



Dagvattenutredning Vänersborgs Sportcentrum

Vänersborgs kommun

Isabella Viking

Rejlers Sverige AB

2023-06-12

REJLERS				
Uppdragsnummer 607247	Slutversion	Datum 2023-06-12	Antal sidor 40	Antal bilagor 2
Uppdragsledare Isabella Viking		Beställares referens Angelika Lunnari		Beställares ref nr
Beställare Vänersborgs Kommun				
Rubrik Dagvattenutredning Vänersborgs sportcentrum				
Underrubrik Vänersborgs kommun				
Författad av Isabella Viking				Datum 2023-06-12
Granskad av Christian Axelsson				Datum 2023-03-10
Rejlers Sverige AB www.Rejlers.se Org. Nr. 556051-0272 Tel: +46 771-78 00 00	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med planarbete av exploatering för befintligt idrottsområde på ca 28,17 ha inom Vänersborg. För att uppnå både reningskrav och fördröjningskrav för utredningsområdet efter exploatering undersök dagvattenhanteringsens förutsättningar med hänsyn till planerad byggnation efter antagna ökade ytor för tak och asfalt där idag finns gräs och ängsmark. Inom samtliga 9 delområden inom utredningsområdet rekommenderas krossdiken, regnbäddar och dagvattenkassetter som renar, fördröjer och avleder dagvattnet till befintligt dagvattensystem mot recipienten Karls grav. De områden där vatten idag ansamlas vid skyfall rekommenderas att bibehållas och vidare analyseras för optimal utformning, för att inte riskera hälsa och liv och större materiella skador vid större regn. Höjdsättningen bör justerats för att markavvattningen ska ske bort från byggnader till dagvattenanläggningarna och utloppspunkterna vid ny byggnation. Marken från byggnadernas bör luta mot de föreslagna dagvattenanläggningarna med ca 2 – 5 %. Grundvattennivån är idag inte utredd men utredningsområdet anses ha god infiltrationsförmåga främst där det idag är exploaterat. Dagvattnet från utredningsområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

Dagvattenflödet från området är idag för delområde A1, A2, B, C, D, E, F, G, H och F; 328, 23, 933, 85, 23, 24, 4, 39 och 13 l/s med en återkomsttid på 10 år, 412, 29, 1168, 106, 29, 30, 5, 49 och 17 l/s med en återkomsttid på 20 år samt 702, 49, 1986, 181, 49, 52, 9, 83 och 28 l/s för skyfall vid ett 100års regn. Om antagen hårdgörandegrad i utredningen genomförs skulle flödet öka till 599, 44, 1686, 527, 67, 63, 25, 122 och 62 l/s med en återkomsttid på 10 år, 751, 56, 2111, 664, 84, 79, 32, 154, 78 med en återkomsttid på 20 år samt 1232, 91, 3449, 1086, 137, 129, 52, 252 och 128 l/s för skyfall vid ett 100års regn. 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 samtliga halter ökar efter exploatering. Alla halter minskar dock efter rening sett till hela utredningsområdet förutom pentaklorfenol (PCP) som minskar under värden för befintliga förhållanden men ej under riktvärdet. Föroreningsmängderna minskar för samtliga ämnen efter rening. Exploateringen anses därmed inte försämra möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten och belastningen på recipienten Karls grav.

För att uppnå en god rening och fördröjning av dagvattnet föreslås anläggningarna exempelvis placeras vid de befintliga lågpunkterna och flödesvägarna. Marknivåer anses inte ändras avsevärt efter exploatering och därför är placeringen av dagvattenanläggningarna viktig för att leda så mycket vatten som möjligt för rening och fördröjning. Beräkningarna visar att det behövs totalt minst ca 2 857 m³ fördröjningsvolym dagvatten totalt uppdelat på olika delområden med olika anpassade anläggningar. Det totalt ytanspråket beräknades till 3709 m² där ca 750m² av denna utgörs av dagvattenkassetter under marken. Idag finns även befintliga dagvattenkassetter inom delområde B som därmed utgör en del av denna volym och yta. Hur mycket kapacitet de befintliga dagvattenkassetterna har kunde inte fastställas i denna utredning. Ytanspråket enbart för regnbäddar och krossdiken 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	7
2	Material och metod	9
2.1	Material och datainsamling	9
2.2	Platsbesök	9
2.3	Flödesberäkning	11
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
3.1.2	Tekniskt avrinningsområde	15
3.2	Markförutsättningar	16
3.2.1	Topografiska förhållanden	16
3.3	Infiltrationsförutsättningar och geologi	17
3.4	Recipienter, vattenförekomster och miljö kvalitetsnormer (MKN)	18
3.5	Vattenskyddsområden och skyddad natur	20
3.6	Markavvattningsföretag	21
3.7	Markanvändning	22
3.7.1	Befintlig markanvändning	22
3.7.2	Planerad markanvändning	22
3.8	Flödesberäkningar	23
3.9	Dimensionerande utjämningsvolym	28
3.10	Föroreningsbelastning	29
3.11	Slutsats föroreningsbelastning	32
3.12	Kända föroreningar och föroreningsrisker	32
4	Lösningförslag för dagvattenhantering	33
4.1	Generella förutsättningar och förslag till lösningar	33
4.2	Dagvattenanläggningar	36
4.2.1	Krossdike	36

4.2.2	Regnbädd	36
4.2.3	Dagvattenkassetter	37
4.3	Skyfallshantering vid 100-årsregn	38
5	Referenser	40

BILAGA 1 – Fältbesök 071223, Vänersborgs sportcentrum

BILAGA 2 – Lösningsförslag dagvattenhantering

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I direkt anslutning till Vänersborgs centrala delar ligger Vänersborgs sportcentrum med ett flertal fotbollsplaner, ishall och tillhörande byggnader. Utredningsområdet är 28,17 ha stort och utgörs främst av gräsytor, byggnader, gång och cykelvägar samt vägar, se Figur 1. Inom utredningsområdet planerad byggnation och detaljplan för sportcentrum och Torpargärdet. Norr om utredningsområdet finns idag ett skolområde och villaområden, i sydöst finns lägenhetsområden samt moské, söder om Gropbrovägen finns ett industriområde. Figur 1 visar även sportcentrumområdets placering i staden. Områdesindelningar är grovt uppskattade på bilderna i utredningen.



Figur 1: Utredningsområdet som är markerad i bilden med kringliggande vägar. Källa ortofoto: Lantmäteriet, 2022-11-15.

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-års regn och 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 kvartermark.
- Ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar för att så effektivt som är tekniskt och ekonomiskt rimligt 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.

Enligt ett utkast från rapporten Torpaområdets grönstruktur genomförd av Calluna för Vänersborgs kommun, 2021-12-21, finns önskemål att reglera normalflöden och extrema händelser genom att minska hårdgjorda ytor och ansluta diken från hårdgjorda ytor till lågpunkterna samt gestalta lågpunkterna för att främja stadens attraktivitet. Idag renas eller fördröjs inte dagvattnet inom Sportcentrumområdet. Lokalt omhändertagande av dagvattnet ökar rening och skulle medföra en minskad belastning av Vassbotten via karls grav.

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 2022-10-31
Underlag för vattenförekomster i VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Hämtade 2022-11-01
DWG-fil över utredningsområdet med utredningsområdet	Erhölls av beställare 2022-12-05
DWG-fil över VA-system	Erhölls av beställare 2023-02-09
Vänersborgs kommuns policy för dagvattenhantering, Vänersborgs kommun	2011
Lågpunktskartering med hjälp av Scalgo Live	Genomförd 2022-11-15
Underlag markavvattningsföretag från Länsstyrelsens WebGIS	Hämtat 2022-02-15

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 7:e December 2022 för att utreda befintliga förhållanden beträffande markanvändning, avrinning och tillkommande vatten. Utredningsområdet består idag främst av asfalterade ytor som väg och parkeringar, gräsytor, ängsmark, fotbollsplaner samt tak. 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. Området är omslutet av staket och byggnader från söder och från väst.

Innan platsbesöket genomfördes analyserades utredningsområdet avrinning med hjälp av Scalgo live för att dokumentera viktiga platser ur ett dagvatten och skyfalls perspektiv. Marken inom utredningsområdet sluttar generellt från norr till söder mot vattendraget Karls grav. Brunnar, rännor, lågpunkter samt utlopp har även dokumenterats under fältbesöket, se Figur 2 till Figur 5. Vid varje figur finns en karta som visar vart bilden är tagen. Fler bilder från fältområdet finns samlade i Bilaga 1.



Figur 2: Bilden visar parkeringar norr om Arena Vänersborg och industriverksamhet till höger i bild.



Figur 3: Bilderna visar parkeringar längs med Brättevägen med lutningar och rännstensbrunnar.



Figur 4: Bilderna visar utlopp från skyfallsytta på fotbollsplan genom entréer i mur. Framför finns rännstensbrunn och gräsyta.



Figur 5: Högra bilden visar utredningsområdets östra delar av upphöjd ängsmark. Vänster bild visar bussgata som delar in utredningsområdets östra och västra del.

2.3 Flödesberäkning

Beräkningar av flöden i dagvattenutredningen utförs för ett 10-årsregn efter kommunens önskemål, 20-årsregn enligt områdets klassning i P110 och ett 100-årsregn som är ett skyfall. Då verksamheten är en idrottsplats inom centrala Vänersborg med planerad ökning av hårdgörandegrad där det idag finns grönytor har utredningsområdet klassats som tät bostadsbebyggelse, enligt P110. Det innebär att flöden och fördröjningsvolymen vid dimensionerande regn beräknas efter ett 20-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.

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-årsregn enligt önskemål från Vänersborgs kommun.

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolymen 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 ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets rinntid, t_r regnets varaktighet och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($l/(\text{s} \cdot \text{ha}_{\text{red}})$). 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 modellverket StormTac v.2022.10.27 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.

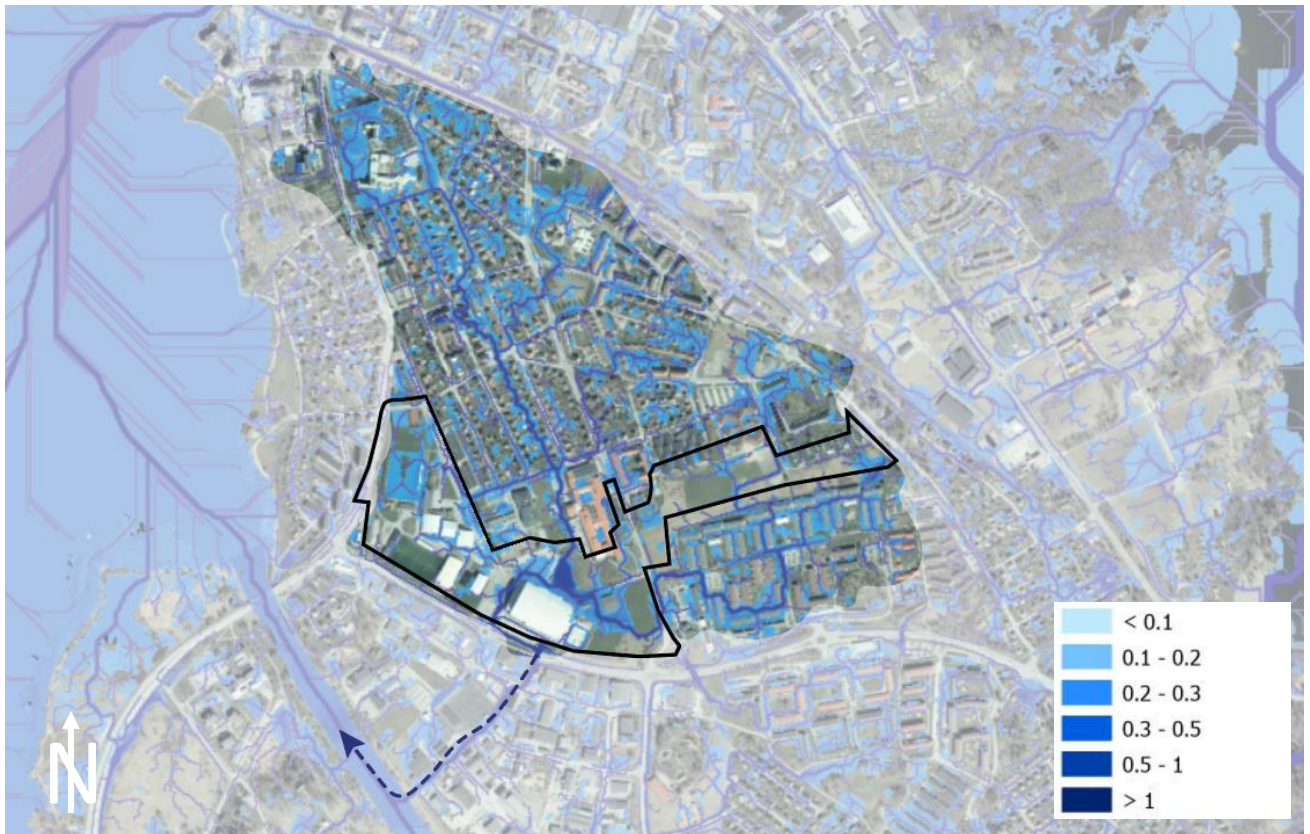
3.1.1 Avrinningsområde vid skyfall

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 fördröjningsvolym 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 magasineras på ett säkert sätt och inte förvärra översvämningens problematik nedströms.

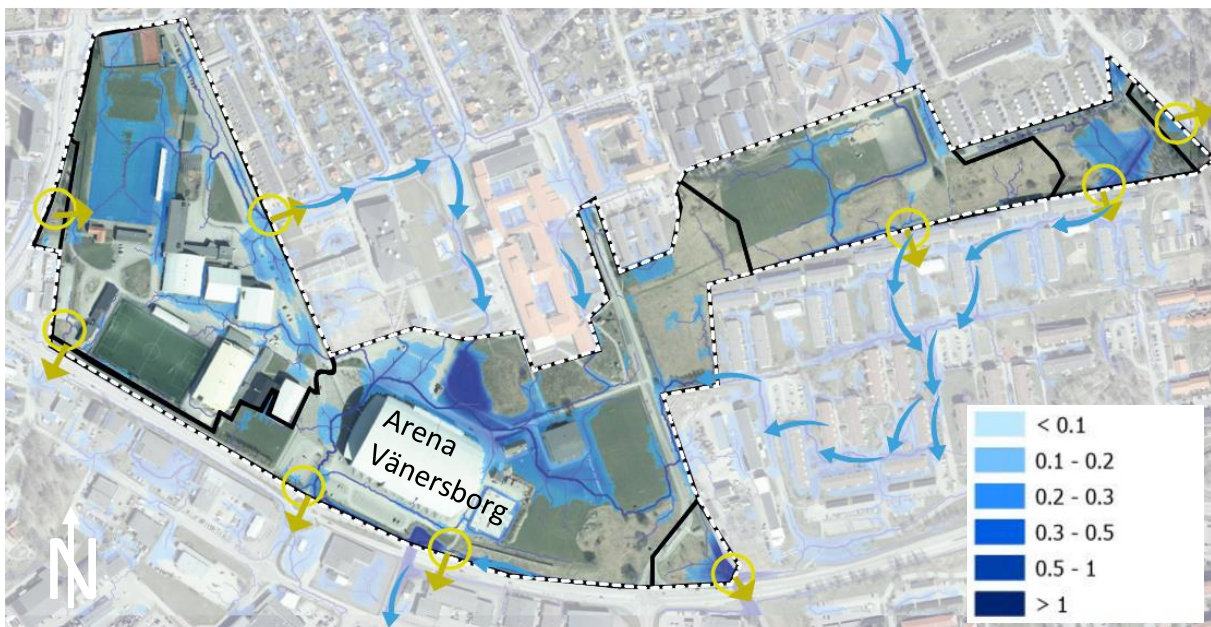
En översiktlig undersökning av översvämningens risk vid extremregn på utredningsområdet har gjorts med hjälp av programmet SCALGO Live, en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter visualiserar bland annat lågpunkter och flödesvägar. I modellen är 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) 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 skyfall vid ett 100-års regn med flödesvägar och vattendjup. Figur 7 visar skyfallskartering enbart för utredningsområdet med flödespilar där vatten rinner från delar av utredningsområdet genom kringliggande område tillbaka till utredningsområdet.

Idag finns ett flertal områden med vattenansamling och stående vatten vid fasader. Vattendjupet vid fasaderna uppmättes till ett djup mellan ca 0,1 - 0,2 vilket ur en riskbedömning är hanterbart för att räddningsfordon skall kunna passera. Större skyfallsytor finns idag norr om Arena Vänersborg på gräsyta samt på fotbollsplan inom utredningsområdet i nordväst.



Figur 6: Uppströms skyfallsområde med utredningsområdet markerat inom svart streckning för ett 100-års regn. Flödesväg ut mot Karls grav med pil Vattendjupet beskrivs i teckenförklaringen längst ned i högra hörnet i enheten meter. Källa: Scalgo Live, hämtat 2022-12-06.



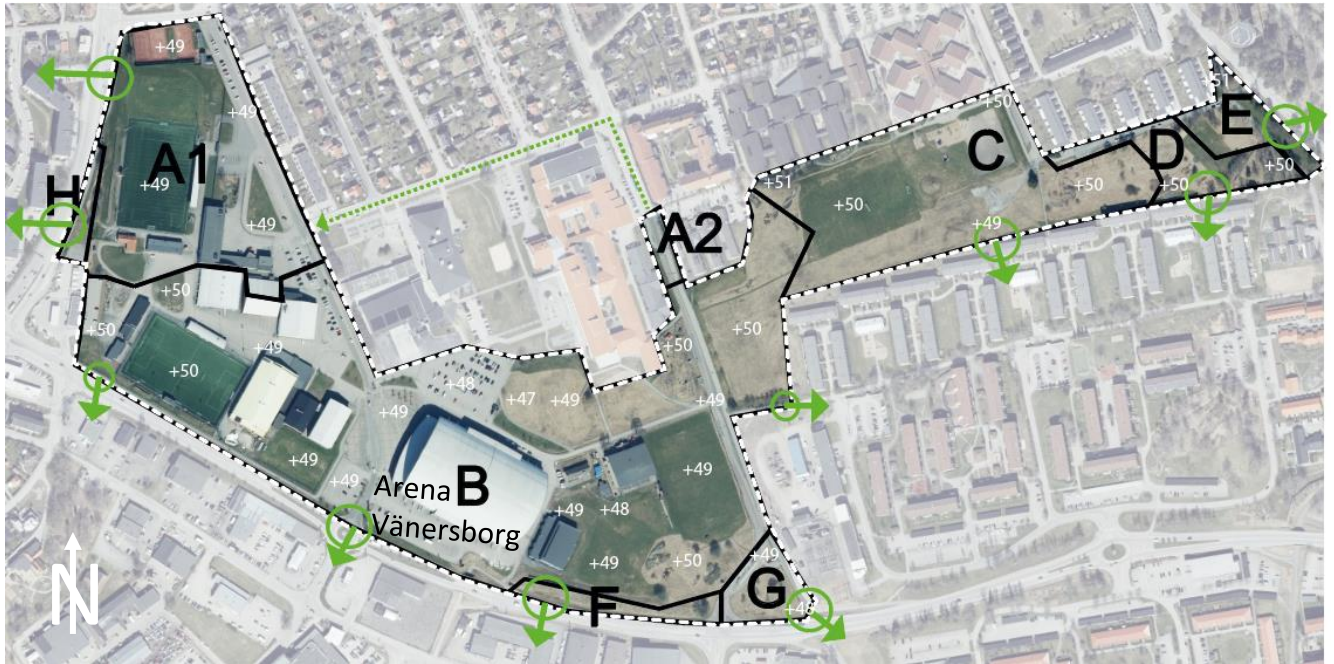
Figur 7: Skyfallskartering för utredningsområdet med avrinningsområden vid 100-års regn. Utlopp från utredningsområdet vid skyfall är markerat med gul ring och pil. Källa: Scalgo Live, hämtat 2022-12-06.

Områden där flödesvägar mellan olika skyfallsstyr finns enligt figuren ovan, kan ses som bräddpunkter vid mindre regn.

3.1.2 Tekniskt avrinningsområde

Vid dimensionerande regn sker avrinning på mark och via befintligt ledningssystem inom utredningsområdet. Utredningsområdet har delats in i 9 olika delavrinningsområden efter 9 olika utloppspunkter, se Figur 8. Marknivån skiljer sig inom utredningsområdet från ca 51 m - 47 m över havet. Ledningssystemet visas inte i figuren pga. sekretesspolicy för Vänersborgs kommun. Dagvattenledningarna antas rinna vidare med utlopp i *Karls grav*, sydväst om utredningsområdet. Avståndet mellan utredningsområdet och Karls grav är ca 430.

Delområdena enligt figuren är avgränsade med svarta streck, som kan ses som höjdryggar inom utredningsområdet.



Figur 8: Tekniskt avrinningsområde med delområden inom utredningsområdet. Utlopp för delområdena finns markerade med gul ring i figuren. Källa VA-underlag: Vänersborgs kommun. Erhållen 2023-02-09.

Delområde A1 och A2

Avrinning sker genom ytavrinning på asfaltsytor till rännstensbrunnar och vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde A1 i nordväst. Delområde A2 avvattnas via rännstensbrunn till dagvattenledningar utanför utredningsområdet och sammankopplas med dagvattenledningar inom delområde A1 vidare till utloppspunkten för A1. Storleken på delområde A1 är ca 4,6 ha och delområde A2 är ca 0,2 ha.

Delområde B

Avrinning sker genom ytavrinning på asfaltsytor till rännstensbrunnar och vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde B i söder. Storleken på delområde B är ca 15,9 ha.

Delområde C

Avrinning sker genom ytavrinning på gräs och gångvägar till dagvattenbrunnar och vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde C i söder. Storleken på delområde C är ca 4,5 ha.

Delområde D

Avrinning sker genom ytavrinning på gräs och gångvägar till dagvattenbrunnar och vidare via

dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde D i söder. Storleken på delområde D är ca 1,0 ha.

Delområde E

Avrinning sker genom ytavrinning på gräs och gångvägar till dagvattenbrunnar och vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde E i öst. Storleken på delområde E är ca 0,7 ha.

Delområde F

Avrinning sker genom ytavrinning på gräs till dagvattenbrunn och vidare via dagvattenledningar mot utloppspunkten inom delområde D i söder. Storleken på delområde F är ca 0,4 ha.

Delområde G

Avrinning sker genom ytavrinning på asfaltsytor och gräs till rännstensbrunnar och vidare till utloppspunkt i sydöst. Storleken på delområde E är ca 0,6 ha.

Delområde H

Avrinning sker genom ytavrinning på asfaltsytor och gräs till rännstensbrunnar och vidare mot utloppspunkt i sydväst. Storleken på delområde E är ca 0,7 ha.

Höga vattennivåer från kringliggande vattendrag anses inte vara en risk för utredningsområdet.

3.2 Markförutsättningar

3.2.1 Topografiska förhållanden

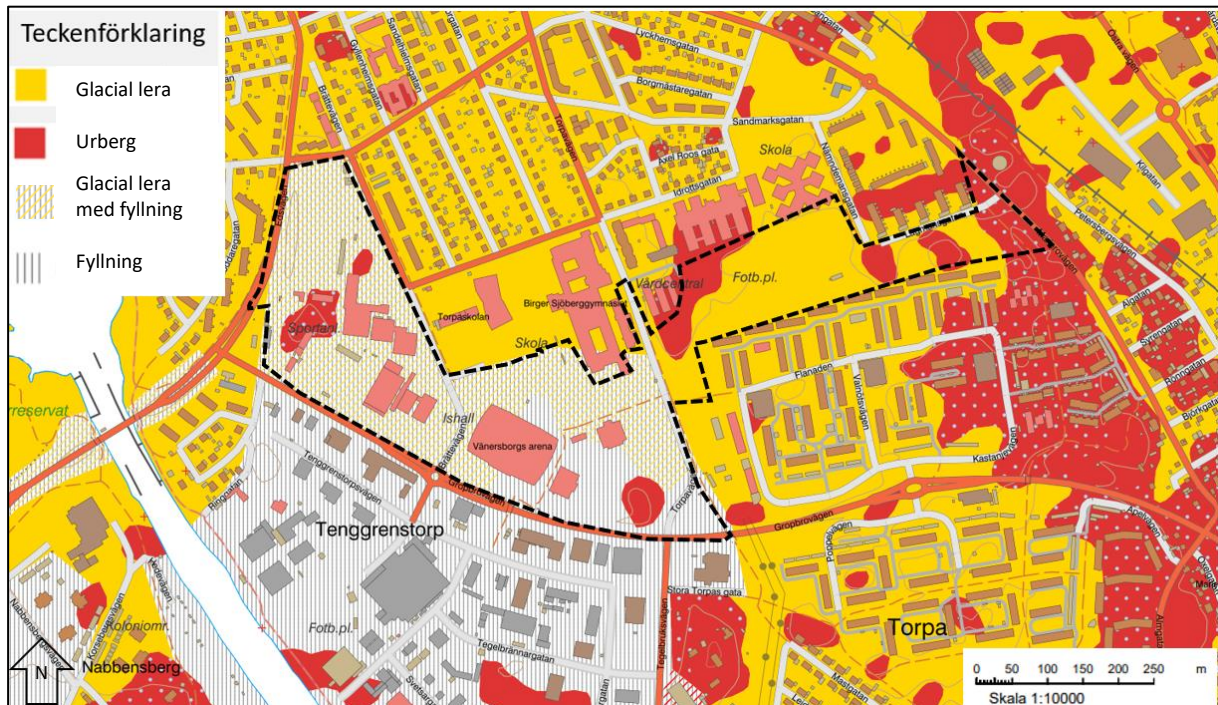
Marknivån skiljer sig inom utredningsområdet från ca 51 m - 47 m över havet. Den högsta punkten är på ca 51 m.ö.h. är längst i öst och den lägsta punkten på ca 47 m.ö.h. är mitt i området på en gräsyta norr om Arena Vänersborg, se Figur 9.



Figur 9: Utredningsområdets topografi (Scalگو Live, 2023).

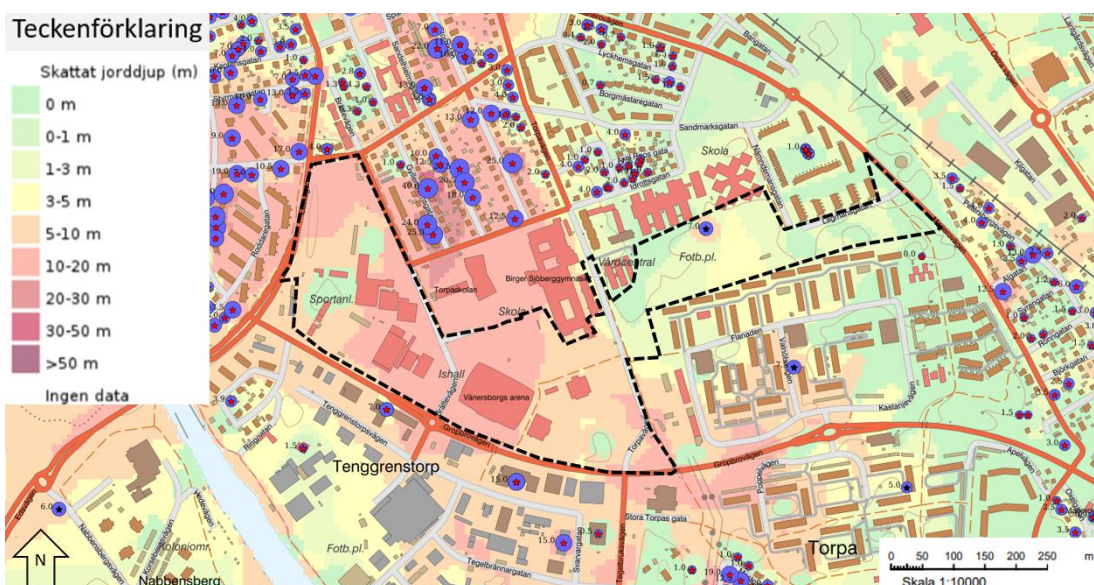
3.3 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Jordarterna inom utredningsområdet domineras av glacial lera med vissa partier av urberg i söder och i nordöst, se Figur 10. Glacial lera med fyllning domineras där idrottsplatserna med byggnader finns idag.

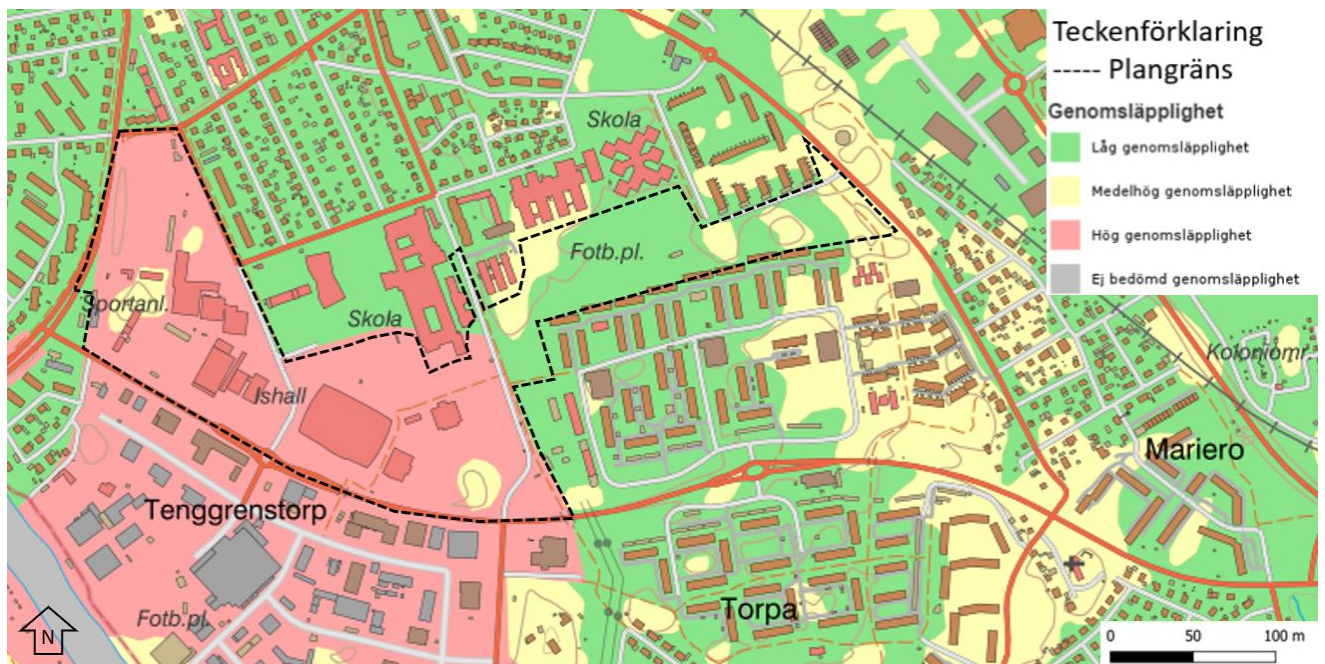


Figur 10: Jordartskarta med utredningsområdet markerat med svart streckning. Källa: SGU. Hämtat 2022-11-02.

Jorddjupet varierar från 0 till 20 m större delen av utredningsområdet, se Figur 11 och Figur 12. Genomsläppligheten bedöms variera från låg till hög inom området. Förutsättningarna för att dagvattnet når grundvattnet inom utredningsområdets västra delar där det idag är exploaterat anses god.



Figur 11: Jorddjupskarta med utredningsområdet markerat med svart streckning. Källa: SGU. Hämtat 2022-11-02.

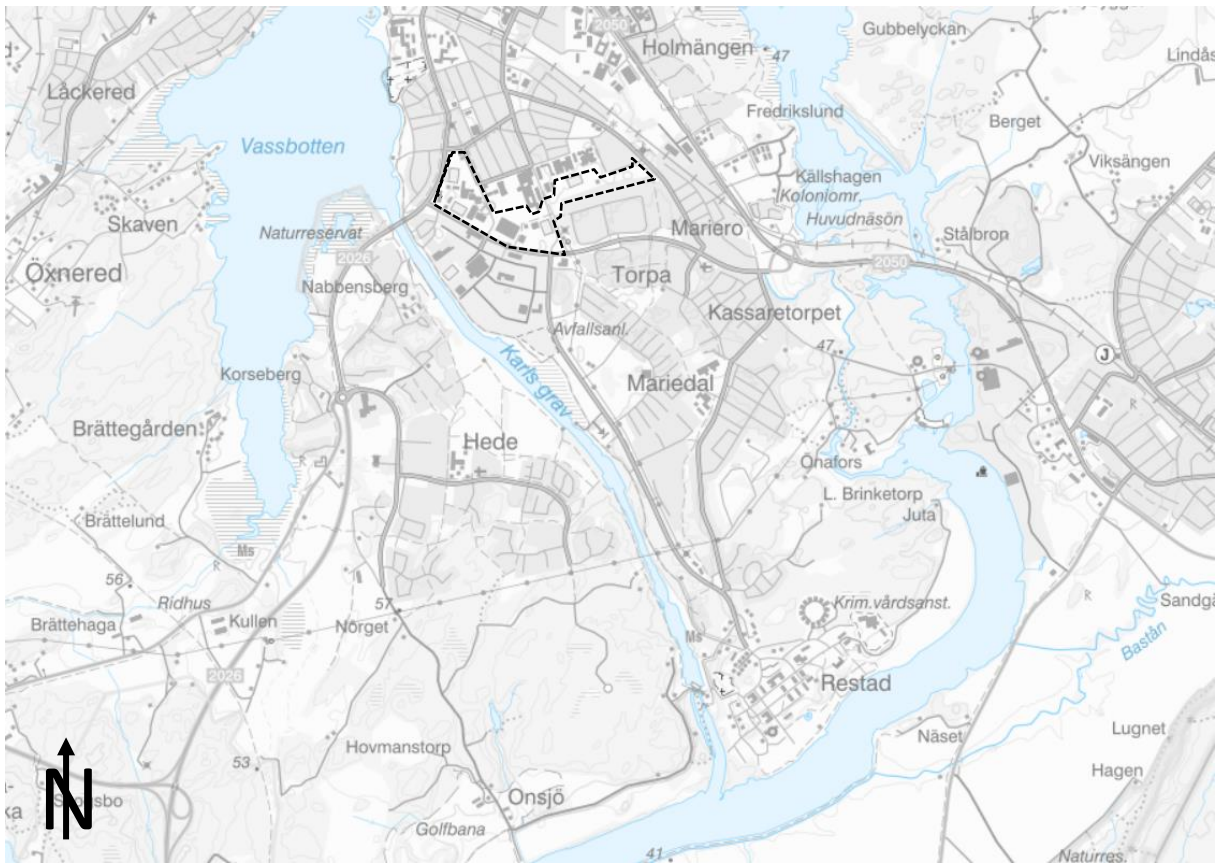


Figur 12: Genomsläpplighetskarta för området. Genomsläppligheten baseras på marklutning och jordarter. Källa: SGU Genomsläpplighet 2023-02-28.

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

3.4 Recipienter, vattenförekomster och miljö kvalitetsnormer (MKN)

Recipienten för dagvatten från utredningsområdet är vattenförekomsten Karls grav (WA43552176) som rinner vidare till vattenförekomsten Vassbotten (WA10192660), vilket är en kanal med utlopp i Göta älv, se Figur 13. Karls grav är en 4,3 km lång anlagd förbindelse mellan sjön Vassbotten, sydväst om Vänersborgs centrum och Göta älv i söder. Enligt SMHI:s VattenWeb12 har Karls grav en medelvattenföring (MQ) vid dess norra inlopp från Vassbotten, som uppgår till 0,48 m³/s. Vid Karls gravs utlopp till Göta älv uppgår medelvattenföringen (MQ) till 0,55 m³/s. För Karls grav motiveras statusklassningen av identifierade miljögifter och förändrat habitat genom fysisk påverkan. Fiskar och andra djur kan inte vandra naturligt i vattensystemet. I Karls grav finns det flera definitiva hinder som människan har byggt. Dessutom är strandzonen kraftigt påverkad av bebyggelse, strandskoningar eller andra hinder som människan har anlagt. Vid stränderna finns få naturliga livsmiljöer kvar för fiskar, smådjur och växter.



Figur 13: Recipienten Karls grav som är en kanal med utlopp i Göta älv. Utredningsområdet är markerat med svart. Källa: VISS. Hämtad 2023-02-16.

Utredningsområdet ligger inte i närheten av någon dricksvattenförekomst och anses inte påverka den närmsta kring Vargön, öster om utredningsområdet och Göta älv.

Enligt VISS för Karls grav (SE6475510-129729) är statusklassningen måttlig ekologisk potential och kravet är att den skall ha god ekologisk potential 2021. Statusklassningen är att den inte uppnår god kemisk ytvattenstatus. Kravet i MKN att vattenförekomsten skall ha god kemisk ytvattenstatus år 2021. Recipientens uppsatta kvalitetskrav är satta till god ekologisk status till 2021 samt god kemisk ytvattenstatus.

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

- Karls grav - känslig recipient

Miljökvalitetsnormerna för recipienten sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2: Sammanfattning av miljö kvalitetsnormer för Karls grav.

Recipient	Kvalitetskrav	Statusklassning
Karls grav SE6475510 - 129729	God ekologisk potential 2021	Måttlig ekologisk potential
	God kemisk ytvattenstatus	Uppnår ej god status
	Undantag/ mindre stränga krav Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kvicksilver och Kvicksilverföreningar ▪ Bromerad difenyleter 	

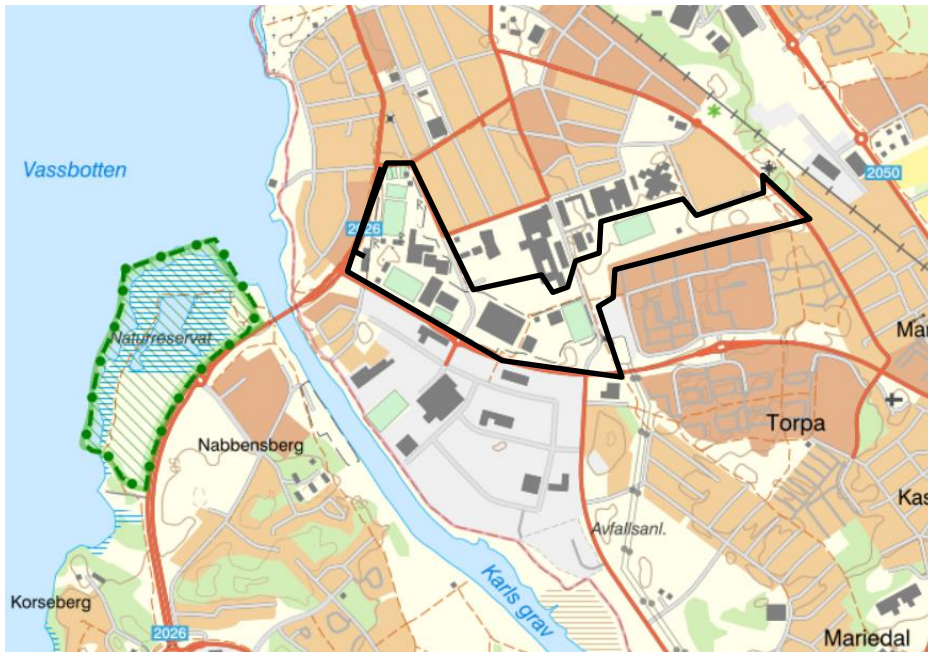
3.5 Vattenskyddsområden och skyddad natur

I förslag till vattenskyddsföreskrifter för Göta älv och Vänersborgsviken vattenskyddsområde (2018-06-30) är utredningsområdet inom inre skyddszon, se Figur 14. 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 avvattnings från utredningsområdet inte kräver tillstånd. Avledning sker till kommunal huvudledning för dagvatten som i sin tur släpps ut till recipienten Karls grav.



Figur 14: Vattenskyddsområden. Källa VISS, hämtad 2023-02-28.

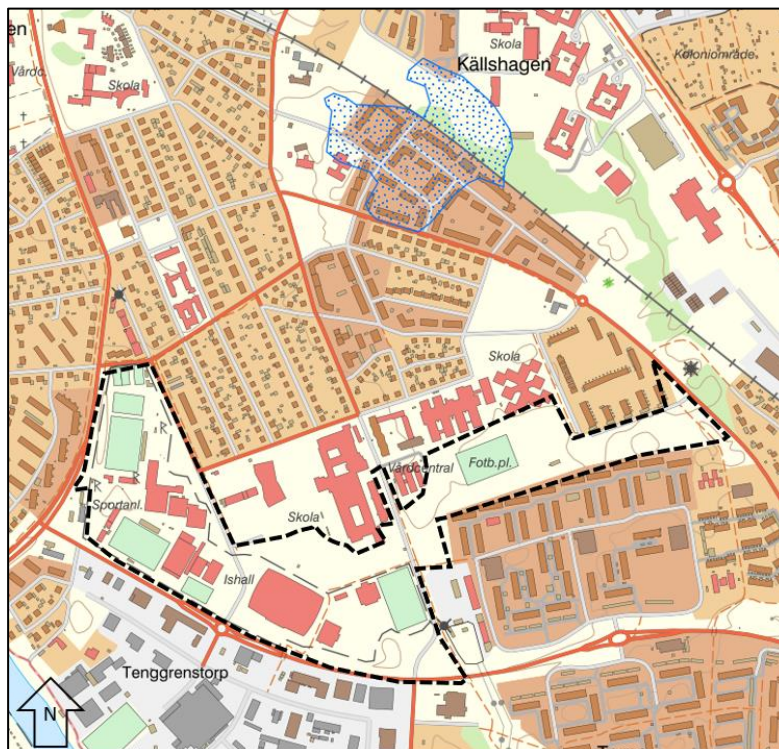
Naturreseptet Nygårdssängen ligger strax öster om utredningsområdet. Då dagvattnet från området antas rinna ut mot Karls grav och vidare sydöst mot Göta älv, medför detta ingen påverkan på naturreseptet, då naturreseptet är uppströms avrinningen från utredningsområdet, se Figur 15.



Figur 15: Naturreservat i förhållande till utredningsområdet.

3.6 Markavvattningsföretag

Uppströms utredningsområdet (ca 700 m) finns markavvattningsföretaget Källeb Kungliga Västgöta Regementets övningsfält dikningsföretag 1923 -24, vilket är markerat i blått i Figur 16. Detta markavvattningsföretag anses inte påverkas av exploatering av utredningsområdet.



Figur 16: markavvattningsföretaget Källeb Kungliga Västgöta Regementets övningsfält dikningsföretag 1923 -24. Källa: Länsstyrelsens vattenarkivakt P-E1a-1533 via VISS, hämtad 2023-03-01.

3.7 Markanvändning

3.7.1 Befintlig markanvändning

Figur 17 visar den befintliga användningen inom sportcentrumområdet indelat i olika användningsområden enligt en förstudie genomförd av Jönköpings kommun från 2021. Idag utgörs de områden som planeras att exploateras inom utredningsområdet främst av ängsmark, asfaltsytor, tak, gräsytor, vägar, fotbollsplaner och parkeringar.



1. Entré torg
2. Område framför idrottshuset
3. Torget framför Arena
4. Central väg, parkeringsstråk
5. Grönyta lågpunkt
6. Kantytor med Edsvägen, Groppbrovägen
7. Idrottsplatser
8. Skolområde
9. Områden möts av bussgata
10. Gräsyta Torpagärdet
11. Länk över Flanaden
12. Östra Torpagärdet gräsyta

Figur 17: Befintliga användning för utredningsområdets olika delområden. Källa: Förstudie gällande utveckling av sportcentrum och Torpagärdet i Vänersborg. Vänersborgs kommun, 2022-10-25.

3.7.2 Planerad markanvändning

Hur utredningsområdet ska utformas är idag inte helt fastställt. En visionsbild har däremot tagits fram för området och visas i Figur 18.



Figur 18: Visionsarbete för utredningsområdet. Källa: Förstudierapport Sportcentrum Torpagärdet genomförd av Kultur- och fritidsförvaltningen, 2017.

Vid vidare beräkning av exploateringen av utredningsområdet kommer antaganden göras för ökning av exploatering inom delavrinningsområdena med öka andel av tak och asfalt på befintliga gräsytor och ängsmark.

Tabell 3: Antagen exploatering på respektive delområde inom utredningsområdet.

Antagen exploatering för vidare beräkning	
Delområde	
A1	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.
A2	Efter exploatering antas området utgöras av tak på alla gräsytor
B	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.
C	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.
D	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.
E	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga ängsmark.
F	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak på befintliga gräsytor
G	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.
H	Efter exploatering antas området utgöras av 50% tak och 25 % asfalt på befintliga gräsytor.

Genom att beräkna flöden, fördröjning och rening med en hög hårdgörandegrad (ett så kallat värsta-fall-scenario) kan utredningen ta i tak för hur mycket volym och ytanspråk som detaljplanen behöver avsätta för dagvattenhanteringen.

3.8 Flödesberäkningar

De dimensionerande flödena vid ett 10-årsregn och 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 i StormTac till största delen använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning presenteras för respektive delområde i Tabell 4 till Tabell 11 nedan. Fet markerade areor i tabellerna är areor där markanvändningens storlek förändras.

Tabell 4: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde A1 och A2.

Delområde A1 och A2 -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha_{red}]
A1	4,56	Tak	0,9	0,39	1,09	2,62
		Konstgräs	0,1	0,94	0,97	
		Asfalt	0,8	0,87	1,22	
		GC-bana	0,8	0,14	0,14	
		Parkering	0,8	0,11	0,11	
		Grus	0,4	0,02	0,02	
		Väg1(ÅDT 0)	0,8	0,15	0,15	
		Väg4 (ÅDT 5000)	0,8	0,22	0,22	
		Gräs	0,1	1,69	0,64	
A2	0,19	GC-Bana	0,8	0,01	0,01	0,16
		Väg4 (ÅDT 5000)	0,8	0,11	0,11	
		Gräs	0,1	0,07	0,07	

Tabell 5: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde B.

Delområde B -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha_{red}]
B	15,9	Tak	0,9	2,77	5,53	10,30
		Konstgräs	0,1	0,82	0,82	
		Asfalt	0,8	2,07	3,45	
		GC-bana	0,8	0,59	0,59	
		Parkering	0,8	1,04	1,04	
		Berg i dagen	0,75	0,22	0,22	
		Ängsmark	0,1	1,20	1,20	
		Väg4 (ÅDT 5000)	0,8	0,83	0,83	
		Gräs	0,1	6,37	2,22	

Tabell 6: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde C.

Delområde C -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
C	4,5	Tak	0,9	0	0,97	1,85
		Asfalt	0,8	0	0,49	
		GC-bana	0,8	0,17	0,17	
		Parkering	0,8	0,02	0,02	
		Grus	0,4	0,38	0,38	
		Ängsmark	0,1	1,92	1,92	
		Väg1 (ÅDT 0)	0,8	0,05	0,05	
		Gräs	0,1	1,94	0,49	

Tabell 7: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde D.

Delområde D -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
D	1,0	Tak	0,9	0	0,20	0,41
		Asfalt	0,8	0	0,10	
		Väg 1 (ÅDT 0)	0,8	0,10	0,10	
		Ängsmark	0,1	0,53	0,53	
		Gräs	0,1	0,40	0,10	

Tabell 8: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde E.

Delområde E -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
E	0,7	GC-bana	0,8	0,01	0,01	0,22
		Ängsmark	0,1	0,15	0,04	
		Väg1 (ÅDT 0)	0,8	0,08	0,08	
		Skogsmark	0,1	0,27	0,27	
		Gräs	0,1	0,17	0,17	
		Tak	0,9	0	0,07	
		Asfalt	0,8	0	0,04	

Tabell 9: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde F.

Delområde F -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
F	0,4	Tak	0,9	0	0,18	0,18
		Gräs	0,1	0,35	0,18	

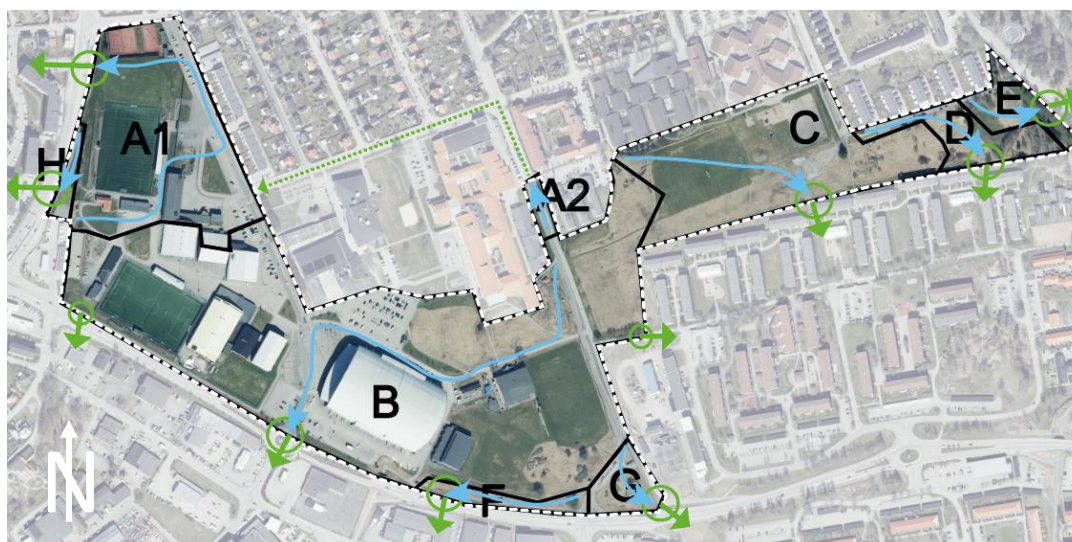
Tabell 10: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde G.

Delområde G -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
G	0,6	Tak	0,9	0,01	0,19	0,43
		Asfalt	0,8	0,04	0,13	
		Väg4 (ÅDT 5000)	0,8	0,18	0,18	
		Gräs	0,1	0,37	0,09	

Tabell 11: Markanvändning före och efter exploateringen inom med avrinningskoefficienter och areor för delområde H.

Delområde H -Markanvändning före och efter exploatering						
<i>Delområde</i>	Yta [ha]	Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
H	0,7	Tak	0,9	0	0,10	0,22
		Asfalt	0,8	0	0,05	
		GC-Bana	0,8	0,05	0,05	
		Parkering	0,8	0,05	0,05	
		Gräs	0,1	0,20	0,05	

Klimatfaktor har satts till 1 före exploatering och 1,25 efter exploatering. Rinntiden har varierat för varje delområde mellan 10 min upp till 30 min för olika delområden. Flödena är beräknade efter rinntiden till respektive utlopp/beräkningspunkter för varje enskilda delområde. Rinnvägen som används för varje delområde finns redovisad enligt Figur 19.



Figur 19: Antagna rinnsträckor för beräkning av rintider för respektive delområde.

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 12 bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen. Fet markerade flöden i tabellerna är flöden vid 10 och 20 års regn före och efter med klimatfaktor och är dimensionerande.

Tabell 12: Sammanställning av dimensionerande flöden för samtliga delområden före, efter och efter exploatering med klimatfaktor 1,25 för dimensionerande regn och 1,2 för skyfall.

Flöden före och efter exploatering						
Delområde	Yta [ha]	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]
A1	4,56	10	328	475	599	271
		20	412	596	751	340
		100	702	1015	1232	530
A2	0,19	10	23	35	44	21
		20	29	44	56	27
		100	49	76	91	42
B	15,9	10	933	1349	1686	754
		20	1168	1689	2111	943
		100	1986	2874	3449	1462
C	4,5	10	85	422	527	442
		20	106	531	664	557
		100	181	905	1086	904
D	1,0	10	23	54	67	44
		20	29	67	84	55
		100	49	114	137	88

Delområde	Yta [ha]	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]
E	0,7	10	24	50	63	38
		20	30	63	79	48
		100	52	107	129	77
F	0,4	10	4	20	25	21
		20	5	25	32	27
		100	9	43	52	43
G	0,6	10	39	98	122	83
		20	49	123	154	105
		100	83	210	252	169
H	0,7	10	13	50	62	49
		20	17	63	78	62
		100	28	107	128	100

Enligt beräkningarna kommer flödena öka inom alla delområden inom utredningsområdet efter exploatering även utan klimatfaktor. Alla delområden behöver därför någon slags dagvattenhantering för att bromsa dessa ökade flöden till utloppspunkterna.

3.9 Dimensionerande utjämningsvolym

Förändringen av markanvändning medför en ökad dagvattenbildning och ett högre dagvattenflöde jämfört med den befintliga situationen. De dimensionerande utjämningsvolymerna för 10-årsregn och 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 utjämningsvolym för de olika delområdena enligt Tabell 13.

Tabell 13: Erforderlig magasinvolym beräknad med klimatfaktor 1,25 och återkomsttid på 10 år och 20 år samt magasinvolym vid skyfall vid 100 års regn.

Fördröjningsvolym							
Delområde	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]
A1	4,56	15	15	2,62	10	96	150
					20	105	267
					100	179	407
A2	0,19	10	10	0,16	10	96	13
					20	121	16
					100	205	25
B	15,9	25	25	10,33	10	61	990
					20	75	1241

					100	129	1894
C	4,5	30	10	1,85	10	31	362
					20	38	453
					100	66	714
D	1,0	25	25	0,41	10	38	63
					20	47	78
					100	80	142
E	0,7	15	10	0,23	10	70	26
					20	87	33
					100	151	50
F	0,4	30	30	0,18	10	15	46
					20	19	57
					100	34	88
G	0,6	15	10	0,43	10	61	55
					20	76	69
					100	129	108
H	0,7	25	10	0,22	10	40	38
					20	52	46
					100	335	74

Vid beräkning av specifik avtappning har befintliga flöden vid ett 20-års regn används vid magasinering för 20års regn och 100års regn för varje delområde.

Dessa magasinvolymerna behöver i sin tur jämföras med dagvattenanläggningarnas magasinvolym för att uppnå tillfredställande rening enligt kapitel 3.9. De volymer som är störst blir därmed de dimensionerande för respektive delområde.

3.10 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden hämtats från databasen StormTac v.2022.10.27. Föroreningsberäkning är gjord för ett 10-års regn. Studerade ämnen är främst de som angetts som problematiska för recipienten.

Vid föroreningsberäkningarna har rening i olika dagvattenanläggningar används för olika delområden och antagits efter vad som verkar rimligt med tanke på förutsättningar för kommande exploatering, se tidigare Tabell 4 till Tabell 11. Vilken rening- och fördröjningsanläggning som används i StormTac redovisas enligt

Tabell 14.

Enligt beställaren finns det dagvattenkassetter söder om Vänersborgs arena inom delområde B under parkeringsplatsen. Kapaciteten på denna har inte kunnat fastställas och vidare i föroreningsberäkningarna är denna åtgärd inlagd som en av åtgärderna inom delområde B.

Tabell 14: Antagna rening- och fördröjningsanläggningar för dagvattenhantering inom respektive delområde.

Antagen rening- och fördröjningsanläggning			
A1	Regnbädd		E Regnbädd
A2	Regnbädd		F Krossdike
B	Regnbädd och befintliga dagvattenkassetter har uppskattats och inkluderats		G Krossdike
C	Krossdike		H Krossdike
D	Regnbädd		

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 för samtliga delområden med avseende på föroreningshalter och föroreningsmängder visas i Tabell 15 och Tabell 16.

Röd text på tabellvärden i kommande tabeller betyder att föroreningsbelastningen ökar i jämförelse med riktvärden för föroreningshalter och med befintliga förhållanden för föroreningsmängder.

Tabell 15: 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	89	74	33
Kväve [N]	µg/l	1300	1500	1600	1200
Bly [Pb]	µg/l	28	5.1	5.5	1.1
Koppar [Cu]	µg/l	10	15	17	6.6
Zink [Zn]	µg/l	30	45	53	11
Kadmium [Cd]	µg/l	0.90	0.29	0.39	0,059
Krom [Cr]	µg/l	7.0	6.6	8.4	2.6
Nickel [Ni]	µg/l	68	3.6	4.1	1.1
Kvicksilver [Hg]	µg/l	0,070	0,026	0,025	0,0100
Suspenderad substans [SS]	µg/l	25 000	27 000	25 000	8600
Olja	mg/l	500	350	330	76
Benzo(a)pyren [BaP]	µg/l	0,027	0,020	0,020	0,0043
Bensen [BenZ]	µg/l	50	0.64	0.52	0.26
Pentaklorfenol [PCP]	µg/l	0,014	0.45	0.53	0,072
Tributyltenn [TBT]	µg/l	0,0015	0,0016	0,0017	0,00087
Arsenik [As]	µg/l	16	2.1	2.4	1.1
Totalt organsikt kol [TOC]	µg/l	12 000	11 000	11 000	4400

Efter föreslagen rening i krossdiken, regnbäddar och dagvattenkassetter minskar alla föroreningshalter förutom för PCP till värden under riktvärdena för hela utredningsområdet. Förutom för PCP för delområdet A2 minskar fosfor (P) och koppar (Cu) efter rening mot befintliga föroreningshalter men ej under riktvärdena. För de större delområdena A1 och B minskar koppar (Cu) efter rening mot befintliga föroreningshalter men ej under riktvärdena. Kvicksilver som har undantag/mindre strängt krav enligt VISS ökar något i förhållande till före exploatering med ligger ändå under riktvärdet.

Tabell 16: 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	12	13	5.7
Kväve [N]	kg/år	200	280	200
Bly [Pb]	kg/år	0.69	0.95	0.20
Koppar [Cu]	kg/år	2.0	3.0	1.1
Zink [Zn]	kg/år	6.0	9.3	1.9
Kadmium [Cd]	kg/år	0,039	0,067	0,010
Krom [Cr]	kg/år	0.89	1.5	0.45
Nickel [Ni]	kg/år	0.49	0.72	0.18
Kvicksilver [Hg]	kg/år	0,0036	0,0044	0,0017
Suspenderad substans [SS]	kg/år	3700	4400	1500
Olja	kg/år	47	58	13
Benso(a)pyren [BaP]	kg/år	0,0027	0,0035	0,00075
Bensen [BenZ]	kg/år	0,086	0,090	0,046
Pentaklorfenol [PCP]	kg/år	0,061	0,092	0,012
Tributyltenn [TBT]	kg/år	0,00022	0,00030	0,00015
Arsenik [As]	kg/år	0.29	0.42	0.19
Totalt organsikt kol [TOC]	kg/år	1400	2000	760

Föroreningsmängderna ökar för samtliga föroreningar efter exploatering men minskar efter rening i dagvattenanläggningarna under värden för befintliga förhållanden.

Tabell 17 redovisar dagvattenanläggningar för respektive delområde som används i programmet StormTac. Fördröjningsvolymerna med tillhörande ytanspråk samt en jämförelse med beräknade fördröjningsvolymerna enligt Tabell 13 finns även redovisade för jämförelse. Den volym som är störst för respektive delområde är även den volym som behöver fördröjas, dessa har markerats med gröna celler i tabellen. Totalt behövs minst 2 857 m³ fördröjas, med ett ytanspråk på minst 3 709 m² på och under mark vid dimensionerande regn. Värt att tillägga att de befintliga dagvattenkassetterna under mark inom delområde B redan idag troligtvis tar en del av denna volym och ytanspråk idag men kommer att behöva mätas in, för att fastställa hur mycket som kan räknas bort.

Tabell 17: Fördröjningsvolym och ytanspråk enligt reningsanläggning i StormTac samt vid beräkning.

Sammanställning av dagvattenanläggningar och fördröjningsvolym					
Delområde	Dagvattenanläggning	Ytanspråk [m ²]	Fördröjningsvolym enligt StormTac [m ³]	Fördröjningsvolym enligt beräkningar vid 20-års regn (Tabell 13) [m ³]	Fördröjningsvolym enligt beräkningar vid 10-års regn (Tabell 13) [m ³]
A1	Regnbädd	520	390	267	150
A2	Regnbädd	40	25	16	13
B	Regnbädd	510	100	1241	990
	Dagvattenkassetter	750	1500		
C	Krossdike	1100	490	453	362
D	Regnbädd	180	120	78	63
E	Regnbädd	69	45	33	26
F	Krossdike	140	62	57	46
G	Krossdike	260	76	69	55
H	Krossdike	140	49	46	38
		Totalt: 3 709	Totalt: 2 857	Totalt: 2 260	Totalt: 1 743

3.11 Slutsats föroreningsbelastning

Med föreslagna rening- och fördröjningsanläggningar anses utredningsområdet med fördel kunna exploateras. Genom att tidigt planera för god rening och fördröjning kan området minska befintlig belastning för recipienten med avseende på föroreningsmängder och föroreningshalter förutom från ämnet PCP där föroreningshalten minskar från befintliga värden på 0,45 µg/l till 0,072 µg/l efter rening vilket fortfarande är något förhöjt i förhållanden till riktvärdet på 0,014 µg/l. 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 efter valda riktvärden från Göteborgs stad anses dessa också kunna renas i föreslagna dagvattenanläggningar och eventuellt bidra med mindre belastning än vid befintliga förhållanden idag.

3.12 Kända föroreningar och föroreningsrisker

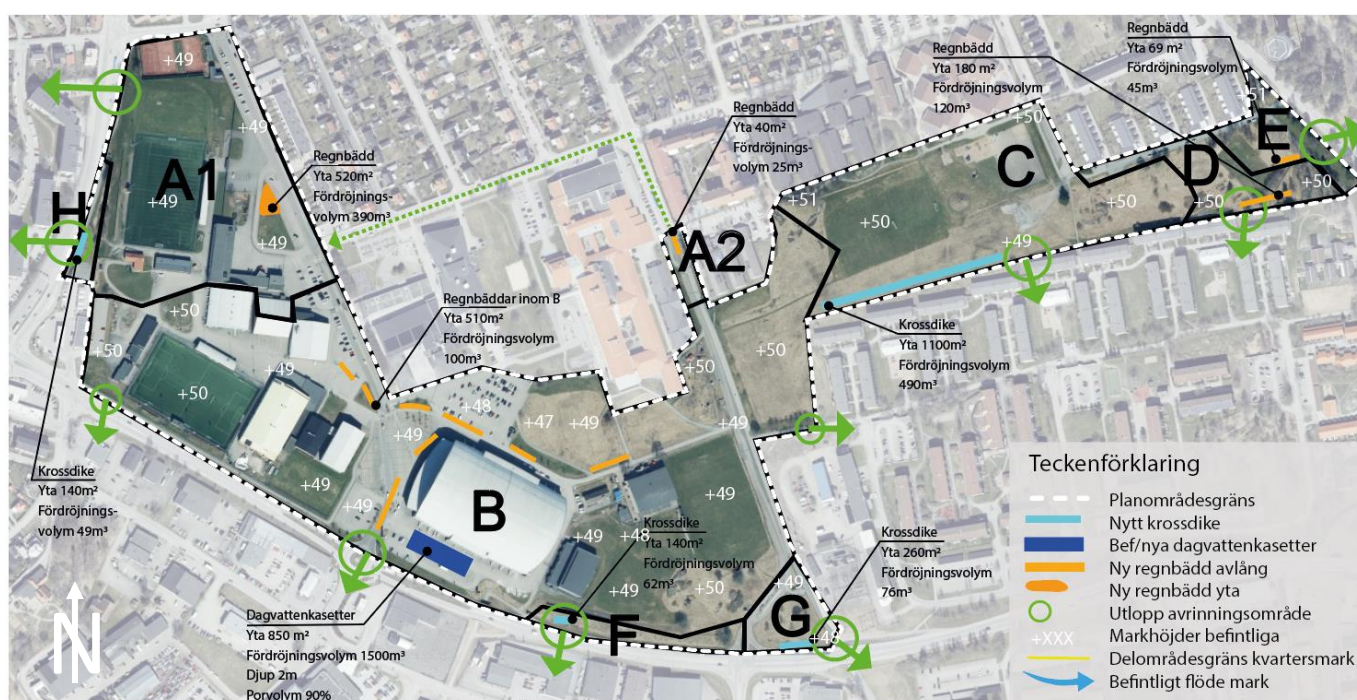
Området anses inte ha risk för olyckor med farligt gods eller liknande risker som kan påverka dricksvattentäkt eller liknande.

Historiskt har utredningsområdet under 60-talet till störst del utgjorts av åkermark och en fotbollsplan i nordväst. Risken att farliga föroreningar historiskt sett finns i marken från tidigare verksamheter anses låg.

4 Lösningförslag för dagvattenhantering

4.1 Generella förutsättningar och förslag till lösningar

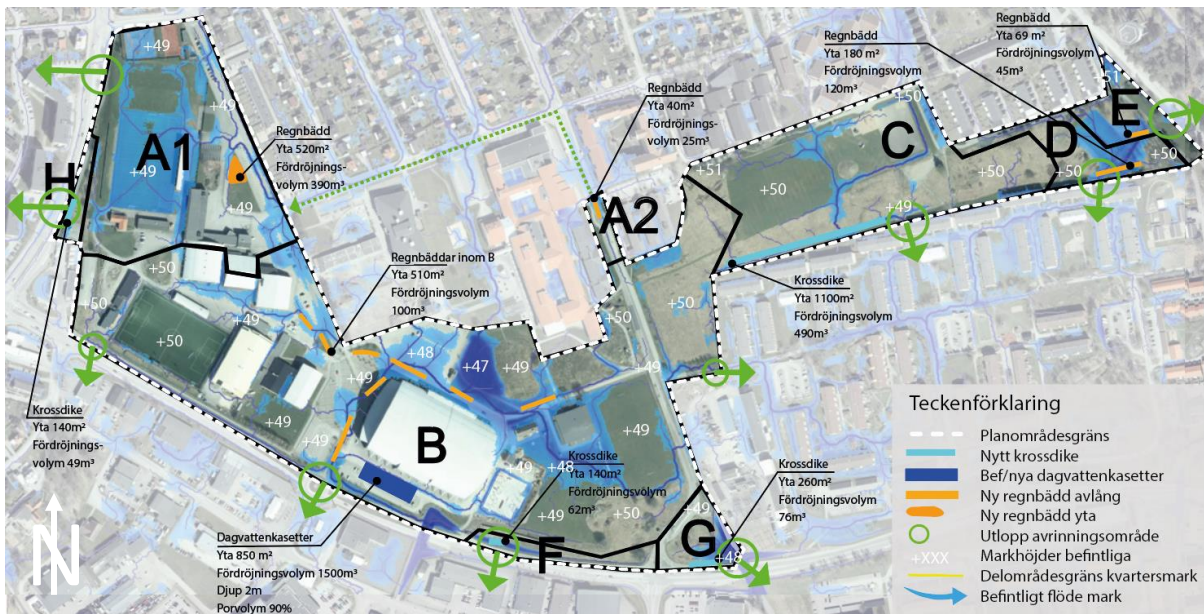
Dagvattenhanteringen inom de olika delområdena föreslås utformas som ett trögt system med lokal fördröjning som ansluts till respektive befintligt dagvattensystem inom respektive delområde genom dagvattenanläggningar som regnbäddar, krossdiken och dagvattenkassetter. Dagvatten- och skyfallslösningarna presenteras på planskissen i Figur 20. Marken runt byggnaderna bör generellt luta mot de föreslagna dagvattenanläggningarna med ca 2–5 %. Föreslagna lösningar är vidare beskrivna i nedanstående avsnitt för respektive delområden. Lösningförslagen och uppbyggnaderna av anläggningarna är i grovt uppskattade och kommer att behövas detaljprojekteras vidare.



Figur 20: Lösningförslag för dagvatten inom utredningsområdet.

Genom att prioritera öppna dagvattenlösningar som bidrar med gröna områden då anläggningarna står torra, bidrar anläggningarna med ökade rekreativsområden där områden idag mest utgörs av asfalt och tak. Krossdiken kan även anläggas med gräs på markytan om så önskas. Att spara grönytor och anlägga grönytor där idag finns en hög hårdgörandegrad ökar förutsättningen för biologisk mångfald för insekter och djur, vilket kommunen önskar.

I filtermaterialet och makadammet i dagvattenanläggningarna för regnbädd och krossdiken har en porvolym på 30% beräknats. Marken inom delområdena bör luta så dagvattnet rinner direkt till dagvattenanläggningarna. Dagvattenanläggningarna har placerats strategiskt efter de befintliga rinnvägarna som finns inom delområdena vid skyfall, för ta vara på den naturliga marklutningen som finns inom respektive delområden, se Figur 21.



Figur 21: Strategisk placering av dagvattenanläggningar i förhållande till marklutning vid befintliga förhållanden.

Idag finns befintliga dagvattenledningar med rännstensbrunnar 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.

Delområden A1

Delområde A1 föreslås rena och fördröja dagvattnet i regnbädd inom befintlig gräsyta vid Brättevägen. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 520m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 390m³. Gräsytan vid Brättevägen har en idag en total area på ca 1350m². Anläggningen som används i beräkningen är 1,4m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m.

Delområden A2

Dagvattnet inom delområde A2 föreslås renas och fördröjas i regnbädd i norr till befintligt ledningssystem vidare mot delområde A1. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 40m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 25 m³. Anläggningen som används i beräkningen är 1,15 m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m.

Delområden B

Delområde B föreslås rena och fördröja dagvattnet i regnbädd lägst med Vänersborgs arenas norra och västra fasad samt en bit upp vid Brättevägen. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 510m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 100m³. Regnbädden enligt Figur 20 kan exempelvis vara 250m lång och 2m bred eller 167m lång och 3 m bred. Ytanspråket kan för anläggningen vara överskattad då flödet från hela delområde B i programmet StormTac kommer in i regnbädden i ett samlat inlopp med ett flöde på 1200 l/s vilket inte är sant i verkligheten. Flödet rinner troligtvis in i regnbäddarna från olika håll vilket gör att fördröjningsvolymen på 100 m³ bör ses som den väsentliga volymen vid dimensionering för rening.

Anläggningen som används i beräkningen är 1,35 m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m. Idag finns även befintliga dagvattenkassetter vid Arenans södra fasad under parkeringen. Storleken på denna är okänd och vid beräkning av rening och fördröjning har därför ett underjordiskt magasin används som för rening och fördröjning rymmer 1500m³. Om det befintliga systemet med dagvattenkassetter är 850m² med ett djup på 2m bör denna volym kunna rymmas. Det tåls att tillägga att dagvattenkassetter främst anses vara en fördröjningsåtgärd framför rening. Finns det oljeavskiljare eller filterbrunnar i anslutning till dagvattenkassetterna ökar reningsgraden. Dessa bör därför kartläggas vidare och inkluderas i delområdets befintliga förmåga att rena och fördröja dagvattnet.

Delområden C

Delområde C föreslås rena och fördröja dagvattnet i krossdike i söder. Ytanspråket enligt Stormtac är för anläggningen 1 100m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 490m³. Anläggningen som används i beräkningen är 0,9 m djup från överkant till vattengång. Krossdiket kan exempelvis utformas 3 m bred med en längd på 367m.

Delområden D

Dagvattnet inom delområde D föreslås renas och fördröjas i regnbädd i söder till befintligt ledningssystem mot bostadsbebyggelsen. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 180m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 120 m³. Anläggningen som används i beräkningen är 1,2 m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m.

Delområden E

Dagvattnet inom delområde E föreslås renas och fördröjas i regnbädd i söder till befintligt ledningssystem mot öst. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 69m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 45 m³. Anläggningen som används i beräkningen är 1,15 m djup från överkant till vattengång. Det fria djupet där porvolymen är 100 % från överkant/marknivå till början på filtermaterialet är 0,4m.

Delområde F

Delområde F föreslås rena och fördröja dagvattnet i krossdike i söder. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 140 m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 62m³. Anläggningen som används i beräkningen är 0,85 m djup från överkant till vattengång. Krossdiket kan exempelvis utformas 3 m bred med en längd på 47m.

Delområden G

Delområde G föreslås rena och fördröja dagvattnet i krossdike i söder. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 260 m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 76 m³. Anläggningen som används i beräkningen är 0,65 m djup från överkant till vattengång. Krossdiket kan exempelvis utformas 3 m bred med en längd på 87 m.

Delområden H

Delområde H föreslås rena och fördröja dagvattnet i krossdike i väst. Ytanspråket enligt StormTac är för anläggningen 140 m² med en fördröjningsvolym för rening på minst 49 m³. Anläggningen som används i beräkningen är 0,65 m djup från överkant till vattengång. Krossdiket kan exempelvis utformas 3 m bred med en längd på 47 m.

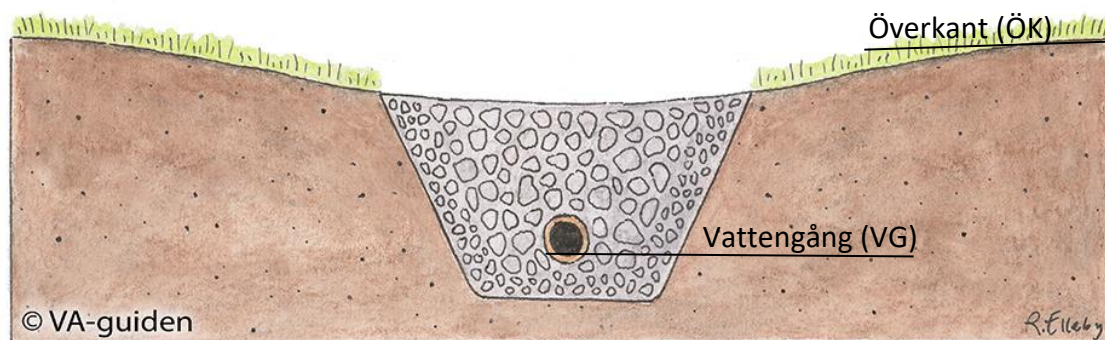
4.2 Dagvattenanläggningar

Även om målet med alla dagvattenanläggningarna är att rena och fördröja dagvatten är den tekniska utformningen väldigt olika. Dagvattenanläggningar kan vara öppna eller under mark. Ge infiltrationsmöjligheter eller byggas täta för att separera dagvattnet mot eventuella föroreningar som finns i marken idag. Här kommer lite övrig information om krossdiken, regnbäddar, dagvattenkassetter och skelettjordar som kan ses som ett alternativ till regnbädd vid anläggning i gaturum i denna utredning.

4.2.1 Krossdike

Makadamdiken eller krossdiken kan rena och fördröja dagvatten under marken via sedimentation i makadammet, se Figur 22. Dessa har oftast ett dräneringsrör i botten som ansluts till dagvattensystemet inom området. Beroende på markförhållandena kan dikesbotten tillåtas vara öppen eller tät för tillåten eller otillåten infiltration. I detta fall kan dikesbotten tillåtas vara öppna då marken eller recipienten inte anses vara känsliga för exploatering av flerfamiljhusområde. Ytan av krossdiket kan även bekläs med annat genomsläppligt material som exempelvis gräs.

Infiltrationsytan bör kontrolleras för att förebygga igensättning genom ogräsrensning och renhållning. Detta bör ske kontinuerligt och regelbundet. Om föroreningsbelastningen är hög bör makadammet ersättas efter en tid. Föroreningsbelastningen från exploateringen inom utredningsområdet anses däremot inte som hög. Djupet på krossdikena som använts i beräkningarna är mellan 0,8 - 1,1m från överkant (ÖK) till vattengång (VG) i dräneringsledningen.



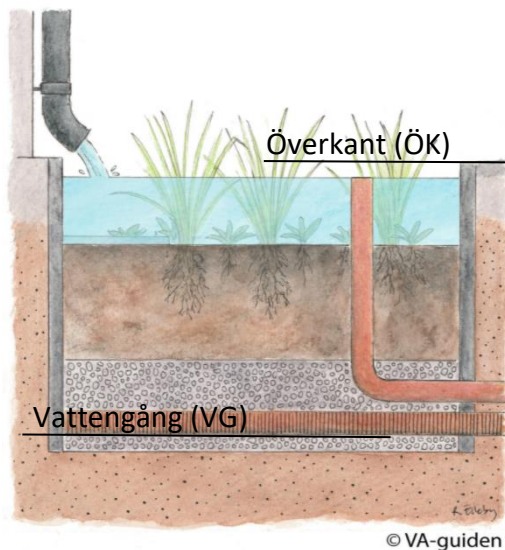
Figur 22: Krossdike. Bildkälla: VA-Guiden. Hämtad 2023-02-16.

4.2.2 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 magasinvolym 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 23 av en regnbädd vid byggnad. På större last- och parkeringsytor bör dagvattenhanteringen med fördel kompletteras med oljeavskiljare. Växtbäddarna kan även förses med icke-gödslad biokol för att öka reningseffektiviteten i regnbäddarna om det anses önskvärt.

Vi 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 mellan 1,1 - 1,4 m



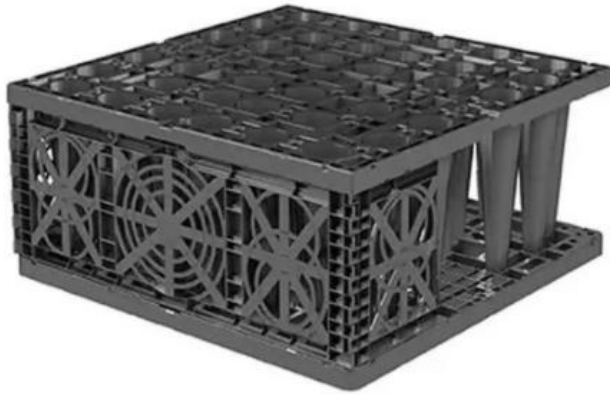
Figur 23: Regnbäddar/Biofilteranläggning. Bildkälla: VA-Guiden. Hämtad 2023-02-16.

4.2.3 Dagvattenkassetter

När det inte finns tillräckligt med utrymme för öppna fördröjningsmagasin kan underjordiska magasin anläggas till exempel inom parkeringsytor. Det finns flera olika sorter fördröjningsmagasin under marken och dessa kan även göras täta vid exempelvis föroreningar i mark eller om grundvattennivån inte är känd. Om underjordiska fördröjningsmagasin anläggs otäta och grundvattennivån är över magasinets botten kan inte hela volymen i fördröjningsmagasinet utnyttjas till magasineringen av tillkommande regn. Vilken sort fördröjningsmagasin som anläggs bör också anpassas efter den last som belastar anläggningen ovan mark för att minimera risk för risken att fördröjningsmagasinet går sönder och då inte fyller sin funktion.

Dagvattenkassetter är en platsbesparande lösning för infiltration av dagvatten och anläggs under mark. I dagvattenkassetter sker rening genom sedimentation och bör därför spolas rent regelbundet med några års mellanrum. Porvolymen (Hållrummet för vattnet) brukar beräknas på ca 95 % och jämfört med andra traditionella anläggningar med makadam sparar det mer än 2/3 av ytbehovet. och livslängden är på minst 50år. Dagvattenkassetter kommer att behöva omslutas av en geotextilduk för att hålla smuts och jord utanför magasinet. Om smuts och jord tränger in sätts magasinet igen och fördröjningsvolymen minskar.

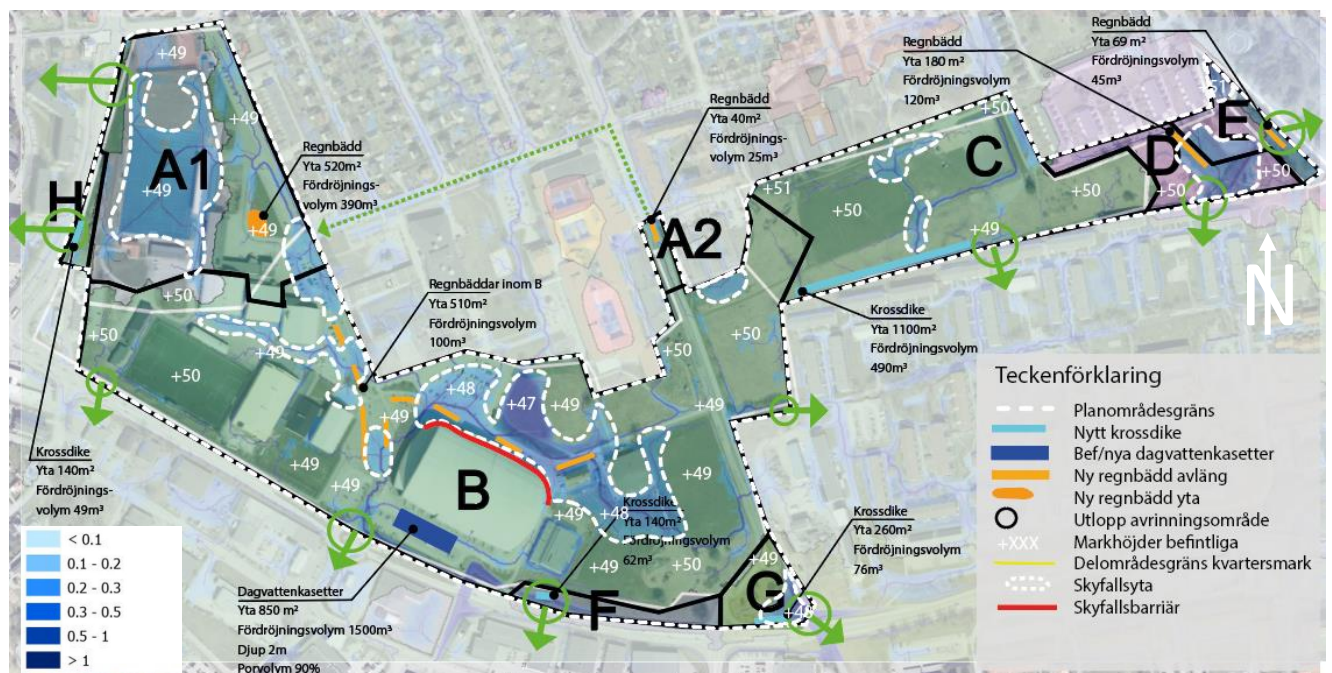
Dagvattenkassetter är lämpliga för mindre och medelstora fördröjningsvolym. Till större fördröjningsvolym kan rörmagasin vara ett lämpligt alternativ för att monteringen inte ska bli lika omfattande.



Figur 24: Dagvattenkassett. Källa Uponor. Hämtad 2023-03-01.

4.3 Skyfallshantering vid 100-årsregn

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. Ett flertal skyfallsytor har markerats enligt Figur 25. Underliggande karta är hämtad från Scalgo live där olika avrinningsområden är markerad med olika färger i figuren. Större delar av utredningsområdet tillhör samma avrinningsområde (grön) och andra i mindre avrinningsområden (lila) vilket kan ses i figuren.



Figur 25: Skyfallshantering med skyfallsytor och flödesvägar. Vattendjupet beskrivs i teckenförklaringen längst ned i högra hörnet i enheten meter. Källa: Scalgo Live, hämtad 2022-12-06.

Dessa ytor rekommenderas vidare analys senare i projektet då vatten kommer att fortsätta att ansamlas även efter exploatering. Större skyfallsvägar som finns i figuren bör inte blockeras i bästa möjliga mån. Om barriärer skapas efter exploateringen som byggnader, högre vägkanter eller murar bör detta vidare analyseras för att fastställa att fördröjningsvolymen inte medför risk för hälsa och liv eller materiella skador på närliggande områden.

Vattendjupet vid befintliga vägar anses inte vara någon skada för att räddningsfordons framkomlighet skall kunna passera inom området. De vägytor som idag översvämmas anses därför i viss mån lämpliga för vattenansamling vid översvämning, så länge framkomligheten för räddningsfordon inte blockeras med ett vattendjup över 0,2 - 0,3 m. I den större skyfallsytan mellan delområde D och E uppmättes ett vattendjup upp till 1m i ett befintligt dike. Det flackare området inom samma skyfallsyta i norr uppmättes till ett djup på 0,3 m som högst. Vattendjupet på den djupare delen av skyfallsytan inom område B uppmättes till 1 m och på vägen 0,3m mot Vänersborgs arena. Alla tre sidobyggnaden vid Vänersborgs arena i söder är idag helt omringad av skyfallsvatten upp till ett djup på 0,3m. Vilket innebär en ökad risk för materiella skador för byggnaderna vid skyfall. Inom delområde A1 finns idag en fotbollsplan som fungerar som en skyfallsyta och rekommenderas att användas som sådan i framtiden för att avlasta nedströms områden från större vattenansamlingar.

För att skydda befintliga byggnader vid stående vatten mot faser vid skyfall kan exempelvis skyfallsbarriärer som murar eller högre kantsten anläggas mot fasader. Ett exempel på detta visas i Figur 25 för norra fasaden för Vänersborgs sportcentrum.

5 Referenser

- Riktlinjer för dagvattenhantering, Vänersborgs kommun, 2008.
- SCALGO Live, Scalgo Live Flood Risk, Danmark. Hämtat 2022-11-12.
- SGU, 2021. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, Hämtat 2023-02-16.
- Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.
- VA-guiden, anläggningswiki, Hämtat 2023-02-12.



Bilderna visar barriär mellan fotbollsplan och Edsvägen. Barriären är en upphöjd mark längs med Edsvägen och fotbollsplanen.



Bilderna visar området framför Arena Vänersborg med parkeringar och gräsytor.



Parkering framför Arena Vänersborg mot söder. Refugen mitt på parkeringen delar av vattnet och mot arenans fasad finns en ränna där dagvattnet rinner ner till befintliga dagvattenkassetter.



Bilden till vänster visar Tunnel under Edsvägen som idag är utloppet för nästan hela utredningsområdet. Höger bild visar södra fasad av Frigghallen med grönområde mot Edsvägen.



Bilderna visar barriärer med sluttande gräsytor upp mot bilväg.



Höger bild visar gångväg med kringliggande grönområde och fotbollsplan. Vänster bild visar teknikområde med utomhusbana.



Höger bild visar grönområde vid norra delar av Torpavägen inom utredningsområdet. Vänster bild visar utloppspunkt för utredningsområdets östra delar till bostadsområde. Utloppet går igenom ett staket.



Höger bild visar gångväg med rännstensbrunn strax utanför utredningsområdet inom skolområdet. Vänster bild visar inlopp för skyfallsvatten mot utredningsområdet.



Grönområden och skyfallsytor norr om Arena Vänersborg.



Grönområden och skyfallsytor norr om Arena Vänersborg.



Höger bild visar mindre mur framför Arena Vänersborgs västra fasad. Vänster bild visar grönområde och trädplantering framför samma fasad.



Bilderna visar asfalterade ytor och parkeringar med avrinning mot rännstensbrunnar i lågpunkt.

BILAGA 2 - Lösningsförslag dagvattenhantering

