



Foto: Uppdragsbeskrivning, 2022

Vänersborgs kommun

Dagvatten- och skyfallsutredning inför detaljplan, Grunnebo Södra

Göteborg 2022-09-29

RAPPORT

Dagvattenutredning – Grunnebo Södra, Vänersborgs kommun

PM

2022-09-29

KONSULT/ KONTAKT

Ramboll Sweden AB

Vädursgatan 6

Box 5443

402 27 Göteborg

www.ramboll.se

Uppdragsledare

Nick Gohblit, +46 10 615 32 26, nick.gohblit@ramboll.se

Handläggare

Vibeke Johansson +46 76 017 47 35, vibeke.johansson@ramboll.se

Kvalitetsgranskare

Linda Morén, 010-615 33 98, linda.moren@ramboll.se

BESTÄLLANDE KONTAKT

Freddie Carlson | Planhandläggare

Vänersborgs kommun, Miljö- och byggnadsförvaltningen

Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	Inledning	5
2.1	Uppdrag	5
2.2	Avgränsningar	5
2.3	Underlag och tidigare utredningar	7
2.3.1	Miljöteknisk markundersökning av DeKa Enviro AB	7
3	Dagvattenpolicy och dagvattenstrategi	8
4	Områdesbeskrivning och förutsättningar	9
4.1	Befintlig markanvändning	10
4.2	Framtida markanvändning	10
4.3	Förutsättningar	11
4.3.1	Topografi	11
4.3.2	Avrinningsområden och avvattningsvägar	11
4.3.3	Geologi och grundvattenförhållanden	13
4.3.4	Översvämningsrisk från närliggande ytvatten	15
4.4	Övrig ledningsbunden infrastruktur	15
4.5	Recipient	15
4.6	Vattenskyddsområde	16
4.7	Föroreningar i mark- och grundvatten	16
4.8	Markavvattningsföretag och vattendomar	16
5	Befintlig skyfallssituation	17
6	Flödesberäkningar	19
6.1	Befintlig situation	20
6.2	Planerad situation	20
7	Fördröjningsbehov och magasinvolym	22
8	Föroreningsberäkningar	23
9	Föreslagna åtgärder för dagvattenhantering	25
9.1	Area 1	26
9.2	Area 2 och 3	28
9.3	Area 4	29
9.4	Total föroreningsbelastning efter rening	30
9.5	Rekommenderade åtgärder	30
9.5.1	Makadamdike	30
9.5.2	Dagvattendamm	31
9.5.3	Växtbädd/Regnbädd/Infiltrationsyta	32
9.5.4	Våtmark	33
9.5.5	Oljeavskiljare	34
9.6	Övriga förslag, tillägg och kompletterande lösningar	34
9.6.1	Bortvalda lösningar	35
9.6.2	Utbyggnad av ledningsnät	35
10	Skyfallssituation efter exploatering	37
11	Slutsats och rekommendationer	38
12	Referenser	39

1 Sammanfattning

Den här utredningen har tagits fram för att undersöka dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbete för Grunnebo Södra, Vänersborgs kommun. Detaljplanearbetet är fortfarande i ett tidigt stadie men omfattar byggnation av industri- och verksamhetsmark på befintligt skogsområde.

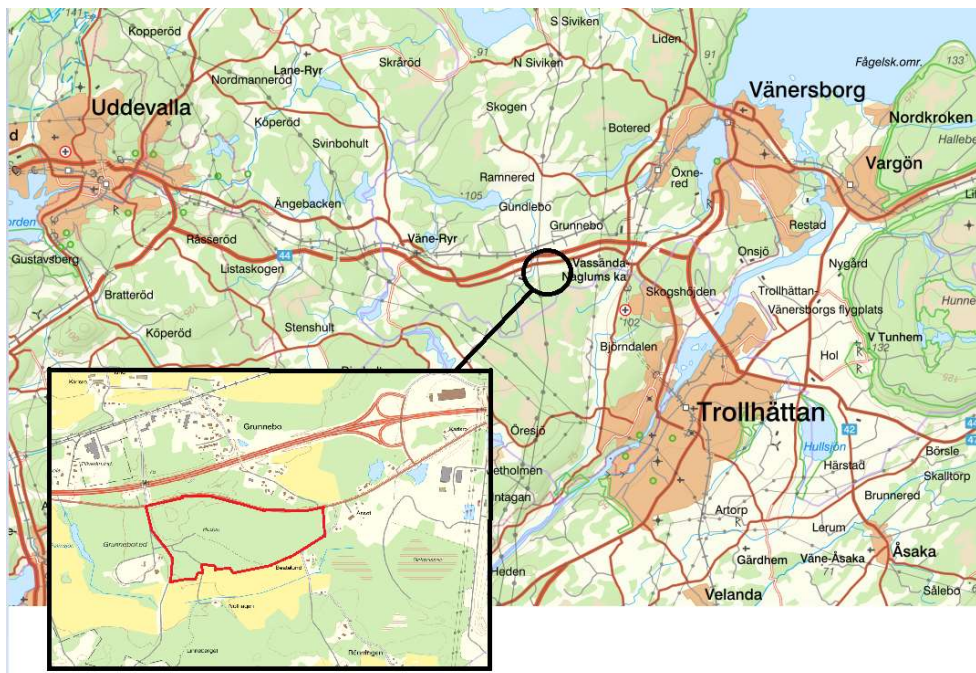
Planområdets dagvatten hanteras idag genom dels infiltration, dels genom bortledning i diken, både söder ut och norr ut. Vidare leds det till Gundleboån och sedan recipienten Bäveån. Enligt föroreningsberäkningar utförda med hjälp av StormTac fordras reningsåtgärder på kvartersmarken för att uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN). Beträffande fördröjningen på kvartersmarken erfordras en fördröjningsvolym på 2129 m³ för att bibehålla nuvarande flödesbelastning ut ifrån området.

Då allmänna dagvattenledningar saknas i området har dagvattenförslaget utarbetats för att samla kvartersmarkens dagvatten och fortsätta använda samma avrinningsvägar efter exploateringen, men med fördröjnings- och reningsåtgärder. Öppna dagvattenlösningar förespråkas då de nuvarande avrinningsvägarna utgörs av öppna diken. De dagvattenanläggningar som utredningen rekommenderar för kvartersmarken är att inom de olika delområdena anlägga nya makadamdiken som leder vattnet till en damm eller våtmark för vidare rening. I tillägg till föreslagna anläggningar har även förslag på placering av dessa arbetats fram. Rekommenderade förslag har bedömts uppfylla de krav som föreskrivits gällande fördröjning och rening inom planområdet.

Slutligen erhåller kvartersmarken troligen en viss skyfallsproblematik efter exploatering vilken kan minimeras med en genomtänkt höjdsättning av marken samt placering av byggnader. Emellertid anses nämnda problematik inte generera några större hinder för området i fråga så länge rekommendationen för utformning och robust höjdsättning beaktas under senare skede av detaljprojekteringsprocessen.

2 Inledning

Vänersborgs kommun har inlett ett arbete med att ta fram en detaljplan för Grunnebo Södra med syfte att tillskapa industri- och verksamhetsmark. Planområdet ligger i anslutning till Grunnebo i västra delen av kommunen och är idag oexploaterad skogsmark. I samband med detaljplanearbetet behövs en dagvattenutredning och avrinningsanalys som klargör planförslagets påverkan på både recipient och omkringliggande bebyggelse.



Figur 1 Karta som visar planområdets läge, ungefärlig plangräns markerad med röd.

2.1 Uppdrag

Ramboll Sweden AB har fått i uppdrag av Miljö- och byggnadsförvaltningen i Vänersborgs kommun att ta fram en dagvattenutredning för planområdet. Syftet är att upprätta en utredning och avrinningsanalys till kommande detaljplan och därmed klarlägga förutsättningarna för dagvattenhanteringen med hänsyn till planerad byggnation. Utredningsområdet är sedan tidigare oexploaterat. I dagvattenutredningen ska strategier för rening av dagvatten bedömas och tas fram i syfte att bibehålla befintlig status i berörd recipient samt bevara flödesbelastningen i området och på nedströms liggande bebyggelse eller allmänt ledningsnät. Dagvattenutredningen ska förhålla sig till de riktlinjer och krav som ställs av Vänersborgs kommun och i Svenskt vatten P110. Utifrån denna dagvattenutredning kan sedan planbestämmelser kopplade till dagvattenhantering tillföras på plankartan.

2.2 Avgränsningar

Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering anläggs inom eller i nära anslutning till planområdet.

Utredning av rinnvägar uppströms och nedströms utredningsområdet avgränsas till de avrinningsområden som planområdet ingår i, alternativt till instängda områden där avrinningen från planområdet inte längre har någon påverkan.

2.3 Underlag och tidigare utredningar

Följande underlag har använts:

- Publikation P110, Svenskt Vatten.
- Publikation P105, Svenskt Vatten.
- Uppdragsbeskrivning (2022-03-15)
- Grunnebo_Södra_Grundkarta.dwg
- SGU – jordartskarta, grundvattenkarta och genomsläppskarta
- Riktlinjer och policy för dagvattenhantering i Vänersborgs kommun
- Underlag erhållet från Ledningskollen.se 20220504-0825: Trollhättan Energi, Skanova, Telenor, Trafikverket, Vattenfall Eldistribution, Väner Rys fiber samt Vänersborgs kommun – Gatuenheten och Vatten & Kretslopp.

Koordinatsystem SWEREF99 12 00 och höjdsystem RH2000 används i utredningen.

2.3.1 Miljöteknisk markundersökning av DeKa Enviro AB

DeKa Enviro AB (DeKa) har 2022-07-13 utfört en översiktlig miljöteknisk undersökning på fastigheterna där detaljarbete pågår. Ett antal av proverna påvisade halter över Naturvårdsverkets MRR-riktvärden men under värdena för KM avseende enskilda metaller samt PAH16. I en av provgroparna påvisades bly i en halt över FA (Sveriges haltgränser för farligt avfall) där det vid djupare provtagning även påvisats halter över MKM (mindre känslig mark). Denna provgrop fanns i anslutning till den tidigare skjutvallen som funnits inom planområdet. Bly påvisades även i ytterligare en provgrop i halter över KM (känslig mark). I övrigt påvisades låga halter i området. Emellertid kommer sanering att krävas i vissa delar av området. Enligt rapporten översteg inga halter riktvärden för utsläpp till dagvatten utan föregående rening avseende metaller, vare sig för det filtrerade proverna eller de uppslutna proverna. Avseende grundvattnet i området har generellt låga halter påvisats. Djupet till grundvattenytan uppmättes i området till mellan 0,76 och 1,5 meter under markytan. Enligt den miljötekniska undersökningen anses återinfiltration till närområdet vara den bästa lösningen för eventuell länsvattenhantering.

Utifrån resultatet och rekommendationerna som anges i denna markundersökning bygger dagvattenutredningen vidare på att hitta lösningar som främjar infiltration. Då möjliggörs en naturlig sedimentation av partiklar och vattnet återförs tillbaka till området.

3 Dagvattenpolicy och dagvattenstrategi

Vänersborgs Kommun har en framtagen dagvattenpolicy med riktlinjer för dagvattenhanteringen. Den bygger på trestegsmodellen som följer vattnets väg och vattnet ska omhändertas enligt:

- Lokalt omhändertagande av dagvatten – ett tidigt skede för att ta hand om dagvatten med exempelvis infiltration och perkolation genom lokal fördröjning.
- Flödesutjämning eller rening – det vatten som ej omhändertas lokalt leds till utjämning och det som kräver vidare reningsåtgärder leds till reningsanläggning.
- Avledning – den mängd vatten som kvarstår ska avledas till recipient eller genomgå ytterligare rening.

Utgångsläget för dagvattenutredningen är att rena vattnet så långt som är tekniskt möjligt för givna förutsättningar samt inte förvärpa skyfallssituationen nedströms. Att omhänderta dagvattnet på plats på lämpligt sätt så att den naturliga vattenbalansen kan bibehållas eftersträvas. Dagvatten ska enligt kommunens policy ses som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs.

4 Områdesbeskrivning och förutsättningar

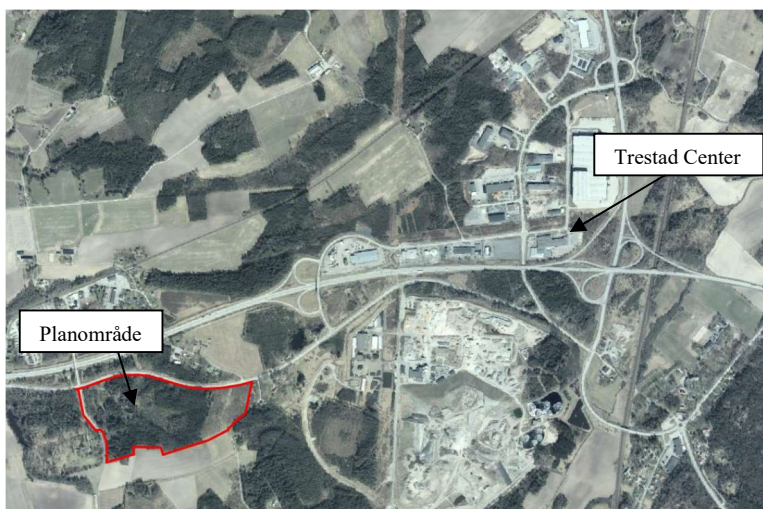
Planområdet ligger i anslutning till Grunnebo och är beläget ca 7 km öster om Vänersborg och Trollhättan, strax söder om riksväg 44 mot Uddevalla. Områdets totala utbredning är ungefär 22 ha och består av skogsmark som idag är obebyggd. Berörda fastigheter är Vänersborg Grunnebo 2:4/2:6/2:7, Grunnebo S:6 och Ässet 2:3/2:8.

I Figur 2 presenteras planområdet som gulmarkerat, gränserna är ungefärliga. Inom planområdet finns idag mestadels skogsmark. Som illustreras i Figur 2 angränsar den norra planområdesgränsen till väg 697, den västra och östliga med en enskild väg, medan den sydliga gränsen angränsar mot jordbruksmark.



Figur 2 Flygfoto på planområde (Eniro karta [2022-05-06])

I Figur 3 visas orientering av planområdet med röd linje, strax sydväst om Trestad Center.



Figur 3 Översikt planområde, (bild hämtad från uppdragsbeskrivning)

4.1 Befintlig markanvändning

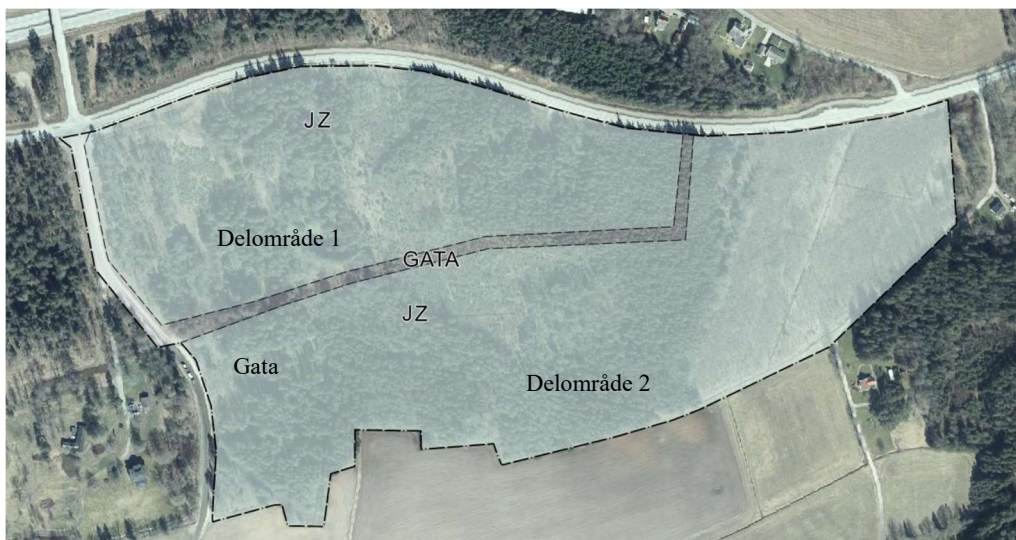
I dagsläget består planområdet av ca 22 ha skogsmark. Den uppskattade uppdelningen av markanvändning inom området för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Uppskattad markanvändning för befintlig situation.

Befintlig markanvändning	
PLANRYTA	A [ha]
Skogsmark	22
TOTALT	22

4.2 Framtida markanvändning

I Figur 4 visas ett exempel på framtida markanvändning. Planområdet utgörs med detta av två delområden med industri- och verksamhetsmark som avdelas med en gata. I detta tidiga stadiet finns ingen mer specifik uppdelning av planområdet utan plankartan ska enligt uppdragsbeskrivningen tolkas illustrativt. Den planerade markanvändningen inom området kommer därför bygga på generella avvägningar och schablonvärden för industri- och verksamhetsområden för hela planområdet. Områdets planeras att i så stor utsträckning det är möjligt vara kvartersmark. Bedömd fördelning av kommande markanvändning redovisas i Figur 4 och Tabell 2



Figur 4 Översikt av den planerade markanvändningen (bild från uppdragsbeskrivningen)

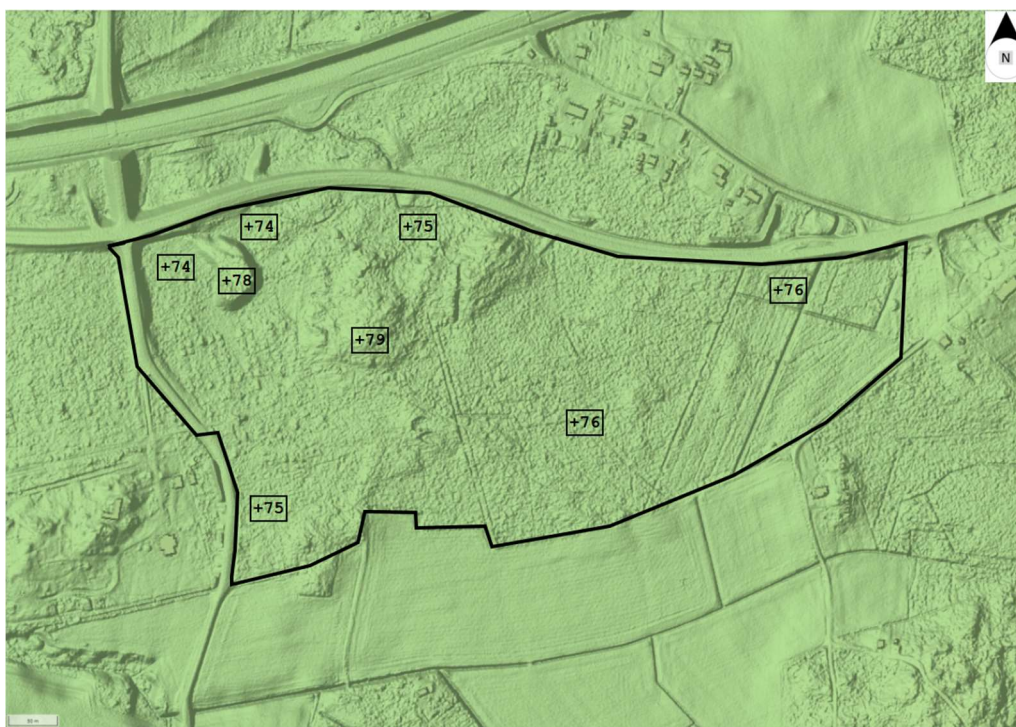
Tabell 2. Planerad markanvändning för planområdet efter exploatering.

Planerad markanvändning		
DELYTA	Markanvändning	A [ha]
Delområde 1	Industri och verksamheter	8,8
Gata	Industri och verksamheter	0,9
Delområde 2	Industri och verksamheter	12,3
TOTALT		22,0

4.3 Förutsättningar

4.3.1 Topografi

Topografin kring planområdet visas i Figur 5. Området lutar från ca +76m i väster mot ca +74 i nordost. I nordöstra delen av planområdet finns två mindre höjder på ungefär 4m höjdskillnad, se Figur 5.

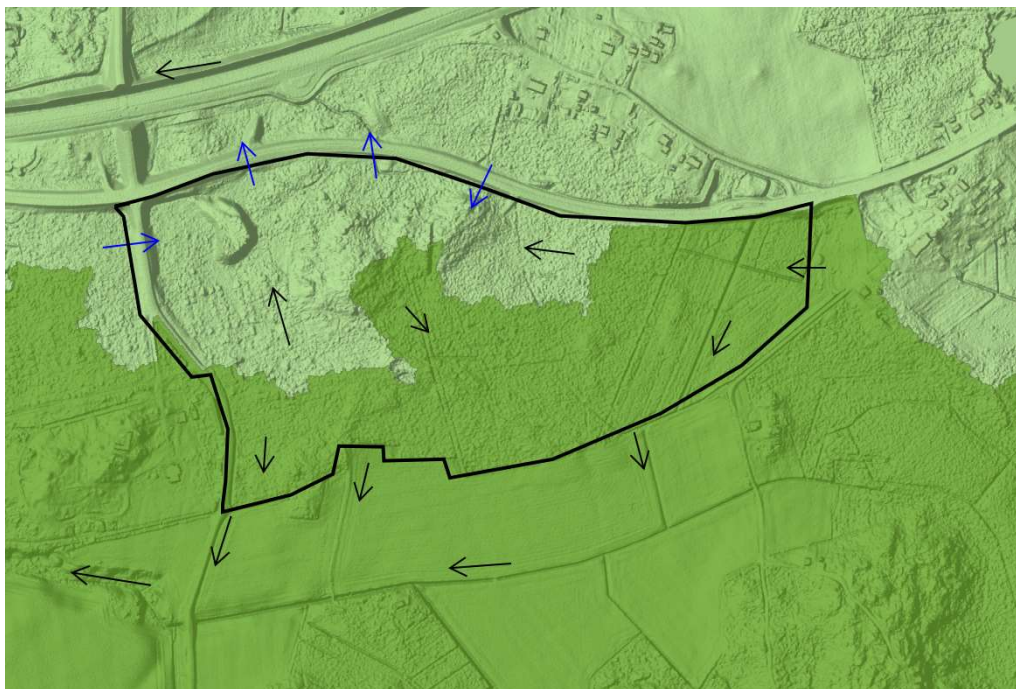


Figur 5. Topografin i området kring planområdet (Scalco, 2022)

4.3.2 Avrinningsområden och avvattningsvägar

Avrinningen i området är framtaget med hjälp av Scalco Live, ett verktyg online som bland annat visar olika avrinningsvägar och var vattenmängder kan ansamlas baserat på lågpunkter inom ett studerat område. Verktöget tar ingen hänsyn till kapacitet på ledningsnät eller infiltration i marken, varpå resultatet återspeglar vattenmättade markförhållanden och fyllda ledningsnät.

Rådande avrinningsituation vid planområdet visas i Figur 6 där mörkare grön visar ett avrinningsområde och ljusare grön visar ett annat. Den framtida gata som är inritad i markförslaget (Figur 4) avgränsar de två olika avrinningsområden ganska väl. Även om vattnet inom planområdet har olika rinnvägar har det samma recipient, Grundleboån, som rinner väster om området och som senare mynnar ut i Bäveån.



Figur 6 Översikt av avrinningsområdet och rinnvägar i och nära planområdet (Scalco, 2022).

De identifierade rinnvägarna stämmer delvis överens med de som visades i underlaget för uppdragsbeskrivningen från Vänersborgs kommun för detta uppdrag. Avrinning från den södra och östra delen av planområdet sker främst via diken söder ut som sedan svänger väster mot Gundleboån. Öster om planområdet finns ett område vars vatten rinner mot planområdet och vidare mot diken i söder. I den nordvästliga delen av planområdet identifieras en lågpunkt med till synes instängt vatten. Emellertid har det lokaliserats flera trummor under väg 697 som lär leda dagvatten, dessa illustreras av de fyra blåa pilarna i Figur 6 som visar ungefärlig placering av dessa. Två av pilarna visar vatten in till planområdet medan två visar ut ifrån planområdet.

Figur 7 visar dessa trummor där första fotot visar trumman längst till väster sedan i ordning öster ut och följaktligen blir bild 4 den längst till öster. Dessa trummor ser ut att ligga högre än marknivå vilket gör att marken först måste fyllas upp en bit innan det kan rinna över från ena sidan till andra.



Figur 7 Första fotot (1) visar trumman under den enskilda vägen mot Svevia Bergtäkt medan foto nr 2–4 visar dagvattentrummorna under väg 697 för väst-öst. Vid nr 1 och 2 är marken torr men nr 3 och 4 så är den blötare. Dimensionerna på dessa två är större än vid nr 1 och 2.

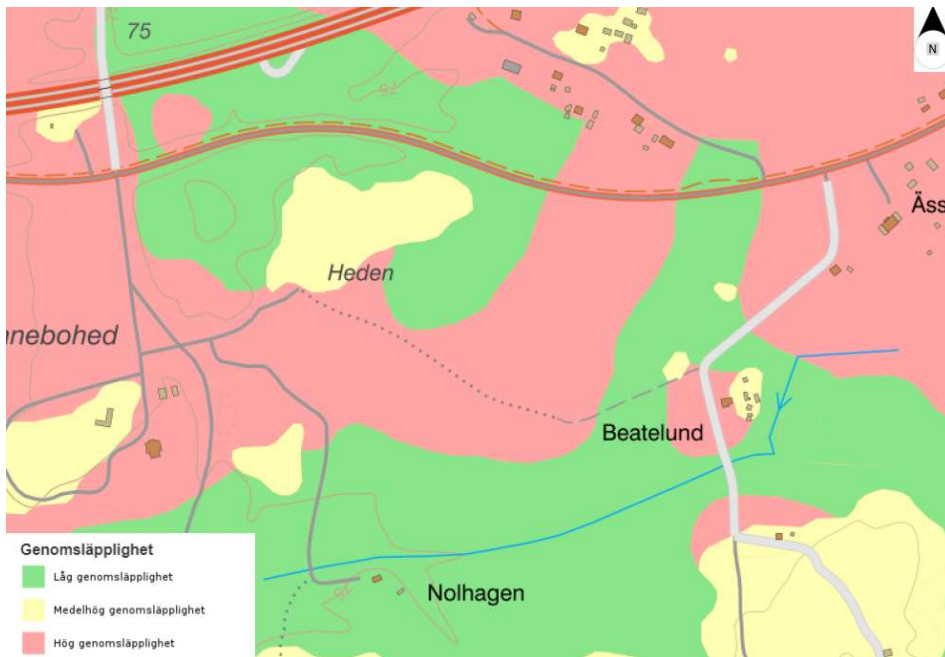
4.3.3 Geologi och grundvattenförhållanden

Då ingen geoteknisk utredning finns att tillgå har planområdets geologi baserats på information från Sveriges geologiska undersökning (SGU). Enligt SGU:s jordartskarta består planområdet huvudsakligen av glacial lera, postglacial sand och urberg, se Figur 8. Ett av de tidigare beskrivna höghöjdsområdena, belägna centralt i planområdet utgörs av urberg. Detta omges till stora delar av glacial lera medan den södra halvan av planområdet består främst av postglacial sand. I den östliga delen av planområdet stäcker sig ett stråk av glacial lera i nord-sydlig riktning. En geoteknisk undersökning kan bli aktuell i samband med detaljprojektering.

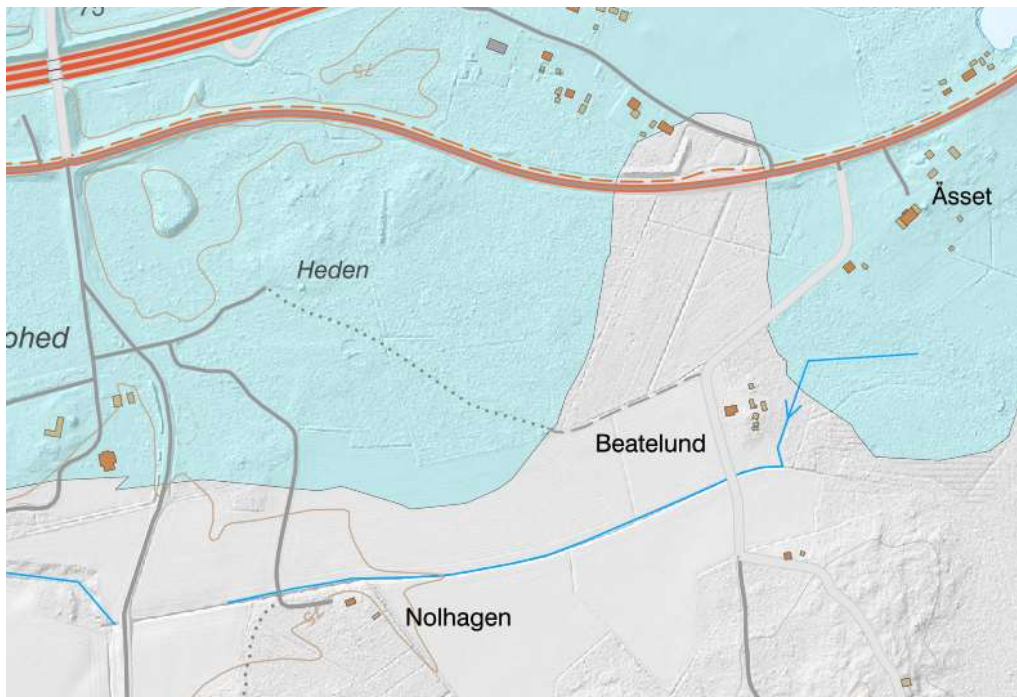


Figur 8. Översiktlig geologi enligt SGU:s jordartskarta.

Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta finns ytor med hög, medelhög och låg genomsläpplighet inom området, se Figur 9. Område med hög genomsläpplighet är de områdena som också består av postglacial sand. Medel genomsläpplighet vid området med urberg och låg genomsläpplighet i den del som består av glacial lera.



Figur 9. Genomsläppligheten inom planområdet enligt SGU:s genomsläpplighetskarta.



Figur 10 Grundvattenförekomst inom planområde (SGU 2022)

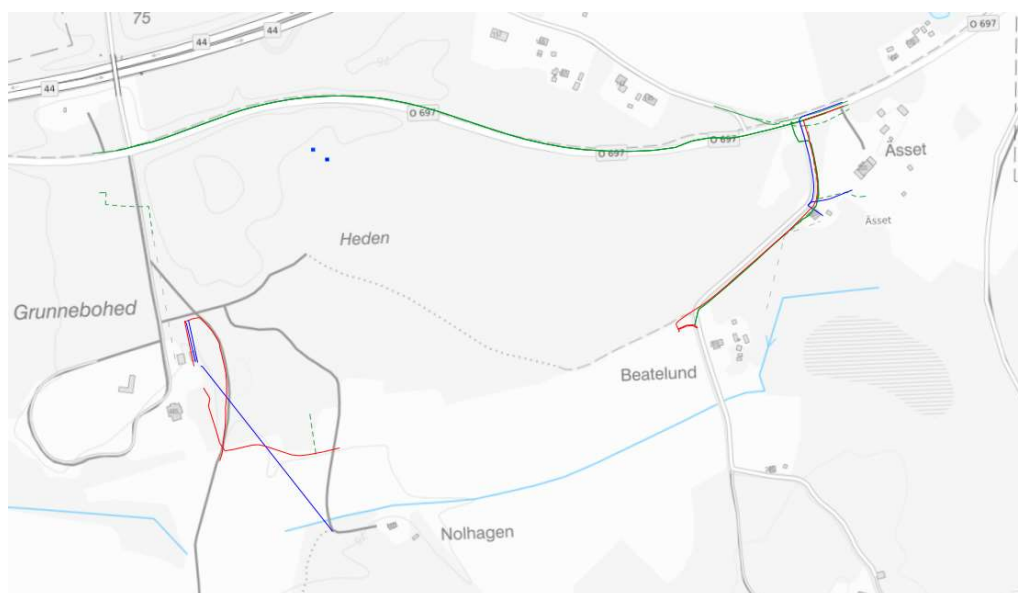
Det blå-markerade området i Figur 10 visar ett grundvattenmagasin med uttagsmöjlighet på 1–5 l/s eller 80–400 m³/d enligt SGU:s karta för grundvattenmagasin. Grundvattenmagasinet är huvudsakligen en jordakvifer och överlagras ej av något annat definierat magasin. Uppgifter om grundvattennivåer och strömningsriktningar saknas.

4.3.4 Översvämningsrisk från närliggande ytvatten

Det har inte identifierats några närliggande ytvatten (sjöar och vattendrag) som riskerar att översvämma området.

4.4 Övrig ledningsbunden infrastruktur

I Figur 11 visas befintlig infrastruktur kring planområdet, enligt information erhållen från ledningskollen.se. I väg 697 norr om planområdet går ledningar för spill- och dricksvatten samt tele. Tele finns även i vägarna både väster och öster om planområde där också ledningar för el-distribution ligger. Fiber har lagts i både väg 697 och den enskilda vägen öster om planområdet. I mitten av planområdet finns två punkter för VA-dricksvatten därför att det tidigare varit en vattentäkt. Då dessa tagits ur bruk enligt Vänersborgs kommun behöver inte hänsyn tas till dessa i denna utredning. I övrigt påverkas inte planområdet av intilliggande infrastruktur.



Figur 11. Ledningsbunden infrastrukturen inom planområdet som erhållits från ledningskollen.se.

4.5 Recipient

Områdets recipient är Gundleboån som senare mynnar ut i Bäveån via Gundlebosjön. Vattendraget är av naturlig härkomst. I Tabell 3 visas en översikt av statusklassning och miljö kvalitetsnormer för Gundleboån (VISS, 2022).

Tabell 3: statusklassning recipient

Grundinformation		Ekologisk status		Kemisk status	
EU-ID	Vattenförekomst	Ekologisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt	Kemisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt
SE647520-128861	Gundleboån	Måttlig	God ekologisk status 2033	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus – ej bestämt

Som tabellen påvisar har den ekologiska statusen för recipienten bedömts till måttlig. Detta eftersom vattendraget är påverkat av övergödning vilket visas genom påväxt-kiselalger. Övergödningen styrks också av måttlig klassning på den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn näringsämnen. Konnektiviteten på vattenförekomsten klassas som måttlig. Planen för recipienten är att uppnå god ekologisk status 2033. (VISS 2022)

Den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god klassificering för prioriterade ämnen. Vad gäller bromerade difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar kommer dessa ifrån så kallade diffusa källor (atmosfärisk deposition) och utgör undantag med mindre stränga krav. Planen för recipienten är att uppnå god kemisk ytvattenstatus är ej bestämd. (VISS 2022)

Grundvattenförekomsten i nordvästra halvan av planområdet klassas idag som både god kemisk grundvattenstatus och god kvantitativ status. På grund påverkan från vägsaltning och olyckor på väg bedöms det finnas en risk att vattenförekomsten kan påverkas negativt av klorid/sulfat och inte kan behålla den goda statusen till 2027. (VISS 2022)

För att få så goda förutsättningar som möjligt att nå miljökvalitetsnormerna i recipienten bör ingen försämring ske avseende föroreningspåverkan, från alla typer av källor.

4.6 Vattenskyddsområde

Planområdet ligger idag inom vattenskyddsområdena Grunnebo och Köperödssjöarna. Enligt uppdragsbeskrivning planeras att, parallellt med detaljplanarbetet, upphäva vattenskyddsområdet Grunnebo då det inte längre används. I följande utredning antas därför planområdet ej ingå i ett vattenskyddsområde.

4.7 Föroreningar i mark- och grundvatten

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta finns inget potentiellt förorenat område inom själva planområdet. Däremot finns riskpunkter inne i Grunnebo, ca 300-350m norr om planområdet i form av betong- och cementfabrik, skrothantering/skrothandel, anläggning av farligt avfall, sågverk (utan doppnig/impregnering) och ytbehandling av trä. Öster om planområdet finns en avfallsanläggning med både farligt- och icke farligt avfall. (Länsstyrelsen, 2022) De norra föroreningspunkterna ligger nedströms planområdet och antas ej påverka planområdet i någon större utsträckning. Den östra ingår i ett annat avrinningsområde och antas därför inte heller ha en betydande påverkan på planområdet.

4.8 Markavvattningsföretag och vattendomar

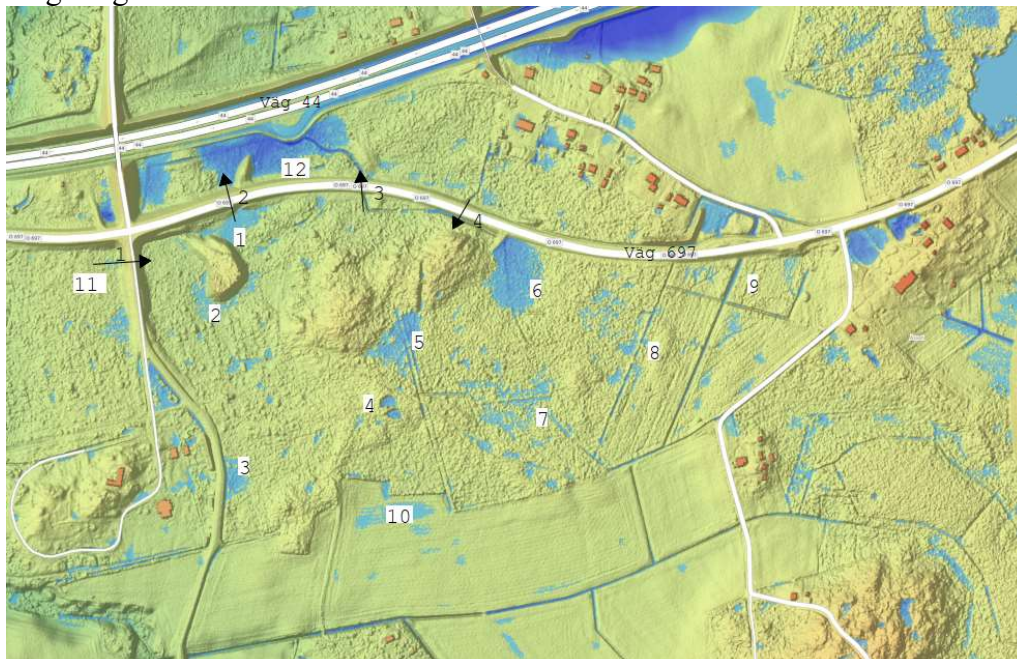
Det finns inga berörda aktiva markavvattningsföretag inom eller i nedströms utredningsområdet enligt länsstyrelsen Västra Götalands län (Länsstyrelsen¹, 2022)

5 Befintlig skyfallssituation

Utredning av befintlig skyfallssituation har gjorts med hjälp av Scalgo Live för att identifiera lågpunkter där vatten samlas vid händelse av skyfall i och runt planområdet. Analysen här gjord för ett 100-års regn med sex timmars varaktighet. Enligt Tabell 4.7 i P110 (Svenskt Vatten, 2016) är den väntade nederbördsmängden 84,5 mm för ett sådant regnevent. De trummor som identifierats under vägen har lagts till i analysen varav några lågpunkter kan avvattnas via dessa. Resultatet från analysen kan ses i Figur 12 där blåmarkerade områden visar vattenansamlingar med minst 20mm djup och pilarna visar dagvattentrummorna under väg och riktning på vattnets flöde. Punkt 1–9 visar lågpunkter inom planområdet medan 10, 11 och 12 är punkter som kan komma att påverkas av exploateringen.

Tillrinning till lågpunkter kan ske från olika områden och utloppen från dessa lågpunkter kallas tröskelpunkter. När lågpunkterna fylls upp och når dessa tröskelpunkter rinner vattnet vidare. Enligt Figur 12 kan det observeras att mycket vatten blir stående vid nordvästra delen (1) samt nära väg 697 vid mitten av området (6). I övrigt är det mindre områden med stående vatten, men som sammantaget magasinerar en hel del. Det troliga är att om tröskelnivån vid nr 6 överskrids rinner vatten längs ett dike utmed vägen till lågpunkt 1. Möjligtvis finns den en trumma under grusvägen som avvattnar denna punkt så att vatten i stället rinner längs diket till lågpunkt 12. För att vara på säkra sidan togs det inte med i analysen eftersom det inte identifierats en kulvert just här.

Likaså tillrinner vatten från lågpunkt nr 11 till nr 1 genom en trumma under vägen då tröskelpunkten överskrids. Avrinning från den nordvästra delen av planområdet går via lågpunkt nr 1 vidare till nr 12. Således är lågpunkt 12 en känslig punkt för kommande exploatering. Vidare rinner vatten sannolikt i diken längs väg 44 till Gundleboån.



Figur 12. Vattenansamlingar i och kring planområdet vid händelse av ett 100-års regn (Scalgo, 2022).

I Tabell 4 redovisas även vilken volym vatten som blir ståendet i lågpunkterna vid de markerade punkterna. Vattendjupet överstiger 1m utanför planområdet men är som mest dryga 70 cm inom planområdet. Volymen vatten som magasineras varierar mellan tiotals och hundratals kubik inom planområdet. Lågpunkt nr 12 utanför planområdet magasineras tusentals kubik med vatten då den sträcker sig vidare längs väg 44.

Tabell 4 Vattendjup och vattenvolym för varje enskild lågpunkt eller lågpunktsområde.

Numrering	Vattendjup [cm]	Vattenvolym [m ³]
Inom planområdet		
1	73	~72
2	17	42
3	21	95
4	40	59
5	39	354
6	81	805
7	23	~155
8	31	~160
9	30	~120
Totalt		1742
Utanför planområdet		
10	21	34
11	39	367
12	134	9110

Om lågpunkterna byggs bort vid exploatering kommer vattnet i stället rinna till andra punkter vilket kan leda till översvämningar nedströms. På samma sätt försämras situationen om man sänker tröskelnivåer. Vis sänkt tröskelnivå rinner vattnet ut ur lågpunktsvolymen vid ett lägre vattendjup och därmed minskar fördröjningsvolymen inom området samtidigt som risken för nedströms påverkan ökar. Det måste därför säkerställas att eventuell volym vatten som byggs bort vid exploateringen kan kompenseras för inom planområdet.

Vad som också måste anmärkas är att trummorna inte har några inmätta höjder. Tröskelnivåerna som antagits kan därför vara felaktiga vilket kan leda till att antingen större eller mindre mängder vatten samlas innan de når tröskelnivån.

6 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området har utförts med rationella metoden, där den dimensionerande regnintensiteten är beräknad med Dahlströms ekvation (2010). Denna metod lämpar sig på områden upp till 20 ha med rektangulär area, (P104). I detta fall bedöms metoden vara tillräcklig god trots något större area.

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[\frac{l}{s} \text{ha} \right] \cdot \text{reducerad area [ha]} \cdot \text{klimatfaktor}$$

Flöden beräknas för gles bostadsbebyggelse för ett 2- respektive 10-årsregn enligt minimikrav från Svenskt vatten, se Tabell 5. Rinntiden för den oexploaterade marken bedöms vara 50 minuter. Avrinning från naturmark blir ofta störst vid långvariga regn med stor nederbörd. Rinntiden för den exploaterade ytan antas i stället vara 10 minuter eftersom efter exploateringen väntas vattnet rinna i ledningar eller diken där hastigheten på vattnet är högre.

En klimatkfaktor på 1,25 används för beräkningen av det exploaterade området för att ta höjd för framtida förändrade regnintensitet, enligt P110, till följd av ett förändrat klimat. Ingen klimatkfaktor används för befintlig situation. Antagna avrinningskoefficienter för marken före och efter exploatering är hämtade från P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 5. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt Svenskt vatten P110.

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

Planområdet delas in i mindre områden enligt vilken avrinningsväg som vattnet tar, se Figur 13. Som visades i Figur 6 har norra delområdet ett utlopp, medan södra är uppdelad i tre utlopp längs diken. Area 1 innefattar norra halvan av planområdet medan den södra delen har delats upp i Area 2, 3 och 4.



Figur 13 Planområde uppdelat i delareor efter avrinningsväg

6.1 Befintlig situation

Beräknade flöden för befintlig situationen för ett 2- och 10-årsregn, med rinntid 50 min och utan klimatfaktor (Kf) presenteras i Tabell 6. Marken uppskattas vara kuperad och i tabellen presenteras också markanvändning, area, avrinningskoefficient (ϕ), och reducerad area.

Tabell 6 Beräknade flöden för område 1 och 2 vid ett 2- och 10-årsregn med 50 min rinntid utan klimatfaktor.

Före exploatering				Dim flöde	
DELYTA	A (ha)	ϕ	A _{red} (ha)	2 år (l/s)	10 år, (l/s)
Area 1 - Skogsmark kuperad	9,7	0,1	1,0	56,0	78,9
Area 2 - Skogsmark kuperad	2,6	0,1	0,3	12,6	21,1
Area 3 - Skogsmark kuperad	2,8	0,1	0,3	13,6	22,8
Area 4 - Skogsmark kuperad	6,9	0,1	0,7	33,4	56,1
TOTALT	22,0		2,2	116	179

Enligt resultatet som visas i tabellen ovan kan det fastställas att hela planområdet idag genererar ett sammanlagt flöde på ungefär 116 l/s för ett 2-årsregn och motsvarande 179 l/s för ett 10-årsregn.

6.2 Planerad situation

I Tabell 7 presenteras beräknade flöden för planerad situation för ett 2- och 10-årsregn, med rinntid 10 min och med klimatfaktor (Kf) 1,25 enligt P110. Även antagen markanvändning, area, avrinningskoefficient (ϕ), och reducerad area presenteras i tabellen. I planerad exploatering antas att en del höjdskillnader jämnas ut varför marken bedöms vara flack i stället för kuperad.

Tabell 7 Beräknade flöden för planerad situation för område 1 och 2 vid ett 2- och 10-årsregn med 10 min rinntid

Efter exploatering				Dim flöde	
DELYTA	A (ha)	φ	A_{red} (ha)	2 år (l/s)	10 år, (l/s)
Area 1 - Industri och verksamhet	9,7	0,5	4,9	650,4	1105,8
Area 2 - Industri och verksamhet	2,6	0,5	1,3	174,3	296,4
Area 3 - Industri och verksamhet	2,8	0,5	1,4	187,7	319,2
Area 4 - Industri och verksamhet	6,9	0,5	3,5	462,6	786,6
TOTALT (Exkl. Kf)	22,0		11,0	1475	2508
TOTALT (Inkl. Kf på 25%)				1844	3135

Enligt resultatet i tabellen ovan kan det utläsas att planerad situation erhåller ett dimensionerande flöde för ett 2-årsregn på ungefär 1844 l/s och motsvarande 3135 l/s för ett 10-årsregn med klimatfaktorn inräknat. Det förväntade framtida flödet från planområdet ökar således markant som ett resultat av exploateringen. Flödesökningen beror dels på den ökade reducerade arean, men också på vilket regn som bedömts bli dimensionerade. I stället för ett långvarigt regn med stor regnmängd blir det i stället ett kortvarigt med hög intensitet när marken görs om från naturmark till industrimark.

7 Fördröjningsbehov och magasinsvolym

Fördröjning av dagvatten görs dels för att inte förvärta skyfallssituationen och översvämningsrisken efter planutförandet, dels för tillräckligt stor andel dagvatten ska renas.

Beräkningen av magasinsvolym i denna utredning görs enligt P110 Svenskt vatten och baseras på rinntid, reducerad area samt avtappningen från området. Avtappningen beror på befintligt flöde och framtida reducerad area. Beräknade magasinsvolym kan avläsas i Tabell 8. Då åtgärderna för dagvattnet måste konstrueras för att kunna hantera trycklinje i marknivå får regn vid 10-års återkomsttid tillämpas de beräknade 10-års flödena från Tabell 5 inklusive klimatfaktorn på 1,25. Flöden ut ifrån området efter exploatering ska inte öka relativt befintliga flöden vid ett 10-års regn.

Tabell 8 Magasinsvolym för varje delområde

Magasinsvolym	
Område	m³
Area 1	938
Area 2	252
Area 3	271
Area 4	668
Totalt	2129

8 Föroreningsberäkningar

En ny detaljplan, exploatering, ombyggnation eller förändrad markanvändning ska inte bidra till att öka föroreningsbelastningen på berörd recipient jämfört med dagsläget. Detta eftersom möjligheten att uppfylla recipientens miljökvalitetsnormer (MKN) inte får försämrats. Föroreningsberäkningar i den här utredningen har utförts med hjälp av modelleringsverktyget StormTac (Version 22.2.2). StormTac är ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Programmet använder schablonvärden för mängden föroreningar i dagvattnet utifrån olika markanvändningstyper. StormTac är inget exakt beräkningsverktyg utan skall användas för att ge en indikation på hur föroreningar i dagvattnet kan förändras efter exploatering. Schablonvärdena är baserade på flödesproportionell provtagning och flödesmätning i nedströms området. Tillförlitligheten på de olika markanvändningstyperna varierar efter hur mycket data StormTac samlat in. Därför ska denna beräkning inte betraktas som exakt utan mer som en översiktlig bedömning.

De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS), oljeindex, PAH16 och BaP.

Indata i modelleringen:

- 900mm årsnederbörd i Grunnebo. Värdet hämtat från SMHI:s nederbördskarta som visar en årlig nederbörd på 800-1000mm i området runt Vänersborg och Trollhättan.
- Basflöde 0,7 (inläckande grundvatten)
- Markanvändning före exploatering sätts till skogsmark och efter exploatering till industrimark med medelhög föroreningsgrad.
- Klimatanpassning med en klimatafaktor på 25% ($K_f=1.25$) används för årsnederbörden efter exploatering men inte vid utredning av befintliga föroreningshalter och mängder.

Tabell 9 visar hur stor mängd av en viss förorening som släpps ut per liter vatten (utan rening), dvs föroreningshalten, både för nuläge och framtidssituation. Som synes ökar föroreningshalterna för samtliga föroreningar. Ökningen är inte förenligt med det som föreskrivs i MKN, varpå reningsåtgärder inom kvartersmarken behövs.

Tabell 9 Resultat av StormTac, föroreningshalt före och efter exploatering, mätt i $\mu\text{g/l}$

Förorening	Före exploatering - skogsmark [$\mu\text{g/l}$]	Efter exploatering - industrimark [$\mu\text{g/l}$]
P	16	240
N	280	1 700
Pb	1,8	23
Cu	4,3	36
Zn	11	220
Cd	0,067	1,1

Cr	1,3	11
Ni	2,0	14
Hg	0,0056	0,059
SS	10 000	78 000
Oil	65	1 900
PAH16	0,033	0,76
BaP	0,0033	0,12

I Tabell 10 visas föroreningsmängden i kg/år som beräknas avges från varje delområde under ett 10-årsregn med varaktighet 12min. Störst föroreningspåverkan antas ske vid kortare intensiva regn eftersom mycket av föroreningarna sköljs bort av det första regnet. Vid exploateringen av tidigare skogsmark till industrimark förändras sammansättningen av föroreningar helt och kvantiteten för samtliga ämnen ökar markant.

Tabell 10 Resultat av StormTac, totalt föroreningsmängd från planområdet före och efter exploatering, mätt i kg/år.

Ämne	Föroreningsmängd skogsmark 22 ha (kg/år)	Föroreningsmängd industrimark 22 ha (kg/år) – utan rening
P	1,2	36,2
N	21	257
Pb	0,14	3,5
Cu	0,33	5,4
Zn	0,86	33,5
Cd	0,0051	0,17
Cr	0,1	1,7
Ni	0,15	2,1
Hg	0,00042	0,0089
SS	760	11 800
Oil	4,9	283
PAH16	0,0025	0,12
BaP	0,00025	0,02

9 Föreslagna åtgärder för dagvattenhantering

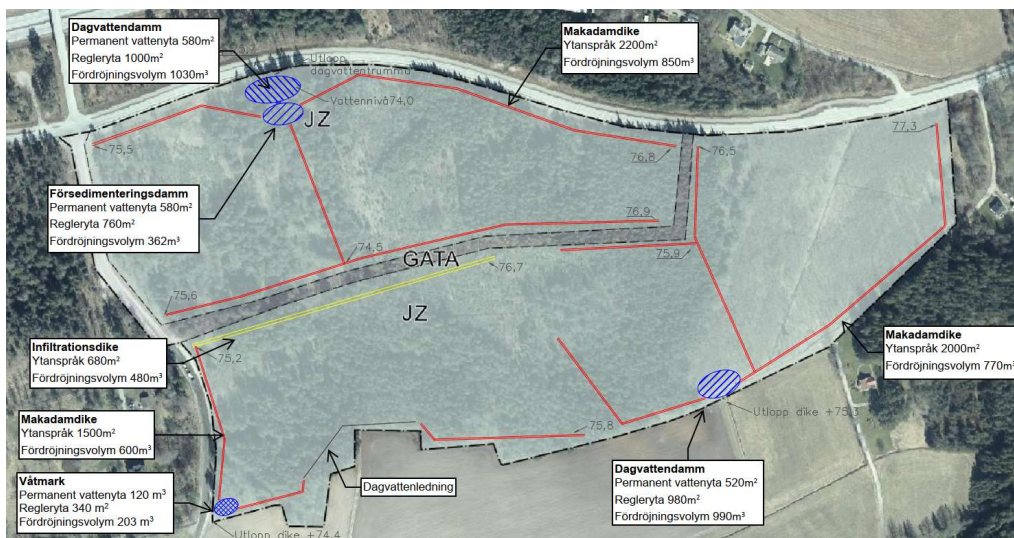
Förslagen som tagits fram för hantering av dagvatten bygger på att dagvattnet tas omhand inom varje delområde och i så stor utsträckning som möjligt följer de rinnvägar som tidigare identifierats. Detta för att bibehålla den naturliga vattenbalansen i området, vilket även är i linje med Vänersborgs kommuns dagvattenpolicy. Öppna lösningar är att föredra, detta eftersom dagvattnet från planområdet redan idag leds till öppna diken. Öppna lösningar förespråkas även i kommunens dagvattenpolicy. Därtill kan öppna dagvattenlösningar ofta leda bort större volymer dagvatten än ledningar och andra underjordiska alternativ.

I uppdragsbeskrivningen skrivs att lämplig avledning är längs väg 697 och den nya lokalgatan inom planområdet. Förslagen som tagits fram bygger vidare på detta.

Föroreningarna ska tas om hand vid föroreningarnas källa och förorenat dagvatten ska separeras från rent dagvatten. I detta fall bedöms allt dagvatten från exploaterat område räknas som förorenat då det är främst industrimark som planeras att byggas. Som påvisades med föroreningsberäkningar försämras föroreningssituationen på grund av den planerade exploateringen. Till följd av detta dimensioneras anläggningarna utifrån ett föroreningsperspektiv snarare än fördröjningsbehov. Reningsgraden på dagvattnet strävar efter att vara så god som möjligt inom rimliga gränser för vad som tekniskt är lösningsbart och ekonomiskt försvarbart.

Grundvattennivån i området är enligt den miljötekniska markundersökningen 0,76–1,5m under markytan vilket måste beaktas vid val av lösning. De olika lösningarna bör anläggas ovan grundvattenytan. Är det ej möjligt måste det förhindras att grundvatten läcker in, exempelvis genom att fördröjningsmagasin/kassetter omges med en vattentät duk. Det krävs också att överliggande fyllnadsmaterial motverkar lyftkraften som grundvattnet ger upphov till. Detta sätt att anlägga utesluter exfiltration och vidare perkolation till grundvattnet. Grundvattennivån kan också påverka dräneringslösningar för byggnaderna.

Figur 14 visar ett förslag på åtgärder för att hantera dagvattnet inom planområdet. Bilden visar även ungefärlig höjdsättning på dikena samt vilket ytanspråk som är nödvändigt. Åtgärderna för dagvattenhanteringen i bilden är tämligen skalenlig.



Figur 14 Förslag på dagvattenhantering inom planområdet. röd - krossdike, gul – svackdike/växtbädd, blå(rutig) - damm, blå (rutig) - våtmark. Svart - ledning

Höjdsättningen på föreslagna diken följer den naturliga marknivån i så stor uträkning som möjligt. Lutningen på dessa är beräknade med 5‰ med undantag av dagvattenledningen i södra delen som i stället beräknats med 2‰ lutning. Figur 14 visar också vilken marknivå utloppen till befintliga diken ligger på samt skiss på vattennivå på permanent vattenyta för dagvattendammar samt våtmark.

9.1 Area 1

Detta delområde har enligt beräkningar ett naturligt utlopp på 79 l/s vid ett 10-års regn. För att inte öka detta flöde efter exploatering krävs en magasinsvolym på 938m³.

Förslaget är följande: oljeavskiljare vid större parkeringsplatser och uppställningsplatser med risk för läckage ifrån fordon, följt av krossdike som leder vattnet till en försedimenteringsdamm och slutligen en damm. Ytanspråk och magasinsvolym kan avläsas i Tabell 11.

Tabell 11 Ytanspråk och magasinsvolym för föreslagna lösningar

Åtgärd	Ytanspråk [m ²]	Magasinsvolym [m ³]
Oljeavskiljare	0	
Krossdike	2200	850
Försedimenteringsdamm	760	362
Damm	1000	1030
Totalt	3960	2242
Ytanspråk i procent av hela del-arean	4,1%	

Vid norra delen av planområdet finns en befintlig lågpunkt där det idag också ansamlas vatten vid skyfall. Förslaget är att nyttja de befintliga förhållandena och anlägga en försedimenteringsdamm följt av ytterligare en damm i detta läge. Två dammar i serie ger bättre rening än en damm. I den första dammen sedimenterar de stora partiklarna samt den gör så att inflödet till den stora dammen blir lugnare. Det är därför bra om försedimenteringsdammen är djupare

än efterföljande så att mer kan sedimentera. Djupet på dammen behöver anpassas så att utloppet blir vid trumman under vägen. Detta så att tidigare avrinningsväg upprätthålls, samt att makadamdiken kan läggas längs vägen med god lutning. Som visas i Figur 14 följer den planerade placeringen den naturliga marknivån vilket gör att endast mindre markjusteringar krävs.

Dammen bör anläggas utanför väg 697s säkerhetszon alternativt skyddas med sidoräcke. Inom säkerhetszon ska det ej finnas vatten med djup >0,5 m vid medelvattenstånd, med undantag för korsande vägtrummor. (VGU – Trafikverket)

Reningsgraden med dessa åtgärder blir mellan 72–95 % enligt beräkningar i StormTac. Huvudparten av föroreningsämnen ökar ändå i mängd efter exploateringen, med undantag av nickel och andelen suspenderat material (SS) som enligt analysen minskar jämfört med nuläget.

Tabell 12 Föroreningsmängd (kg/år) area 1, före och efter exploatering, med och utan föreslagen rening samt reningsgrad

Förorening	Skogsmark Area 1	Industrimark Area 1 - utan rening	Industrimark Area 1 - med rening	Reningsgrad [%]
P	0,52	14	2,1	86%
N	9,4	100	29	72%
Pb	0,061	1,4	0,068	95%
Cu	0,14	2,1	0,19	91%
Zn	0,38	13	0,66	95%
Cd	0,0022	0,067	0,0038	94%
Cr	0,044	0,65	0,035	95%
Ni	0,067	0,83	0,066	92%
Hg	0,00019	0,0035	0,00075	79%
SS	330	4600	230	95%
Oil	2,2	110	5,6	95%
PAH16	0,0011	0,045	0,0022	95%
BaP	0,00011	0,0069	0,00035	95%

StormTac använder schablonvärden som baseras på insamlade data vilket gör att verkligheten kan skilja sig ifrån beräkningarna, men de ger ett bra riktvärde. Som kan avläsas i tabellen ovan fungerar reningen något sämre för kväve och fosfor än för merparten av övriga ämnen. Både kväve och fosfor bidrar till övergödning. Vilka växtsorter som används i dammar och våtmarker bör anpassas för att optimera kväve- och fosforreningen. Viktigt är att underhållsarbete på de olika lösningarna görs ordentligt så att funktionen upprätthålls.

Magasinsvolymen är tillräcklig enligt dessa beräkningar och dammen i sig bör klara att motta ett dimensionerande regn. Den väl tilltagna volymen blir nyttig vid skyfall då vattnet kan fördröjas och inte påverka nedströms områden. Placeringen av dammen i en befintlig lågpunkt gör även att en del av dagens skyfallsvolym bevaras inom området.

9.2 Area 2 och 3

Förslaget för dessa två delareor bygger på att avleda dagvattnet söder ut till diket längs den enskilda vägen vid västra gränsen av planområdet. Detta eftersom det finns ett mer definierat dike där än inom Area 3, samt en lågpunkt i södra delen av Area 2 vilket gör det naturligt att leda vatten dit. Vid dimensionering för ett 10-års regn behöver åtgärderna för Area 2 kunna magasinera 252 m³ och fördröja flödet till 21 l/s. Area 3 har ett behov av en magasinsvolym på 271 m³ med ett maximalt utloppsflöde på 23 l/s.

Förslaget är följande: längsmed lokalgatan läggs ett svackdike med infiltrationsmöjligheter och lämpliga växter. I nord-sydlig riktning anläggs krossdike som leder vattnet till en våtmark i delområdets lågpunkt och sydvästliga del. Utmed södra plangränsen kan ett krossdike även avleda vatten så att det slutligen når våtmarken för vidare rening. Längs denna sträcka finns idag en höjdpunkt i marken vilket gör att avledning med självfall till befintligt dike i rätt höjd problematiseras. Antingen krävs det en hel del markarbete för att sänka marken eller så anläggs en dagvattenledning som går genom höjdpunkten och binder ihop krossdikena. Även med den senare nämnda lösningen kommer mindre markjusteringar att krävas. Oljeavskiljare bör anläggas vid större parkeringsplatser och uppställningsplatser med risk för läckage ifrån fordon. Reningsgraden med detta förslag blir mellan 76–95%, där majoriteten är över 90%, se Tabell 13. Ytanspråket och magasinsvolym kan avläsas i

Tabell 14.

Tabell 13 Föroreningsmängd (kg/år) area 2 + 3, före och efter exploatering, med och utan föreslagen rening samt reningsgrad

Ämne	Skogsmark Area 2 +3	Industrimark Area 2 +3 - utan rening	Industrimark Area 2 + 3 - med rening	Reningsgrad
P	0,29	8	1,2	85%
N	5,2	56	14	76%
Pb	0,034	0,76	0,038	95%
Cu	0,079	1,2	0,1	92%
Zn	0,21	7,3	0,37	95%
Cd	0,00125	0,037	0,0019	95%
Cr	0,025	0,36	0,027	93%
Ni	0,037	0,46	0,023	95%
Hg	0,000104	0,0019	0,00033	83%
SS	186	2600	130	95%
Oil	1,21	62	3,1	95%
PAH16	0,00062	0,025	0,0013	95%
BaP	0,000062	0,0039	0,00019	95%

Tabell 14 Ytanspråk och magasinsvolym för föreslagna lösningar

Åtgärd	Ytanspråk [m ²]	Magasinsvolym [m ³]
oljeavskiljare	0	0
infiltrationsdike	680	480

makadamdike	1500	600
Våtmark	340	203
Totalt	2250	1283
Ytanspråk i procent	4,7%	

Fördröjningsvolymen uppfyller kraven enligt dessa beräkningar och anläggningarna bör klara att motta ett dimensionerande regn. Den väl tilltagna volymen blir effektiv vid skyfall då vattnet kan fördröjas och inte påverka nedströms områden.

9.3 Area 4

Detta område kräver fördröjt flöde till 56 l/s samt magasin på 668m³ för att bibehålla befintlig flödesbelastning ifrån området vid ett dimensionerade regn.

Här föreslås ett makadamdike längs plangränsen och vägarna som sedan leder dagvattnet till en damm för ytterligare rening. Reningsgraden beräknas då till mellan 64–95% för de olika föroreningsämnen, se Tabell 15.

Tabell 15 Föroreningsmängd (kg/år) area 4, före och efter exploatering, med och utan föreslagen rening samt reningsgrad

Ämne	Skogsmark Area 4 [kg/år]	Industrimark Area 4 - utan rening [kg/år]	Industrimark Area 4 - med rening [kg/år]	Reningsgrad
P	0,37	10	2,5	76%
N	6,7	72	26	64%
Pb	0,043	0,97	0,082	92%
Cu	0,1	1,5	0,23	85%
Zn	0,27	9,4	0,63	93%
Cd	0,0016	0,048	0,0039	92%
Cr	0,031	0,46	0,055	88%
Ni	0,048	0,59	0,076	87%
Hg	0,00013	0,0025	0,00087	65%
SS	240	3300	380	88%
Oil	1,5	79	4	95%
PAH16	0,0008	0,032	0,0034	89%
BaP	0,00008	0,0049	0,00053	89%

Den föreslagna lösningen innebär ett ytanspråk och magasinvolym enligt Tabell 16. Fördröjningsvolymen är väl tilltagen eftersom åtgärderna även här anpassats för att optimera reningen av dagvattnet. Detta kommer lämpa sig bra vid skyfall och minska riskerna för skador vid ett sådant event.

Tabell 16 Ytanspråk och magasinvolym för föreslagna lösningar

	Ytanspråk (m ²)	Magasinsvolym (m ³)
Makadamdike	2000	770
Damm	980	990
Totalt	2980	1760
Ytanspråk i procent av Area 4	4,3%	

9.4 Total föroreningsbelastning efter rening

Efter exploatering av området och implementering av föreslagna dagvattenlösningar beräknas föroreningshalterna som i Tabell 17.

Tabell 17 Total föroreningshalt ifrån planområdet före- och efter rening

Förorening	Föroreningshalt skogsmark 22 ha [µg/l]	Föroreningshalt industrimark 22 ha - utan rening[µg/l]	Föroreningshalt industrimark 22 ha - efter rening[µg/l]
P	16	240	43
N	280	1 700	510
Pb	1,8	23	1,4
Cu	4,3	36	3,9
Zn	11	220	12
Cd	0,067	1,1	0,072
Cr	1,3	11	0,87
Ni	2,0	14	1,2
Hg	0,0056	0,059	0,015
SS	10 000	78 000	5 500
Oil	65	1 900	95
PAH16	0,033	0,76	0,051
BaP	0,0033	0,12	0,0080

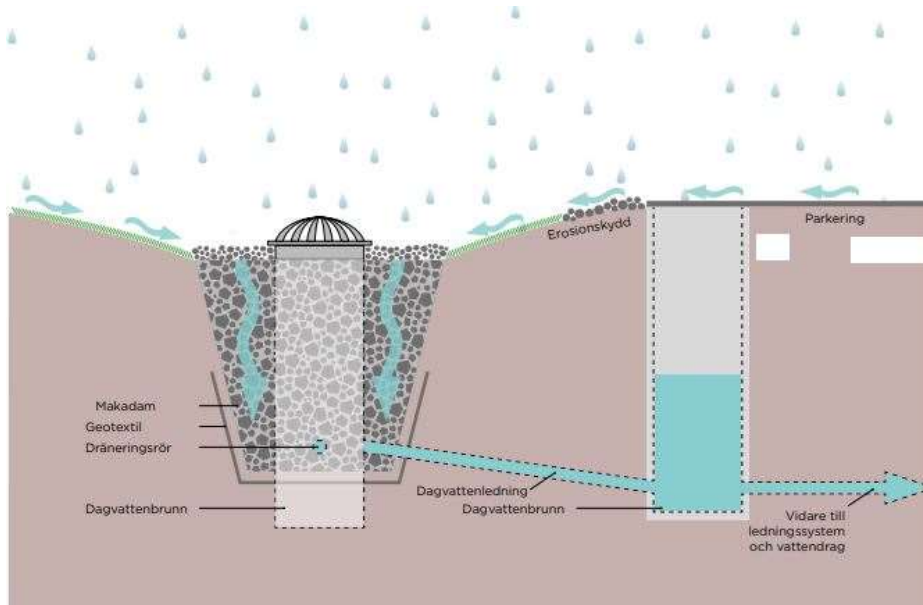
Dagvattnet från planområdet når slutligen samma recipient oavsett rinnväg inom området. I samband med att markanvändningen förändras ändras även sammansättningen på dagvatten från området. När jungfrulig skogsmark bebyggs med industri är det ofrånkomligt att inte påverka recipienten och MKN negativt, men konsekvenserna kan mildras med dagvattenhantering. Med föreslagna åtgärder bedöms konsekvenserna av exploateringen på MKN minimeras så långt som är tekniskt- och ekonomiskt berättigat.

9.5 Rekommenderade åtgärder

9.5.1 Makadamdike

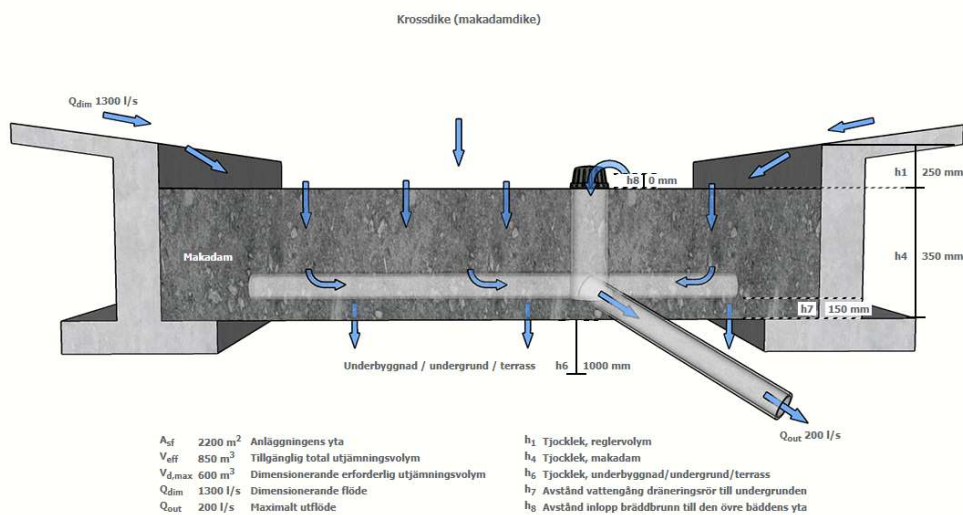
Makadamdike kan anläggas med en skålad utformning och en täckande gräsyta, se Figur 15. Under gräsytan anläggs ett dike fyllt med genomsläppligt material, vilket förslagsvis kan bestå utav makadam. Fördröjningsvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i fyllningsmassorna, cirka 30 % av den totala volymen. Ett lager geotextil skiljer makadammen från det gräsbevuxna jordlagret. I botten av diket läggs en dränledning. Bräddintag, i form av brunnar med kupolsil, kan placeras ovan den skålade gräsytan, gärna med något uppdragen överkant för ytterligare fördröjning i dikesskålen.

Avtappningen av makadamdiket sker via en dräneringsledning som läggs nära botten i fyllningen. För att tömningen av magasinet inte skall bli för snabb bör dräneringsledningens kapacitet strypas. På så vis säkerställs att inte föreskrivet maximalt utflöde överskrids. Makadammagasin kan även utföras under tät beläggning så som vägar eller parkeringar.



Figur 15. Principskiss makadamdike (Göteborg när det regnar, 2021).

Figur 16 visar dimensionerna för makadamdiket som föreslås inom Area 1. Det kan i figuren observeras att djupet av makadamfyllningen uppgår till 350 mm och reglerhöjden i det öppna diket till 250 mm.



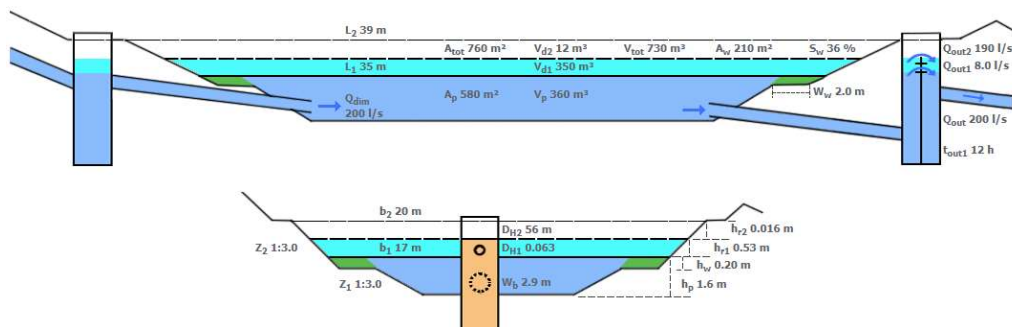
Figur 16. Dimensioner för föreslaget makadamdike till Area 1. (StormTac)

9.5.2 Dagvattendamm

En damm är generellt en konstgjord vattensamling med fördröjande effekt (Göteborgs stad, 2017). En damm kan utformas för att vara torrlagd under större delen av tiden eller ha en permanent vattenspegel. Ur reningssynpunkt är våta dammar att föredra framför torrdammar. Konstruktionen kan utformas som både hårdgjord och permeabel, det vill säga grå eller grön. Den grundläggande

utformningsprincipen för en damm är att inloppet placeras på den dimensionerande högvattenytan för dammen och utloppet vid den permanenta vattenytan som dammen önskas inneha. Dessa faktorer är betydande för den fördröjningskapacitet som dammen kommer att ha.

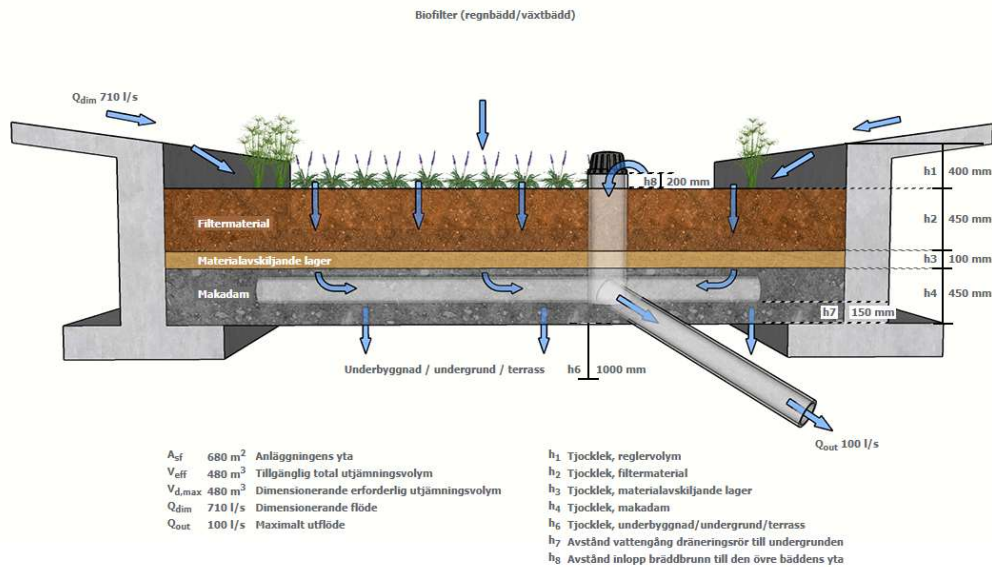
Beträffande skötsel är det väsentligt att regelbunden tömning av förorenat slam utförs, att in- och utlopp kontrolleras så att de ej är igensatta samt att renhållning av skräp genomförs frekvent. Dammar har fler fördelar än bara fördröjning och rening av dagvatten, till exempel är de gynnsamma ur biologisk mångfaldssynpunkt. I vilken utsträckning de gynnar den biologiska mångfalden beror dock på dess utformning, vattenkvalitet, om den är vattenfylld året runt samt placering. Figur 17 visar dimensionerna för dagvatten som föreslås till Area 1, samt in- och utloppshöjder.



Figur 17. Föreslagna dimensioner av dagvattendammen för försedimentering i Area 1 (StormTac).

9.5.3 Växtbädd/Regnbädd/Infiltrationsyta

Växtbevuxna infiltrationsbäddar renar regnvattnet genom både växter och filtermaterial vilket ger en mekanisk, kemisk och biologisk rening. Dessa kan anpassas efter det specifika reningsbehovet för dagvattnet. Filtermaterialets djup bör anpassas efter vilka växter man vill använda sig av. Figur 18 visar ett schematiskt upplägg på en sådan typ av lösning.



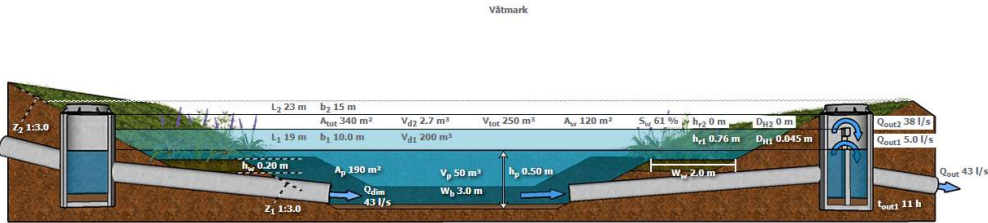
Figur 18 Schematisk bild av växtbädd/biofilter (StormTac)

9.5.4 Våtmark

Dammar och våtmarker är ur biologisk mångfaldssynpunkt den mest gynnsamma lösningen. En våtmark liksom damm används i första hand för att fördröja och rena större volymer dagvatten då de hanterar såväl vardagsregn som skyfall. Dessa två typer av anläggningar överlappar varandra men en skillnad är djupet och andel växtlighet. Dammar syftar oftast till något djupare bassänger för vattenrening medan våtmarker är grundare och innehåller vegetation både i vattenmatrisen och längs med kanter och slänter. En våtmark ska gärna vara 0,5m djup. Vid utformning av våtmark som planeras som fördröjningsmagasin ska inloppet i magasinet vara detsamma som den dimensionerande högvattenytan, dvs till den nivån man planerar att vattenytan ska kunna stiga till vid det dimensionerande regnet. Utloppsnyvån i magasinet är detsamma som normalvattenytan. När våtmarker ska anläggas är det viktigt att ha med tillgänglighetsaspekten vad gäller framkomlighet för skötselfordon att utföra arbeten i dammen. Föreslagen utformning på våtmark till area 4 kan ses i Figur 19.

Med rätt utformning kan dammar och våtmarker, utöver funktionen att rena dagvatten, bidra med biologisk mångfald, skönhetsvärden och rekreativvärden. Ur reningssynpunkt är det värdefullt med mycket växter och en stor mångfald av arter. Det finns tre huvudgrupper av våtmarksväxter: övervattensväxter (kaveldun, sjösäv), undervattensväxter (slingor, nate, vattenmörja) och flytbladsväxter (näckros, gäddnate och andmat). Andra exempel på våtmarksväxter kan vara starr och andra halvgräs, svärdsilja och fackelblomster, kaveldun, brunskära och rosendunört. Våtmarksspecifika växter ska vara estetiskt tilltalande och inte utgöras av invasiva arter.

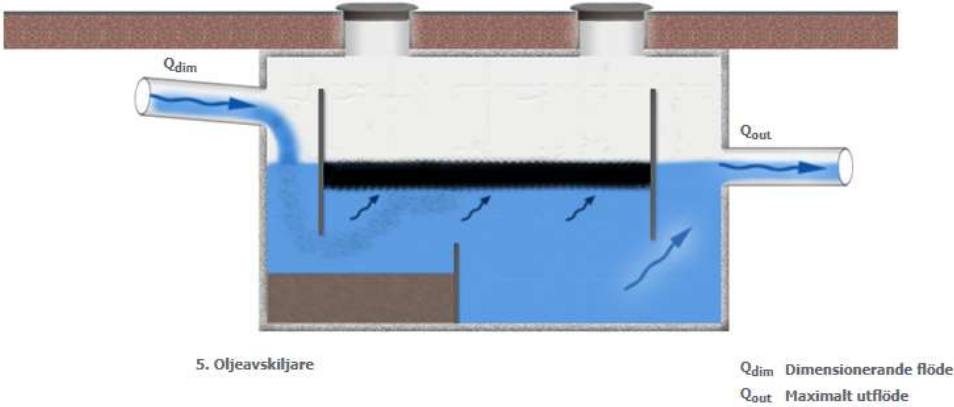
En våtmark kan kräva låg till intensiv skötselinsats beroende på utformning. Den får ej se skräpigt ut och kräver regelbunden tömning av förorenat slam. Därtill måste brunnar, in- och utlopp samt bräddavlopp kontrolleras med jämna mellanrum.



Figur 19 Föreslagen utformning på våtmark till Area 4 (StormTac)

9.5.5 Oljeavskiljare

En oljeavskiljare är en konstruktion som dagvattnet flödar genom och som med hjälp av densitetsskillnader avskiljer olja. I ett sandfång fångas även sand och slam. Den bidrar inte till någon fördröjning men renar dagvattnet ifrån olja och bör placeras vid större parkeringsplatser eller för att hantera vatten från större vägar med uppställningsplats, dvs där det finns risk för att dagvattnet förorenats med oljerester. De fungerar bäst vid vardagsregn samt vid höga föroreningshalter och bör placeras tämligen tidigt i kedjan av åtgärder för att bäst skydda nedströms anläggningar från oljerester. Anläggningen kräver inget ytanspråk och har låg till måttlig skötselinsats, men behöver ses över och tömmas 1–2 gånger per år.



Figur 20 Schematisk bild på en oljeavskiljare (StormTac)

9.6 Övriga förslag, tillägg och kompletterande lösningar

I denna utredning har det främst fokuserats på större gemensamma lösningar för att omhänderta dagvattnet. När mer detaljer kring hur området ska användas framkommer kan flera tillägg göras för att komplettera fördröjningen och reningen inom området. Exempelvis:

- Permeabla beläggningar, exempelvis kan man minska avrinnande vatten genom att göra väg och parkeringsytor genomsläppliga. Det finns flera typer av dränerande beläggningar: hålsten av betong, Pelleplattor (plastraster med gräs eller grus i hålen), betongraster (med gräs eller grus i hålen) eller permeabel asfalt. Vattnet som släpps igenom tas upp av ett underliggande makadammagasin som sedan avleder det till internt ledningsnät eller dike som för vattnet vidare till större fördröjningsmagasin/damm och rening. Denna lösning rekommenderas inte för mycket förorenat dagvatten då marken till viss del blir recipient och reningsgraden inte är så hög. Dessa beläggningar kräver underhåll då risken för igensättning är stor.
- Mittytan i en rondell eller vändplats framför en huvudentré kan vara nedsänkt i förhållande till gatans nivå så att ytan kan användas för dagvatten eller skyfallshantering.
- Prioritera gräs- och grönytor med växter som ger ett flödesmotstånd för vatten samt avskiljer föroreningar. De är även estetiskt tilltalande och bidrar till biologisk mångfald.
- Gröna tak dämpar flödestoppar, främst för mindre regn samt ökar den ekologiska mångfalden i området. Kräver en del underhåll.

9.6.1 Bortvalda lösningar

Underjordiska magasin och avledning har valts bort främst eftersom utsläppspunkterna till befintliga diken från planområdet ligger i marknivå. Nedgräva lösningar vore därmed opraktiska då man riskerar att behöva pumpa dagvattnet till utsläppspunkten. Dessutom har dessa typer av lösningar ofta sämre rening och inte samma goda inverkan på ekologin i området som öppna dagvattenlösningar. Även den relativt höga grundvattennivå är en anledning till att underjordiska magasin bör undvikas. Vid den miljötekniska markundersökningen (avsnitt 2.3.1) uppmättes djup på 0,76-1,5m. Dessa mätningar gjordes sommartid och högre grundvattennivåer kan väntas då det är vår.

Översilningsytor har också valts bort, främst på grund av ytanspråket det kräver samt att det lämpar sig för bättre för mindre områden som gator, parkeringsplatser och torgytor.

9.6.2 Utbyggnad av ledningsnät

Beräkningarna i denna utredning bygger på att behålla befintliga utlopp ifrån området. Ska detta vatten i stället för att tas upp av diken ledas bort i ledningar (dvs nytt ledningsnät för dagvatten ut till området) bör de dimensioneras för att

klara vissa krav. För ett 10-årsregn och förutsatt att erforderlig fördröjningsvolym uppfylls ska ett ledningsnät kunna ta emot följande flöde: från area 1: 79 l/s, area 2: 21 l/s, area 3: 23 l/s och area 4: 56 l/s. Huvudledningen bort från området måste ha kapacitet för totala flödet från området på 179 l/s enligt dessa beräkningar. Ledningar bör dimensioneras med marginal för att ta höjd för utebliven drift och underhåll av de byggda åtgärderna för dagvattenhantering och ifall magasineringsvolymen inte blir så stor som tänkt. De föreslagna lösningarna kräver drift och underhåll för att fungera som planerat. Vad som också behöver beaktas ifall ledningsnät byggs ut är till vilken recipientvattnet leds. Fördelaktigt är om det kan vara samma som det tidigare, i annat fall kan det ses som vattenverksamhet vilket måste godkännas av länsstyrelsen.

10 Skyfallssituation efter exploatering

Då detaljplanen för området fortfarande är i ett tidigt stadie går det endast att identifiera potentiella risker och generella åtgärder vad gäller skyfall. I vidare planeringsarbete måste skyfallsleder och en plan tas fram för hur regnvattnet kan rinna ytligt då dagvattensystemen går fulla. I nuläget finns inte tillräckligt underlag för att utföra en sådan analys. Med en genomtänkt, robust höjdsättning och ytor avsatta för att kunna översvämmas kan skyfall hanteras på ett lämpligt sätt.

I planarbetet bör borttagande av befintliga lågpunkter beaktas då dessa vattenvolymer i stället behöver fördröjas på annan plats inom planområdet för att inte försämra för nedströms bebyggelse. Vid analysen i Scalgo som visades i Figur 12 och Tabell 4 kan det totalt samlas 1742m³ vatten i lågpunkter inom planområdet. Enligt Tabell 8 i avsnitt 7 *Fördröjningsbehov och magasinsvolym* uppgår den sammanlagda vattenvolymen som behöver fördröjas till 2129 m³ medan de föreslagna åtgärderna har en total kapacitet på 4762 m³. Därmed kommer de bortbyggda vattenvolymen kunna hanteras av de olika åtgärderna, varpå ingen försämring av skyfallssituationen nedströms planområdet bör uppstå. Magasinsvolymerna har god marginal eftersom dagvattnet behöver renas i hög grad vilket även är utmärkt ur skyfallssynpunkt. Därmed anses kravet på att inte påverka nedströmsområde negativt uppfyllt. Vad som dock måste anmärkas är att trummorna under väg 697 inte har några inmätta höjder. Tröskelnivåerna som antagits kan därför vara felaktiga vilket kan leda till att antingen större eller mindre mängder vatten samlas innan de når lågpunkternas tröskelnivå. Detta i sin tur påverkar vilken vattenmängd som kan ansamlas.

Då bebyggelse på planområdet ej ännu är fastställd går inte med säkerhet att säga något om eventuellt instängda områden. Det blir därför viktigt att planera bebyggelsen så att avrinning kan ske från byggnaderna till de tänkta avvattningsstråken. Det är viktigt att vatten inte ansamlas mot en byggnad eller fasad, vilket kan säkerställas genom strategisk placering och utformning av byggnader samt genom god höjdsättning. Enligt riktlinjer i Svenskt Vatten P105 bör de närmaste tre meterna ifrån en fasad luta med 5% och därefter >1%.

11 Slutsats och rekommendationer

I denna utredning har det främst fokuserats på större gemensamma lösningar för att omhänderta dagvattnet. Det är ett stort område som ska exploateras och därmed blir det stora volymer dagvatten att ta om hand. Generellt är förslagen på dagvattenåtgärderna placerad utmed vägar samt längs plangränsen. I framtida planarbete och detaljplanering kan placeringen av dessa anpassas efter hur fastighetsbildningen bestäms. Planområdet utgörs endast av kvartersmark vilket gör att skyldigheten för att uppnå och bibehålla god dagvatten- och skyfallshantering åligger de enskilda fastighetsägarna. Exploatören eller exploatörerna bör ansvara för anläggning av adekvata dagvattenåtgärder inom kvartersmark medan fastighetsägarna ansvarar för drift och underhåll av dessa.

Enligt beräkningarna som genomförts i kapitel 6, 7 och 8 behövs en erforderlig fördröjningsvolym på 2129 m³, baserat på att exploateringen ej ska öka belastningen på befintliga diken eller nedströms område. Då reningsprocessen är dimensionerande för planområdet blir den tillgängliga fördröjningsvolymen inom planområdet 4762 m³, vilket uppfyller kravet.

Beträffande föroreningar påvisar utförda föroreningsberäkningar att exploateringen medför en ökning av föroreningshalt och föroreningsmängd inom planområdet. Därav bedöms det väsentligt att implementera dagvattenrenande åtgärder för att i så stor utsträckning som möjligt uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN). De åtgärdsförslag som rekommenderas är att inom Area 1 införa en försedimenteringsdamm och en dagvattendamm, samt konstruera ett makadamdike för att leda dagvattnet inom delområdet till nämnda anläggning. Dagvatten från delområde 2 och 3 avleds via infiltrationsdike och makadamdike till en våtmark. Slutligen så avleds dagvatten från area 4 genom makadamdiken till en sedimentationsdamm. Resultatet för den framtida föroreningssituation, inklusive applicerade dagvattenåtgärder, påvisar att reningsgraden blir mellan 75–96% för samtliga föroreningsämnen som utretts i denna rapport. Vidare bedöms resultatet vara acceptabelt med anledning av att försämringen till stor del beror på den nya markanvändningen. Fler typer av dagvattenåtgärder kan vara aktuella för att komplettera de hittills föreslagna och bör utredas i vidare detaljplanering.

Gällande skyfallssituationen ger den större fördröjningsvolymen möjlighet att bygga bort lågpunkter i samband med exploateringen, då lågpunktsvolymerna till stor del kan täckas av det överskott av fördröjningsvolym som föreslås inom planområdet. Vidare rekommenderas beställaren att se över utformningen av planområdet och planerade skyfallsytor och skyfallsleder. I framtida detaljplanering bör en god, robust och genomtänk höjdsättning av mark göras som förhindrar vattenansamlingar kring byggnader och instängda områden.

Slutligen är förslagen dagvattenhantering baserad på presenterade förutsättningar och rekommenderas därmed att uppdateras i takt med att planeringen av planområdet når en högre detaljgrad.

12 Referenser

Göteborgs stad. 2017. *GÖTEBORG NÄR DET REGNAR – En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*.

Länsstyrelsen. 2022. *EBH-kartan*. Hämtad från: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=46cb29e18ffc47f9a9f136c5f4798e2c> [2022-05-10]

Länsstyrelsen Västra Götalands län, *Vattenarkivet*, Hämtad från: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=6ab7fcca7c3e45ad8d84ebd38bd962ad> [2022-05-14]

Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*.

Stockholm: Svenskt vatten AB.

Scalgo. 2022-05-14. Scalgo Live.

StormTac. 2022-06-14 och *Guide StormTac Web*.

Thomas Larm, StormTac AB och Godecke Blecken, Luleå tekniska universitet, *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten* [2019] Svenskt Vatten AB,

Trafikverket, *VGU Vägar och gators utformning*, Publikationsnummer 2022:001

VISS. 2022. *Vatteninformation i Sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen.

Våtmarksguiden, *Vegetation som gynnar reningen*, Hämtad från: <http://vatmarksguiden.se/projekt/vegetation-som-gynnar-reningen/#flytbladsvaxter> [2022-06-14]

Vänersborgs kommun, *Riktlinjer och policy för dagvattenhantering i Vänersborgs kommun*. Hämtad från <https://www.vanersborg.se/bygga-bo--miljo/kretslopp--vatten/vattentjanster/avloppsvatten/dagvatten-och-draneringsvatten.html> [2022-05-06]