

DVU Lasarettet 6 och 7 Vänersborg

Vänersborgs kommun

Christian Axelsson

Rejlers Sverige AB

2025-04-02

REJLERS				
Uppdragsnummer 184353	Version 0.1	Datum 2025-04-02	Antal sidor 32	Antal bilagor
Uppdragsledare Christian Axelsson		Beställares referens Marie Karlsson		Beställares ref nr
Beställare Vänersborgs Kommun				
Rubrik Dagvattenutredning Lasarettet 6 och 7 Vänersborg				
Underrubrik Vänersborgs kommun				
Författad av Christian Axelsson				Datum 2025-03-27
Granskad av L. de Jonge Kristoffer Gokal-Norman				Datum 2025-01-17 2025-04-15

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med planarbete för exploatering av befintligt parkeringsområde på 1,3 ha inom 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 Vassbotten. De områden där vatten idag ansamlas vid skyfall behöver kompenseras, förslagsvis genom att utnyttja framtida parkeringsytor där vattnet kan stå en tid innan systemet klarar att svälja vattenmängden. Utredningsområdet anses ha mycket dåliga infiltrationsförutsättningar då detta skulle riskera urlakning av skadliga ämnen från tidigare hamnverksamheter på området.

Dagvattenflödet från området är idag 270 l/s med en återkomsttid på 20 år. Om antagen hårdgörandegrad i utredningen genomförs skulle flödet öka till 370 l/s. För ett 100-års regn skulle flödet öka från 450 l/s till 710 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 undersökta föroreningar minskar efter exploatering med undantag av Kväve och Kadmium. Alla halter minskar dock markant efter rening. Föroreningsmängderna minskar för samtliga ämnen efter rening. Exploateringen anses därmed förbättra möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten och belastningen på recipienten Vassbotten.

Det är viktigt att placeringen av dagvattenanläggningarna görs på ett sådant sätt att så mycket vatten som möjligt leds dit för rening och fördröjning. Det är dock inte möjligt att ange en precis plats i detta skede. Beräkningarna visar att det totalt behövs ca 85 m^3 fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn. Det totala ytanspråket beräknades till 130 m^2. Ytanspråket för regnbädd ovan mark är ca 1 % av den totala ytan för hela utredningsområdet.

Innehåll

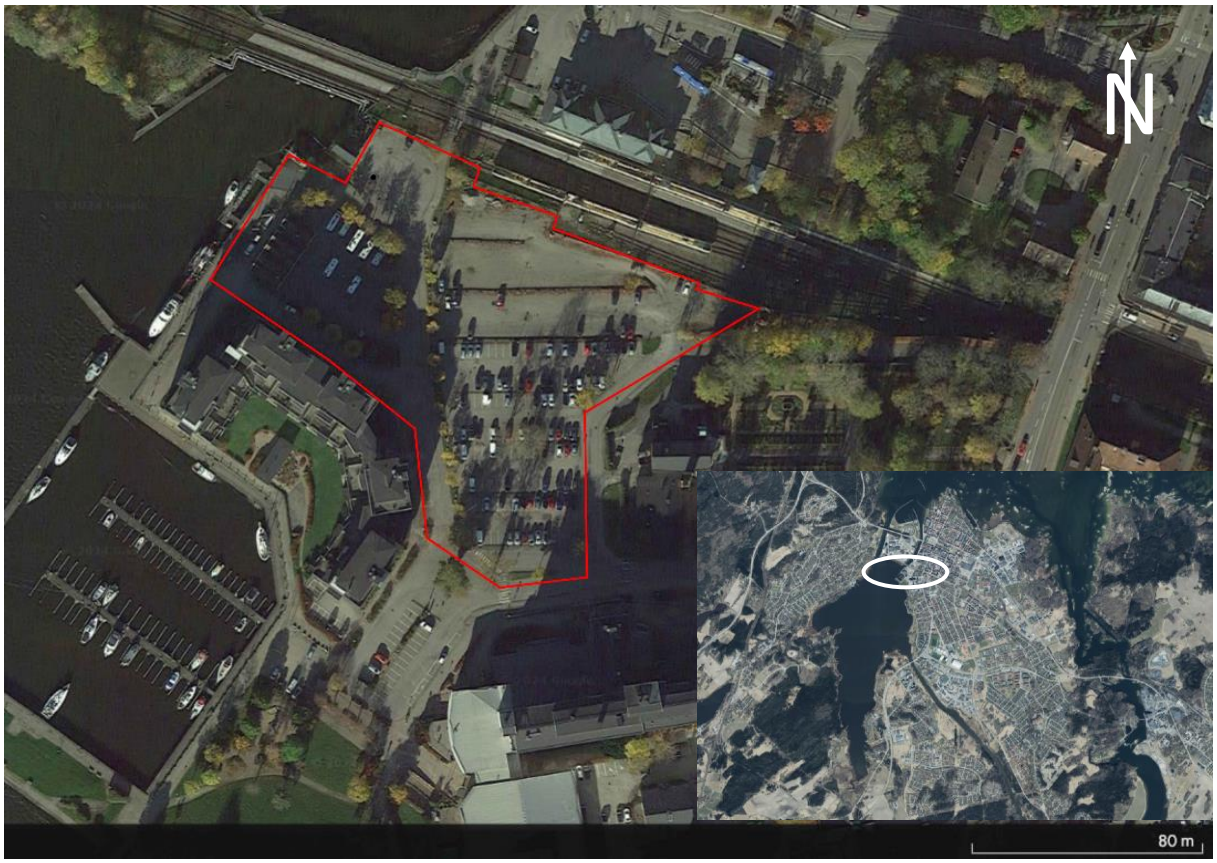
1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte 6
1.3 Styrande dokument 7
1.4 Allmänt om dagvatten 8
2 Material och metod 9
2.1 Material och datainsamling 9
2.2 Platsbesök 9
2.3 Flödesberäkning 12
2.4 Beräkning av den totala nederbördsvolymen 13
2.5 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym 13
2.6 Föroreningsbedömning 13
3 Områdesbeskrivning och avgränsning 14
3.1 Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten 14
3.1.1 Avrinningsområde vid skyfall 14
3.1.2 Tekniskt avrinningsområde 15
3.2 Markförutsättningar 16
3.2.1 Topografiska förhållanden 16
3.3 Infiltrationsförutsättningar och geologi 16
3.4 Strandskydd, recipient, vattenförekomster, miljökvalitetsnormer (MKN) 18
3.5 Vattenskyddsområden och skyddad natur 21
3.6 Markavvattningsföretag 22
3.7 Markanvändning 23
3.7.1 Befintlig markanvändning 23
3.7.2 Planerad markanvändning 24
3.8 Kända föroreningar och föroreningsrisker 24
3.9 Nivåförändringar i Vänern 24
4 Dagvattenberäkningar 25
4.1 Flödesberäkningar 25
4.2 Dimensionerande utjämningsvolym 26
5 Föroreningsbelastning 27
5.1 Föroreningshalter och föroreningsmängder 27
5.2 Slutsats föroreningsbelastning 28
6 Lösningförslag för dagvattenhantering 29

6.1 Generella förutsättningar och förslag till lösningar 29
6.1.1 Regnbädd 29
6.1.2 Ytanspråk och placering av regnbäddar 30
6.1.3 Dagvattenledningar 30
6.2 Skyfallshantering vid 100-årsregn och lågpunktskompensation 31
6.3 Extrema vattenstånd i Vänern. 31
7 Referenser 32

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I utkanten av Vänersborgs centrum vid hamnen ligger Vänersborgs gamla lasarett med bland annat vattenpalats, restaurang, skola och andra olika verksamheter runt omkring sig. Utredningsområdet är ca 1,3 ha stort och utgörs utav gräsytor, byggnader, parkering och vägar, se Figur 1. Inom utredningsområdet planeras rening av parkering och detaljplan för lasarettet 6 och 7. Söder om området återfinns ett skolområde med närliggande parkering, i öster finns en kyrka, i väster ligger Vassbotten och i norr en tågstation.



Figur 1: Utredningsområdet är markerat med rött i bilden. Källa ortofoto: Lantmäteriet, 2024-04-11.

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 20-års regn och ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar utifrån områdets klassning enligt P110 för att fördröja ett 20-årsregn till befintliga flöden på allmän platsmark samt kvartersmark.
- Ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar som på ett effektivt sätt som är tekniskt möjligt och samtidigt ekonomiskt rimligt ska rena ett 20-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 därefter reducera belastningen av föroreningar på recipienten.

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 september 2024 för att utreda befintliga förhållanden beträffande markanvändning, avrinning och tillkommande vatten. Utredningsområdet består idag till största delen av asfalterade ytor som parkeringar och infartsväg men även en stor andel grusparkering, en liten del buskrabatter samt en byggnad. Bilder från fältarbetet visar även 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 öst till väst mot vattendraget Vassbotten. Brunnar, rännor, lågpunkter samt utlopp har även dokumenterats under fältbesöket, se Figur 2 till 5.

Enligt intervju med lokalbefolkning på plats kommer det vid kraftigare regn ut avloppsvatten i utloppet till recipienten. Vid exploatering kan detta vara lämpligt att undersöka närmare då det tyder på att dagvatten tar sig in i avloppsledningarna vilka sedan bräddar ut i dagvattenledningen. Under fältbesöket var det dock klart väder så detta kunde inte observeras.



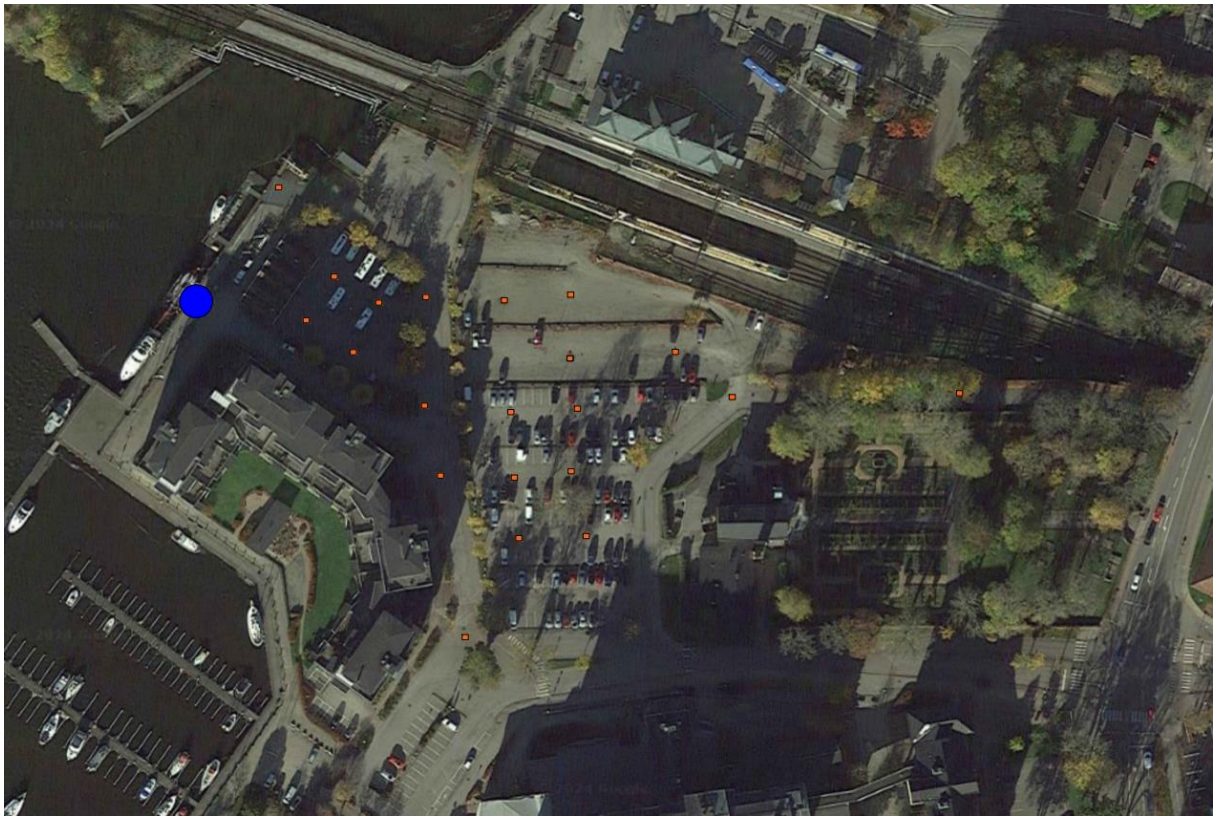
Figur 2: Bilden visar den västra parkeringen och kajen till Vassbotten i områdets nordvästra del.



Figur 3: Bilderna visar den stora parkeringen i öster där ena delen är asfalterad och den andra är en grusparkering. I bilden till höger visas också infartsvägen till hamnen och den västra parkeringen.



Figur 4: Bilden visar en backe öster om området där tillkommande dagvatten når den grusade parkeringsytan. Dagvattenbrunnen tar emot merparten av vattnet vid normala regn som sedan rinner vidare under utredningsområdet.



Figur 5: Bilden visar observerade dagvattenbrunnar samt utlopp för dessa. Utloppet är markerat i blått och dagvattenbrunnarna är markerade i orange.

2.3 Flödesberäkning

Beräkningar av flöden i dagvattenutredningen utförs för ett 20-årsregn enligt områdets klassning enligt tabell 2-1 i P110 (Svenskt Vatten, 2016) och ett 100-års regn. Utredningsområdet har klassats som tät bostadsbebyggelse, enligt P110. Det innebär att flöden och fördröjningsvolymer vid dimensionerande regn beräknas efter ett 20-års regn.

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

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

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.

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 20-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.2024.3.1 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 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. Avrinningsområden ser olika ut beroende på om det är ett skyfall eller om det är dimensionerande regn där vattnet rinner vidare i dagvattensystemen under mark eller enbart via ytavrinning.

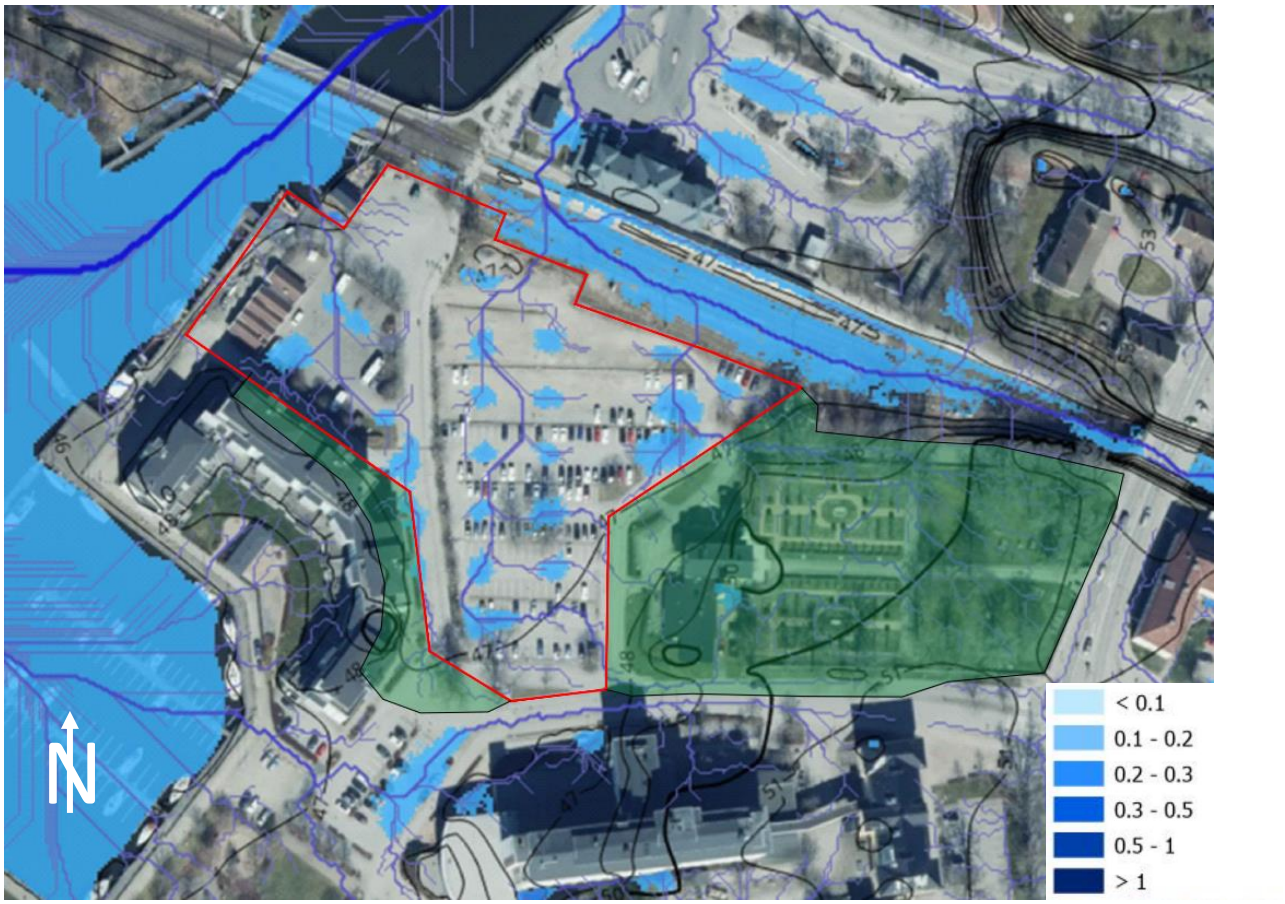
3.1.1 Avrinningsområde vid skyfall

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, överskrids ledningssystemets kapacitet då markens infiltrationsförmåga är mättad. Vilket 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. Om det inte finns möjlighet för vattnet i lågpunkter att rinna vidare, på grund av exempelvis barriärer som vägar, 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 inte förvärra översvämningsproblematiken nedströms.

En översiktlig undersökning av översvämningsrisken vid extremregn på utredningsområdet har gjorts med hjälp av programmet SCALGO Live, en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter visualiserar bland annat lågpunkter och flödesvägar. I modellen är terrängen likställd med en yta utan avledning i ledningsnät och infiltration, dvs avrinningskoefficienten sätts till 1. Detta gör att modellens resultat, utan justering för infiltration och ledningsnät, representerar värsta möjliga scenario. 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 6 visar uppströms avrinningsområde vid ett 100-årsregn (då dagvattenledningarna är fulla) med flödesvägar och vattendjup.

Idag finns ett flertal områden med vattenansamling och stående vatten, främst i sänkor där dagvattenbrunnar är placerade. Vattendjupet i lågpunkterna uppmättes till ett djup mellan ca 0,1 - 0,2 m vilket ur en riskbedömning är hanterbart för att räddningsfordon skall kunna passera.



Figur 6: 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 och de gröna områdena är tillkommande ytavrinning vid 100-årsregn. Källa: Scalgo Live, hämtat 2024-10-04.

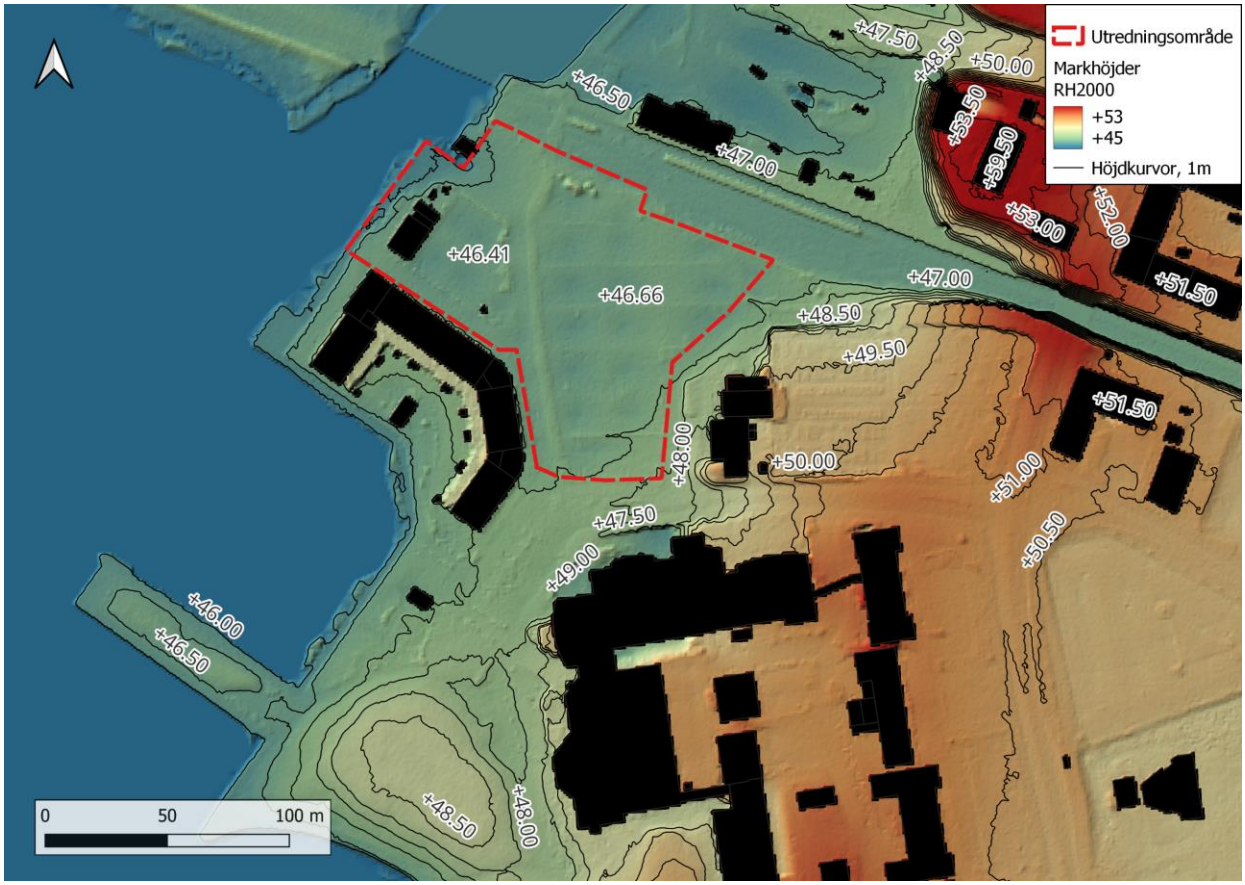
3.1.2 Tekniskt avrinningsområde

Vid dimensionerande regn sker avrinning på mark och via befintligt ledningssystem inom utredningsområdet. Marknivån skiljer sig inom utredningsområdet från ca 46 m – 47,5 m över havet. Avrinning sker genom ytavrinning på asfaltsytor och grusytor till dagvattenbrunnar, vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten i Vassbotten väster om området.

3.2 Markförutsättningar

3.2.1 Topografiska förhållanden

Marknivån skiljer sig något inom utredningsområdet från ca 46 m – 47,5 m över havet. Den högre punkten befinner sig på parkeringen som har snarlik höjdnivå och den något lägre punkten återfinns ca 80 m nordväst, se figur 7.

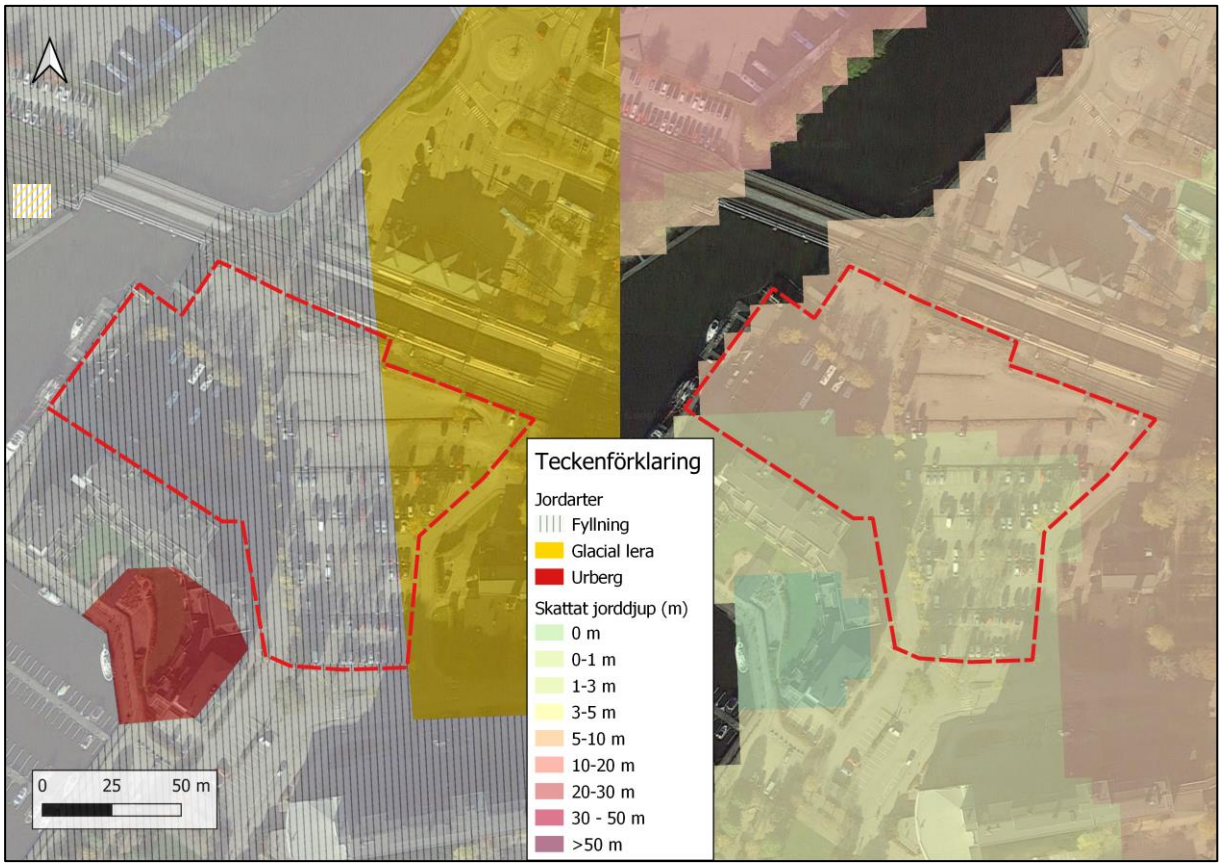


Figur 7: Utredningsområdets topografi (Scalgo Live, 2024).

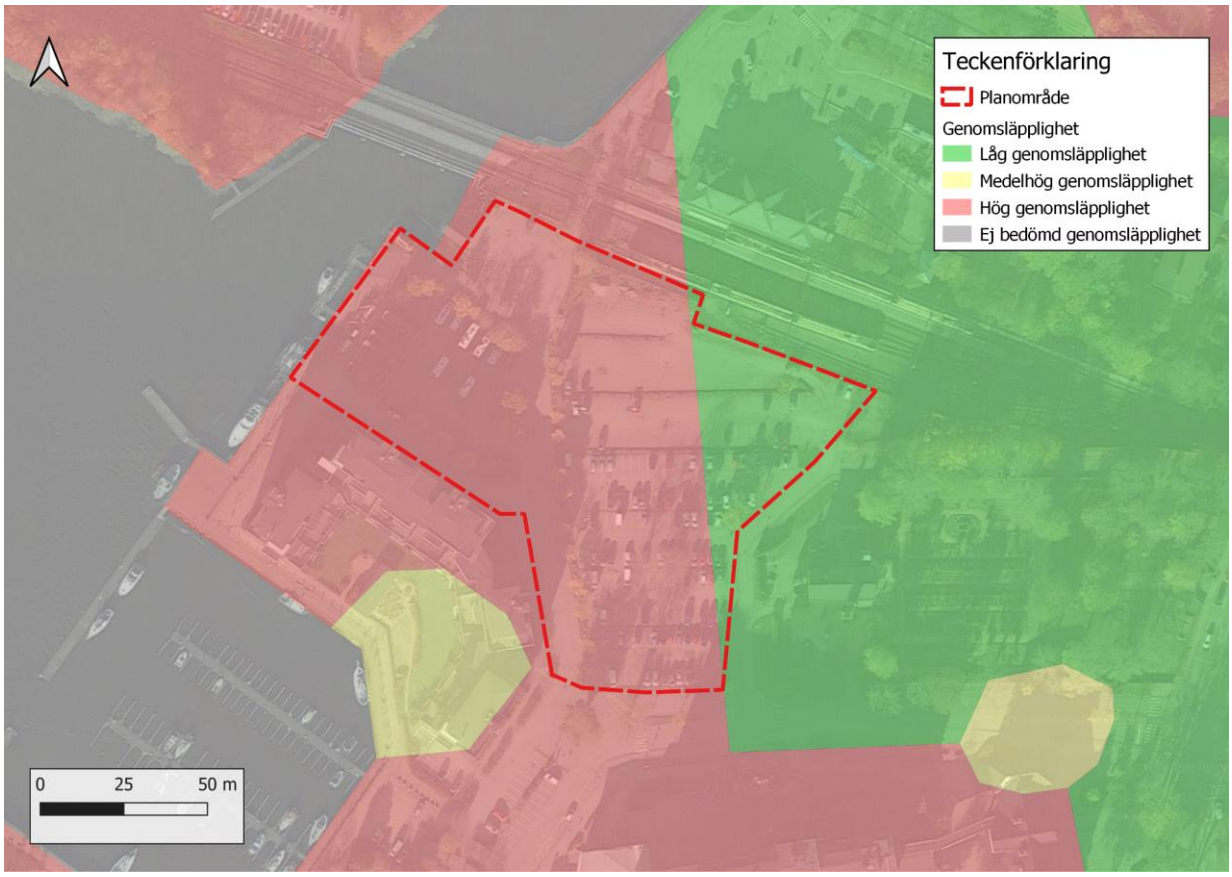
3.3 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Jordarterna inom utredningsområdet domineras av fyllning och glacial lera med vissa partier av urberg söder om utredningsområdet. Jorddjupet varierar från 3 till 20 m inom utredningsområdet, se figur 8.

Eftersom fyllnadsmaterialet är förorenat från tidigare verksamheter på området bör infiltration undvikas för att minska risken för urlakning och spridning till recipienten.



Figur 8: Jordartskarta (till vänster) och jordjupskarta (till höger) med utredningsområdet markerat med röd streckning. Källa: SGU. Hämtat 2024-04-16.



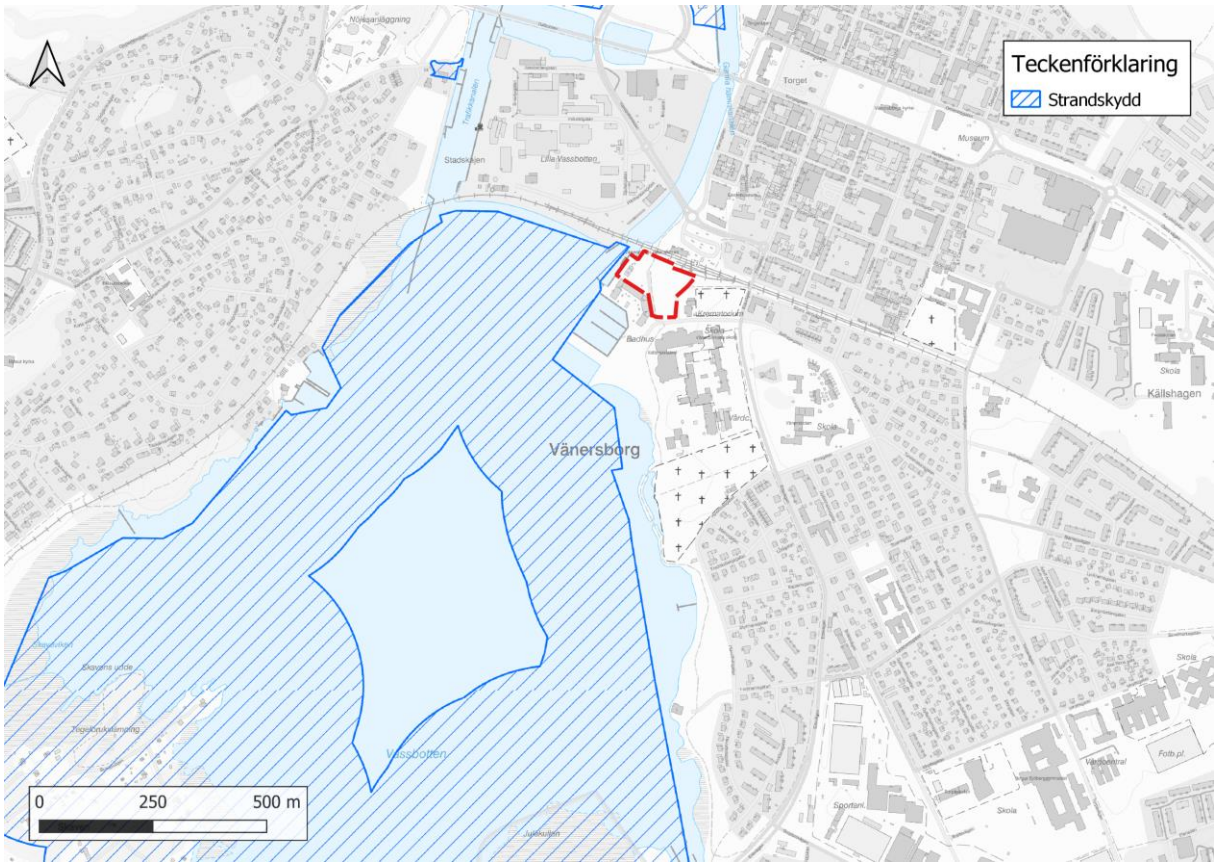
Figur 9: Genomsläpplighetskarta för området. Genomsläppligheten baseras på marklutning och jordarter. Källa: SGU Genomsläpplighet 2024-04-16.

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 Strandskydd, recipient, vattenförekomster, miljökvalitetsnormer (MKN)

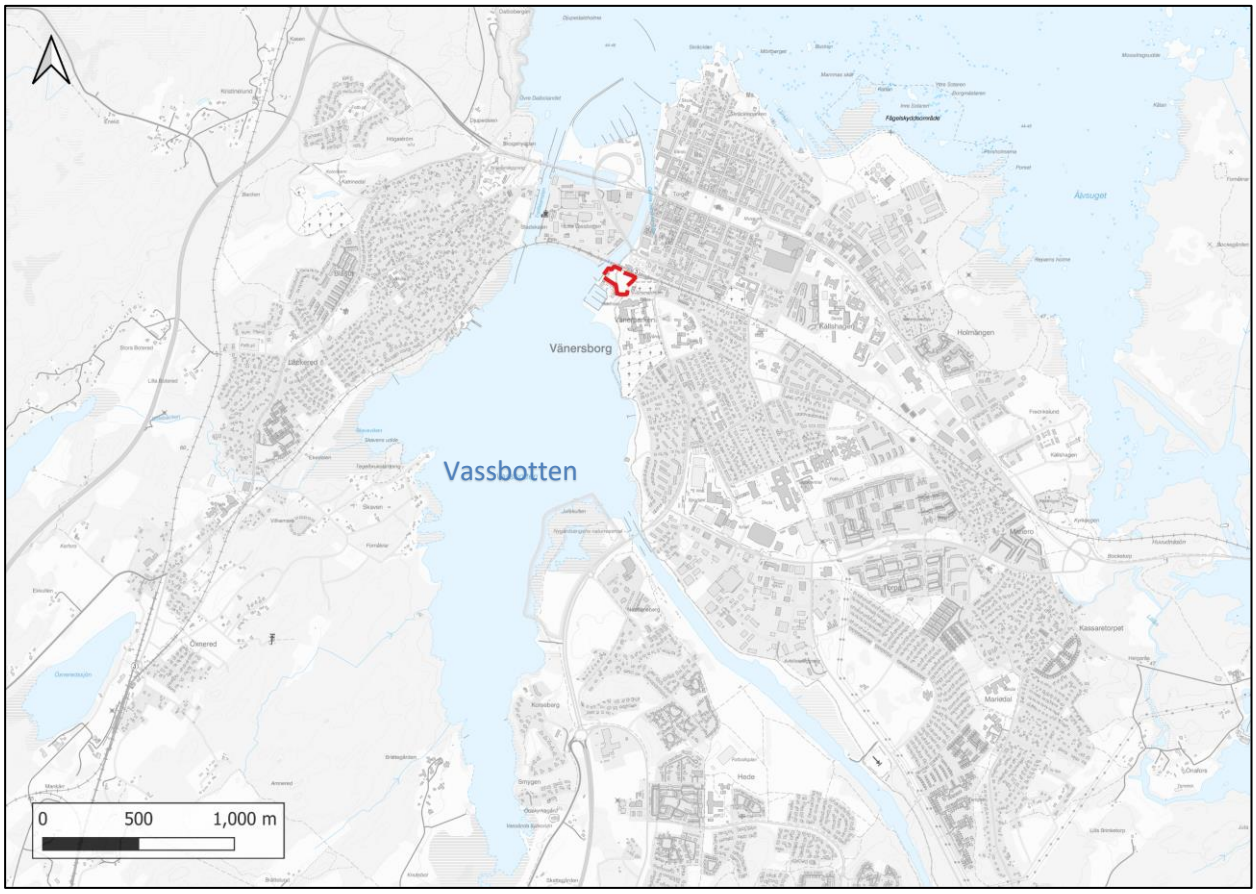
Strandskyddet gäller i hela Sverige 100 meter från strandkant både ut i vattnet och upp på land. Vassbotten har dock utökat strandskydd till 300 m. ”Strandskyddet syftar till att långsiktigt 1) trygga förutsättningarna för allemansrättslig tillgång till strandområden och 2) bevara goda livsvillkor för djur- och växtlivet på land och i vatten.” (Naturvårdsverket, 2023).

Utredningsområdet gränsar till strandskydd i norr men omfattas inte av strandskyddet enligt lantmäteriet idag, se Figur 10 (Länsstyrelsen, 2024). Detta ändras dock efter exploatering.



Figur 10: Utredningsområdet är markerat med en röd streckad linje. Blå markering indikerar Strandzon 0–100 m (Länsstyrelserna, 2023).

Recipienten för dagvatten från utredningsområdet är vattenförekomsten Vassbotten, som är en vik/sjö ansluten till Vänerns sydvästra spets (SE647720-129532). Därefter sker avrinning vidare till Götaälv. Vänern är en 3086 km^2 stor sjö, och Sveriges största sjö.



Figur 11: Recipienten Vassbotten som är en sjö med inlopp från Vänern. Utredningsområdet är markerat med rött. Källa: VISS. Hämtad 2024-04-10.

Utredningsområdet ligger i närheten av Vänern som är en drickvattenförekomst vilket påverkar utredningsområdet.

Enligt VISS för Vassbotten (SE647720-129532) är statusklassningen under förvaltningscykel 3 måttlig ekologisk potential. Enligt VISS är det fisk som är utslagsgivande för bedömningen, övergödning anses inte som ett problem och kravet är att den skall ha god ekologisk potential 2039. Statusklassningen är att den inte uppnår god kemisk ytvattenstatus. Kravet i MKN är att vattenförekomsten skall ha god kemisk ytvattenstatus.

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

- Vassbotten - känslig recipient

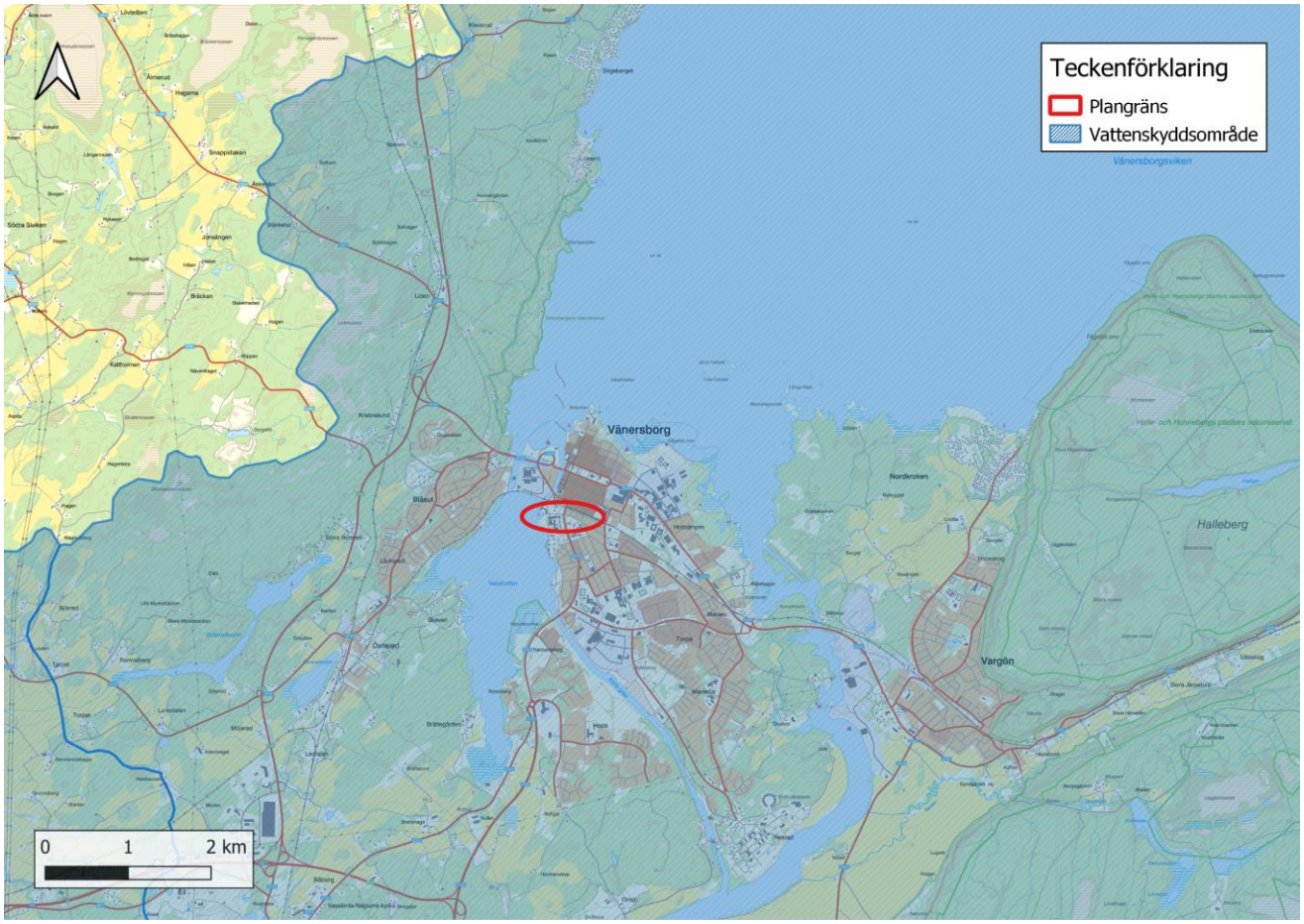
Miljökvalitetsnormerna för recipienten sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2: Sammanfattning av miljökvalitetsnormer för Vassbotten.

Recipient	Kvalitetskrav	Statusklassning
Vassbotten SE647720-129532	God ekologisk potential 2039	Måttlig ekologisk potential
	God kemisk ytvattenstatus	Uppnår ej god status
	Undantag/ mindre stränga krav Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus: ▪ Kvicksilver och Kvicksilverföreningar ▪ Atmosfärisk deposition	

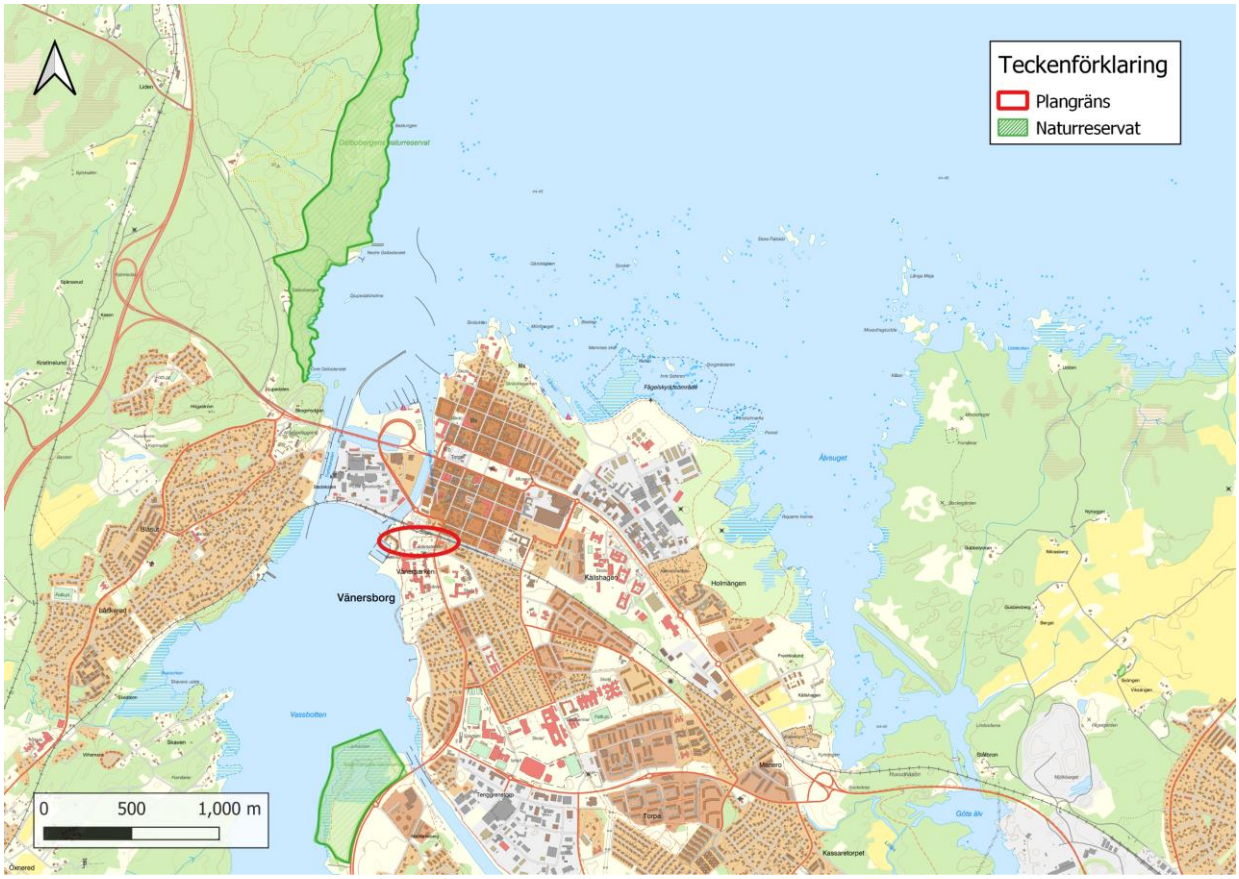
3.5 Vattenskyddsområden och skyddad natur

Enligt beslut 2022-05-16 kring vattenskyddsföreskrifter för Göta älv och Vänersborgsvikens vattenskyddsområde är utredningsområdet inom inre skyddszon, se figur 12. I förslagen anges att avledning av dagvatten ej får anläggas utan tillstånd inom inreskyddszon. Undantag gäller avledning från ytor som utgörs av tomtmark, lokalgator eller GC-vägar, det vill säga att avvattning från utredningsområdet inte kräver tillstånd. Avledning sker till kommunal huvudledning för dagvatten som i sin tur släpps ut till recipienten Vassbotten.



Figur 12: Vattenskyddsområden i förhållande till plangräns. Källa VISS, hämtad 2024-04-12.

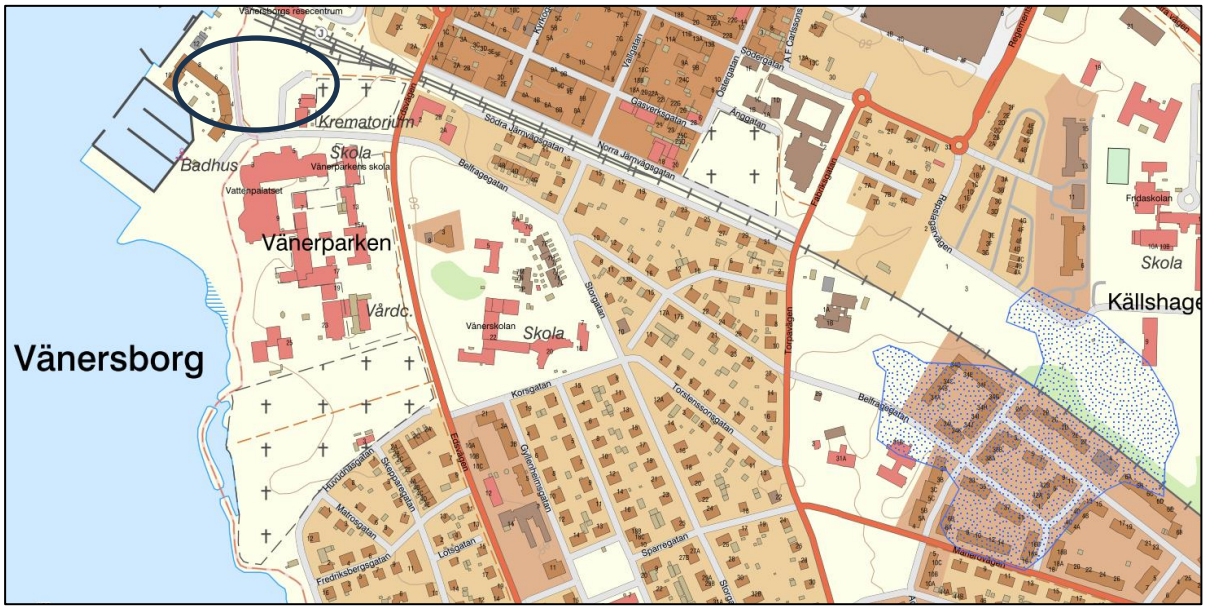
Naturreservatet Nygårdsängen befinner sig söder om plangränsen och Dalbobergen ligger strax norrut. Då dagvattnet från Nygårdsängen antas rinna mot Vassbotten och dagvattnet från Dalbobergen antas rinna ut mot Vänern, medför detta ingen påverkan på naturreservatet. Detta då Nygårdsängens avrinning är nedströms och Dalbobergen uppströms utredningsområdet, se figur 13.



Figur 13: Naturreservat i förhållande till plangräns. Källa VISS, hämtad 2024-04-12.

3.6 Markavvattningsföretag

Öster om utredningsområdet (ca 1km) finns markavvattningsföretaget Kungliga Västgöta Regementes övningsfält dikningsföretag 1923–24, vilket är markerat i blått i figur 14. Detta markavvattningsföretag anses inte påverkas av exploatering av då det ligger långt bort och inte avrinner genom utredningsområdet.



Figur 14: markavvattningsföretaget Källeb Kungliga Västgöta Regementes övningsfält dikningsföretag 1923 - 24. Källa: Länsstyrelsens vattenarkivakt P-E1a-1533 via VISS, hämtad 2024-04-12.

3.7 Markanvändning

3.7.1 Befintlig markanvändning

Figur 15 visar den befintliga användningen vid Lasarettet 6–7 indelat i olika användningsområden. Idag utgörs de områden som planeras att exploateras inom utredningsområdet främst av asfalt- och grusparkering, tak, buskrabatter och väg.



Figur 15: Befintliga användning för utredningsområdets olika delområden. Vänersborgs kommun, 2022-10-25.

3.7.2 Planerad markanvändning

Hur utredningsområdet ska utformas är idag inte helt fastställt. I detta skede är det överenskommet vid startmöte att dagvattenundersökningen utgår från ett ”värsta scenario” där 50% av ytan anläggs som takyta, 45% anläggs som asfaltsparkering och 5% anläggs som grönytor. Genom att beräkna flöden, fördröjning och rening med en hög hårdgörandegrad kan utredningen ta höjd för hur stor volym och ytanspråk som detaljplanen behöver avsätta för dagvattenhanteringen.

3.8 Kända föroreningar och föroreningsrisker

Risk för olyckor med farligt gods mm som kan påverka dricksvattentäkt eller liknande bedöms som mycket liten.

Norra delen av utredningsområdet har tidigare används till varvs- och hamnverksamhet, och föroreningar i jord från tidigare verksamheter har bekräftats i markmiljöundersökningar genomföra inom utredningsområdet.

3.9 Nivåförändringar i Vänern

Vid ett förändrat klimat beräknas Vänerns extrema nivåer kunna öka. Då undersökningsområdet ligger precis vid strandkanten är det därför viktigt att undersöka översvämningsrisken för ökat vattenstånd. Vid fältbesöket var Vänerns vattenstånd +61 cm över referensnivån (+44,71 möh). 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.

Sammantaget bedöms det mest extrema vattenstånden kunna ta sig upp på nästan hela området med ett största vattendjup i väster på ca 1,5 m. Undantaget är längst i öster mot kyrkan och infarten i sydöst. Vid 100-årsnivån kommer större delen av området hamna under ca 0,5 m vatten.

4 Dagvattenberäkningar

4.1 Flödesberäkningar

De dimensionerande flödena vid ett 20-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}]**
Grusparkering	0,6	0,68	0	0,202	0
Asfaltsparkering	0,8	0,06	0,58	0,688	0,460
Buskrabatter	0,1	0,06	0,06	0,003	0,003
Tak	0,9	0,03	0,64	0,023	0,575
Totalt		**1,28**	**1,28**	**0,916**	**1,038**

Klimatfaktor har satts till 1 före exploatering och 1,25 efter exploatering. Rinntiden har satts till 10 min.

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.

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.

Flöden före och efter exploatering				
Återkomsttid [År]	**Flöde före exploatering [l/s]**	**Flöde efter exploatering [l/s]**	**Flöde efter exploatering inkl. KF [l/s]**	**Skillnad före och efter inkl. KF [l/s]**
20	**262**	300	372	+110
100	450	510	710	+260

Enligt beräkningarna kommer flödena öka inom utredningsområdet efter exploatering även utan klimatfaktor tagits i beaktande. Detta gör att det kommer att krävas framtida dagvattenhantering för att bromsa dessa ökade flöden till utloppspunkten. I avsnitt 6 redovisas förslag på lämpliga lösningar.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Förändringen av markanvändning medför en ökad dagvattenbildning och ett högre dagvattenflöde jämfört med den befintliga situationen. De dimensionerande utjämningsvolymerna för 20-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 20 år samt magasinvolym vid skyfall vid 100 års regn.

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]**
1,28	**10**	**10**	**1,038**	**20**	**168,5**	**85**
1,28	**10**	**10**	**1,038**	**100**	**287,3**	**118**

Vid ett 100-årsregn krävs alltså en utjämningsvolym på 33 m^3 (utöver de 85 m^3som fördröjer 20-årsregnet). Det har dock visat sig under fältbesök och med hjälp av beräkningar från Scalgo att ett antal ytor på parkeringsytorna vid ett skyfall där ledningarna går fulla, fungerar som lågpunkter. Totalt beräknas dessa kunna magasinera ca 80 m^3. Då dessa byggs bort behöver de kompenseras för. Totalt krävs alltså en översvämningsvolym på 118 m^3 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.24.3.1. Föroreningsberäkningen är gjord för ett 20-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 värden i kommande tabeller betyder att föroreningsbelastningen ökar i jämförelse med riktvärden för föroreningshalter och med befintliga förhållanden för föroreningsmängder.

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	140	95	83
Kväve [N]	µg/l	1300	1500	1600	1500
Bly [Pb]	µg/l	28	18	11	4,5
Koppar [Cu]	µg/l	10	36	28	24
Zink [Zn]	µg/l	30	130	100	39
Kadmium [Cd]	µg/l	0,90	0,41	0,52	0,12
Krom [Cr]	µg/l	7,0	13	7,5	5,1
Nickel [Ni]	µg/l	68	5,5	4,9	1,7
Kvicksilver [Hg]	µg/l	0,070	0,072	0,035	0,024
Suspenderad substans [SS]	µg/l	25 000	130 000	70 000	35 000
Olja	mg/l	500	770	360	190
Benso(a)pyren [BaP]	µg/l	0,027	0,024	0,03	0,0093
PAH16 [PAH16]	µg/l	-	0,24	0,33	0,096

Efter föreslagen rening i regnbäddar minskar alla föroreningshalter. Dock överskrids fortfarande riktvärdena för Fosfor, Kväve, Koppar, Zink och Suspenderad substans.

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	0,96	0,7	0,61
Kväve [N]	kg/år	10	12	10
Bly [Pb]	kg/år	0,12	0,08	0,031
Koppar [Cu]	kg/år	0,24	0,21	0,17
Zink [Zn]	kg/år	0,85	0,73	0,26
Kadmium [Cd]	kg/år	0,0027	0,0038	0,00087
Krom [Cr]	kg/år	0,089	0,055	0,036
Nickel [Ni]	kg/år	0,037	0,036	0,012
Kvicksilver [Hg]	kg/år	0,00048	0,00026	0,00017
Suspenderad substans [SS]	kg/år	840	510	240
Olja	kg/år	5,1	2,7	1,3
Benso(a)pyren [BaP]	kg/år	0,00035	0,00022	0,000063
PAH16 [PAH16]	kg/år	0,0016	0,0025	0,0007

Föroreningsmängderna ökar för kväve, kadmium och PAH16 efter exploatering men minskar för samtliga ämnen efter rening i dagvattenanläggningarna till värden under och i vissa fall mycket under mot befintliga förhållanden.

5.2 Slutsats föroreningsbelastning

Med föreslagna rening- och fördröjningsanläggningar anses utredningsområdet med fördel kunna exploateras. Med föreslagna reningsåtgärder förväntas både halter och mängder förorenande ämnen för den framtida situationen jämfört med den befintliga markanvändningen minska.

Genom att tidigt planera för god rening och fördröjning kan området minska befintlig belastning för recipienten med avseende på föroreningsmängder och föroreningshalter Ämnen som ej uppnår god kemisk ytvattenstatus för recipienten som Kvicksilver, kvicksilverföreningar (Hg) och Bromerade difenyleter (PBDE) har mindre stränga krav då de anses tekniskt omöjligt att sänka till nivåer motsvarande för god kemisk ytvattenstatus. Kvicksilverbelastningen minskar med föreslagna reningsåtgärder och gällande PBDE (som ej testades i StormTac) anses dessa baserat på tidigare liknande undersökningar också kunna renas i föreslagna dagvattenanläggningar och eventuellt bidra med mindre belastning än vid befintliga förhållanden idag.

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 regnbäddar, 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 i grovt uppskattade och kommer att behöva detaljprojekteras vidare.

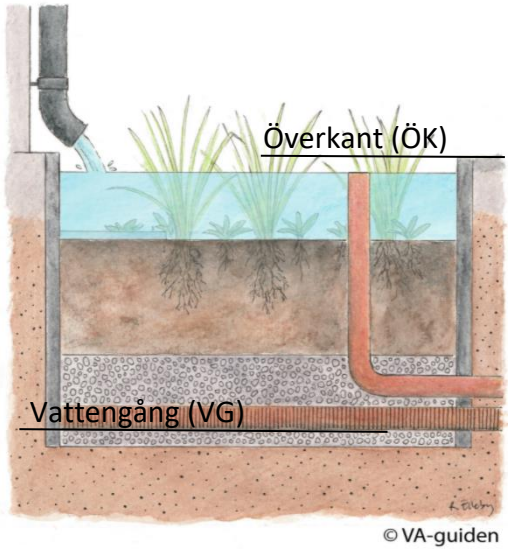
Genom att prioritera öppna dagvattenlösningar som bidrar med gröna områden då anläggningarna står torra, bidrar anläggningarna med ökade rekreationsområden där områden idag mest utgörs av asfalt och grus. Att spara grönytor och anlägga grönytor där idag finns en hög hårdgörandegrad ökar förutsättningen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

Anläggningar för rening och fördröjning inom utredningsområdet har dimensionerats för ett regn med återkomsttid 20 år och ett utflöde som motsvarar det befintliga flödet för ett regn med återkomsttid 20 år. Ingen hänsyn har tagits till kapacitet på det befintliga dagvattensystemet då detta system förmodligen ska förnyas.

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 16 av en regnbädd vid byggnad. 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 16: Regnbäddar/Biofilteranläggning. Bildkälla: VA-Guiden. Hämtad 2024-04-12.

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. Då det ännu är oklart hur områdets utformning kommer att se ut ges ingen exakt placering av dagvattenanläggningar utan detta tas fram i ett senare skede. Rejlers rekommenderar dock att förslagna lösningar för rening och fördröjning av dagvatten, placeras i anslutning till gröna ytor.

Dagvatten som bildas inom utredningsområdet, föreslås att renas och fördröjas i regnbäddar. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 130 m^2 med en fördröjningsvolym för rening på minst 85m^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. Regnbädden (eller bäddarna om den delas upp) skall anläggas med tätskikt för att undvika urlakning av föroreningar i underliggande material.

6.1.3 Dagvattenledningar

Idag finns befintliga dagvattenledningar med gallerbrunnar dit dagvattnet rinner till mot recipienten. Dessa behöver alltså anpassas efter föreslagna dagvattenanläggningar för att

dagvattnet skall kunna renas och fördröjas innan vattnet rinner vidare mot recipienten. Vid fortsatt projektering behöver även utredas om befintliga dagvattenledningar behöver ersättas av nya dagvattenledningar.

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. Då den exakta utformningen ännu inte är planlagd anges här ingen exakt lokalisering för översvämningsytor. Rekommendationen är dock att anlägga parkeringsytorna på ett sådant sätt att överskottsvatten kan ansamlas där och stängas inne med hjälp av kantstenar. 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 1 180 m^2 krävas för att uppnå en utjämningsvolym på 118 m^3.

6.3 Extrema vattenstånd i Vänern.

I stort sett hela utredningsområdet ligger under högsta planeringsnivån +47,81 möh. I den mån det går bör golvytor därför anläggas över planeringsnivån. Det bör dock noteras att planeringsnivån är väl tilltagen för de allra mest extrema vattenstånd. Risken att detta vattenstånd skall inträffa under de närmaste 1 000 åren är dock endast 9,5% eller 1% på 100 år. Så låga sannolikheter ligger i paritet med sannolikheten för en ny glaciation vilken når nästan 100% på 10 000 år. En 100-årsnivå beräknas enlig länsstyrelsen ligga på +47,02 möh, vilket skulle lägga större delen av området under vatten där merparten av området får ett vattendjup på ca 0,4 m.

Området bör på grund av detta inte bebyggas med samhällsfunktioner av betydande vikt. Infrastruktur av lägre betydelse exempelvis kontor och bostäder bör ha en grundläggning som höjer upp golvnivån till minst 100-årsnivån. Utredningsmorådets övriga ytor skall inte höjas, då detta tar bort fördröjningsfunktionen vid 100-årsregn. Då vattenståndsförändringen är en relativt långsam process bedöms parkeringsytorna inte behöva höjdkompenseras. Det bedöms finnas tid att flytta eventuella fordon eller undvika att parkera inom området vid höga vattenflöden samt evakuera om så skulle behövas.

En tänkbar lösning om byggnader med samhällsfunktioner av betydande vikt planeras inom utredningsområdet är att byggnaderna anläggs med garage i bottenplan. Detta förutsätter att byggnaden eller byggnaderna fortfarande har en tillfartsväg som placeras över +47,81 möh.

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 2024-04-16.
- 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.