattnet rinner för att sedan transporteras vidare till recipienten.

6.2 Skyfallshantering vid 100-årsregn och lågpunktskompensation

Skyfallshanteringen inom utredningsområdet föreslås utformas med mindre och större flödesvägar bort från byggnader och instängda områden där de kan medföra risk för hälsa och liv samt materiella skador. Rekommendationen är dock att anlägga parkeringsytorna på ett sådant sätt att överskottsvatten kan ansamlas där och bromsas med hjälp av kantstenar

och/eller höjdsättning som bromsar vattnets flöde. Vattendjupet kan tex vara 0,1 m utan att fordon riskeras ta skada eller vara ett problem för framkomligheten för utryckningsfordon (maxdjup 0,3 m enligt MSB och 0,2 m enligt lokal räddningstjänst). I ett sådant fall (medelvattendjup på 0,1 m) skulle totalt 1 550 m^2 krävas för att uppnå en utjämningsvolym på 155 m^3.

7 Referenser

- Vänersborgs kommun, 2011, Riktlinjer för dagvattenhantering
- MSB. 2017. Vägledning för skyfallskartering Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121 - augusti 2017
- SCALGO Live, Hämtat 2025-05-10.
- SGU, 2021. Sveriges Geologiska undersökning, http://sgu.se/, Hämtat 2024-04-16.
- Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.
- VA-guiden, anläggningswiki, Hämtat 2024-04-16.
- Länsstyrelsen 2023, Hämtat 2024-04-16.
- Lantmäteriet 2024, Hämtat 2024-04-16.
- Riktlinjer för hantering av översvämningsrisker i planering och bygglov (Vänersborgs kommun)
- Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden för Västra Götalands län och Värmlands län, 2011.