

STENUNGSUNDS KOMMUN

KVARNHÖJDEN

VA-DAGVATTEN OCH SKYFALLSUTREDNING

REVIDERAD 2023-12-06

2023-04-04



wsp

Stenungsunds Kommun

KONSULT

WSP Sverige AB

Box 130 33

412 50 Göteborg

Org nr: 556057-4880

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Erik Rokke	<erik.rokke@stenungsund.se>
Fabiana Tomé	<fabiana.tome@stenungsund.se>
Per Norberg	<per.norberg@wsp.com>
Charlotta Berglund- Leissner	<charlotta.leissner@sweco.se>

PROJEKT
Kvarnhöjden

UPPDRAGSNAMN
Kvarnhöjden VA Dagvatten

UPPDRAGSNUMMER
10349768

FÖRFATTARE
Per Norberg

DATUM
2023-04-04

ÄNDRINGSDATUM
2023-12-06

GRANSKAD AV

GODKÄND AV

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	5
2	Bakgrund	7
2.1	Syfte	7
3	Förutsättningar för VA och dagvattenhantering	8
4	Befintliga förhållanden	8
4.1	Övergripande beskrivning	8
4.2	Topografi och avrinningsområden	8
4.3	Geologiska förhållanden	11
4.4	Verksamhetsområde	12
4.5	Markägarförhållanden	12
4.6	Övriga genomförda utredningar	12
4.7	Observationer vid fältbesök	12
4.8	Flödesvägar och instängda områden	12
4.9	Befintliga VA- och dagvattenanläggningar	16
4.10	Recipient och recipientstatus	17
4.10.1	Anråse å	18
4.10.2	Hake fjord	19
4.11	Dikningsföretag	20
5	Framtida förhållanden	20
6	Beräkningar dricks- och spillvatten	21
6.1	Dricksvatten	22
6.2	SPILLVATTEN	23
7	Beräkningar dagvatten	26
7.1	Dimensionerande flöden, befintlig situation	26
7.1.1	Delområde 1	27
7.1.2	Delområde 2	27
7.1.3	Delområde 3a	27
7.1.4	Delområde 3b	28
7.1.5	Framtida angöring mot väg 574	28
7.1.6	Delområde 4	29
7.2	Beräknade flöden, framtida situation	29
7.2.1	Delområde 1	31

7.2.2	Delområde 2	31
7.2.3	Delområde 3	31
7.2.4	Angöringsväg till väg 574	32
7.2.5	Delområde 4	33
7.3	Beräkning av fördröjningsvolym	33
7.3.1	Delområde 1	34
7.3.2	Delområde 3	34
7.3.3	Angöringsväg till väg 574	35
7.3.4	Delområde 4	35
7.4	Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll	36
7.4.1	Vulserödsbäcken	36
7.4.2	Anråse å	37
7.4.3	Hake fjord	38
8	Förslag till dagvattenhantering	41
8.1	Övergripande principer	41
8.2	Vägar/allmän plats - Diken	41
8.3	Norra delen	42
8.4	Centrala delen	46
8.4.1	Dränering	49
8.5	Tekniska funktioner	50
8.5.1	Dammar	50
8.5.2	Gräsdiken/Krossdiken	50
8.5.3	Makadammagasin	51
8.5.4	Granulatfyllda rörmagasin	51
8.6	Skyfallsanalys	52
8.6.1	Befintlig situation	52
8.6.2	Framtida situation	54
9	Konsekvenser av föreslagna åtgärder	58
9.1	Vulserödsbäcken	59
9.2	Hake fjord	60
9.3	Konsekvenser av planförslaget på miljö kvalitetsnormerna för ytvatten	62
10	Diskussion	62
10.1	Behov av vidare utredning	63
11	Referenser	64
12	Bilagor	65

1 SAMMANFATTNING

WSP Sverige AB har fått i uppdrag av Stenungsunds kommun att utreda förutsättningarna för VA samt dagvattenhantering och skyfallshantering för planområdet Kvarnhöjden; fastigheterna Kyrkeby 3:34 och Kyrkeby 4:2 i Stenungsunds kommun. Syftet med planen är att möjliggöra för drygt 450 bostäder och förskoleverksamhet/äldreboende inom planområdet. Beräkningar avseende framtida dricks- och spillvattenförbrukning baseras därvid på knappt 900 personer.

Bebyggelseplanerna för Kvarnhöjden har pågått under flera perioder och planen upphävdes 2021. Sedan oktober 2021 är nu planarbetet återupptaget i justerat förslag. Det aktuella bebyggelseförslaget påminner i vissa delar om tidigare bebyggelseförslag; bl a har bygghöjder begränsats i vissa delar. Föreslagna vägars lägen liknar i nuvarande förslag tidigare förslag. Bebyggelseförslaget är under utveckling; generellt är föreslagen bebyggelse i nuvarande förslag något glesare än tidigare förslag. Tomtmarken är inte höjdsatt i aktuellt förslag. Dagvatten och VA i det aktuella området har utretts av WSP i olika omgångar sedan 2012. Delar av de uppgifter gällande befintlig situation som beskrivs i detta PM är hämtat från de VA- och dagvattenutredningar som tagits fram av WSP mellan 2012 och 2019. Underlag till analyser gällande områdets påverkan vid skyfall har delvis hämtats från tidigare skyfallsutredning för planområdet från 2017. Då bebyggelseförslaget är under utveckling kan beräkningar avseende VA komma att behöva göras om då förslaget fått färdig form.

Det bedöms att planområdet kommer att behöva bli ett kommunalt verksamhetsområde för VA i samband med exploatering.

Nya dricksvattenledningar föreslås ansluta till befintligt ledningsnät vid två platser; dels vid väg 574 och dels vid Ranehedsvägen. Rundmatning rekommenderas. Inget behov av tryckstegring bedöms vara nödvändigt. Det uppskattas att det behövs 11 brandposter för att tillgodose räddningstjänstens behov av släckvatten.

Lämpligen avleds spillvatten till samma punkter som dricksvattenledningar. I norra delen av planområdet kommer spillvattenavledningen inte att kunna ske med självfall till kommunal ledning. En pumpstation för spillvatten föreslås därför, norr om föreslagen bebyggelse. Några nya tomter i den sydvästra delen kan även få svårt att avleda spillvatten från tomten till ledning i gata. För ett fåtal tomter kommer därvid pumpning att krävas. En pumpstation för dessa tomter föreslås söder om föreslagen förskola/äldreboende. Alternativt avleds spillvatten via s k LTA-system.

Dagvatten från planområdet avrinner till flera recipienter. I norra delen avrinner större delen till Vulserödsbäcken. Bäckens mynnar i Anråse å, strax uppströms utloppet i Hake fjord. I centrala och södra delen sker avrinning via diken och över breda ytor mot Hake fjord. Området innehåller flera större lågzoner i form av myrar, och våtmarker. Diken som avtappar vatten från lågzoner inom planområdet ligger delvis på privat mark. En separat recipientutredning finns framtagen där beräkningar och förslag i detta dokument beaktats avseende framtida föroreningsbelastningar och recipientstatus.

Beräkningar av dagvattenflöden är i denna utredning baserade på återkomsttiden 2 och 20 år. Fördröjningsbehovet är beräknat utifrån att framtida dagvattenflöden inte ska öka mer än befintliga flöden vid två års återkomsttid upp till framtida regn med 20 års återkomsttid. Exploateringen medför att andelen hårdgjorda ytor i form av tak, vägar etc. ökar, vilket innebär att det dagvattenflöde som genereras i planområdet kommer att öka. Även förväntat framtida varmare klimat med förväntad ökad nederbörd leder till flödesökningar. För att inte försämra status i recipienterna behöver utgående dagvatten även renas.

Föreslagna dagvattenlösningar innebär att avvattning från vägar och, i möjligaste mån, från tomtmark avvattnas via diken till samlade fördröjningsanläggningar som i första hand är två dammar samt ett makadammagasin. Från dessa anläggningar kan kontrollerad avtappning ske mot recipient/ledningsnät.

I andra hand kan samlad fördröjning ske via diken till i underjordiska makadammagasin innan avtappning mot recipient/ledningsnät.

Resultatet av föroreningsberäkningarna visar att om dagvatten leds via gräs- och krossdiken följt av damm kan mycket goda reningseffekter uppnås. Det andra alternativet med diken följt av makadammagasin ger även mycket god rening – dock renas fosfor något bättre i dammar än i makadammagasin. Dammar behöver anläggas med omsorg för att optimal rening ska kunna ske.

Planområdets förmåga att hantera skyfall är i dagsläget god då de lågzoner som ligger inom planområdet har en fördröjande effekt på avrinningen. Eftersom aktuellt bebyggelseförslag saknar höjdsättning är det i dagsläget ej genomförbart att visualisera och detaljerat analysera vilka konsekvenser framtida skyfall i form av 100-årsregn får i planområdet samt nedströms. I tidigare skyfallsutredning gjordes ett antal förenklade modifieringar i dåvarande bebyggelseförslag där tomternas markhöjder höjdes i förhållande till föreslagna våghöjder. Resultatet visade att nya tomter inte riskerade att översvämmas – ett antal problemområden lokaliserades dock. I nuvarande bebyggelseförslag finns färre tomter placerade i lågzoner. Om de lågzoner som inte bebyggs tillåts fungera som översvämningszoner är bedömningen att planområdet, i det aktuella bebyggelseförslaget, har en bättre förmåga att kvarhålla skyfallsvatten än tidigare bebyggelseförslag. Nedströms områden riskerar därmed inte att få en sämre situation vid skyfall.

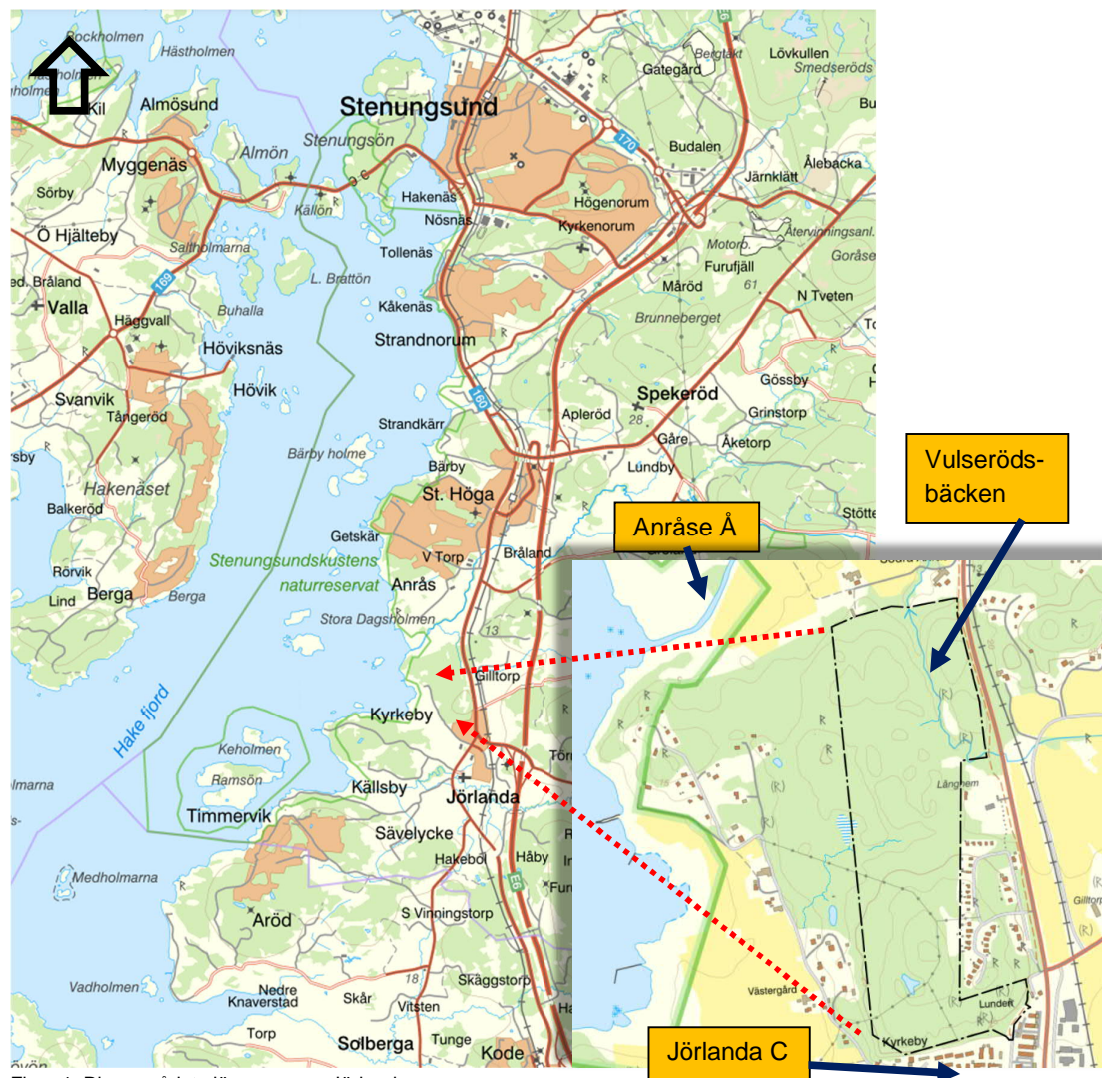
Det bostadsområde som ligger rakt söder om aktuellt planområde riskerar redan idag problem vid skyfall. Åtgärder, i form av skyfallsdiken eller liknande, behöver därvid vidtas i södra delen, så att nedströms område inte får en förvärrad situation. I föreliggande utredning presenteras ett förslag om skyfallsdike.

Avrinningen från de lågzoner som bevaras behöver kontrolleras så att det vatten som rinner ut från lågzonerna inte påverkar framtida bebyggelse negativt. En kontrollerad avtappning föreslås där eventuell bräddning sker via nya diken.

För att få en bättre bild av hur framtida skyfall påverkar aktuellt planområde samt nedströms områden behöver planområdet höjdsättas både avseende vägar och tomtmark. Efter detta kan en förnyad analys utföras för att studera påverkan inom och utanför planområdet. Det finns emellertid goda förutsättningar för att hantera skyfall inom planområdet även efter exploatering då stora ytor inom planområdet reserveras för natur.

2 BAKGRUND

Planarbetet gällande Kvarnhöjden återupptogs hösten 2021 efter att har upphävts tidigare samma år. WSP har utrett VA och dagvatten för det aktuella planområdet 2012 (en första del som anger förutsättningar), samt 2018 (reviderad 2019), baserad på dåvarande bebyggelseförslag. En skyfallsutredning är även utförd 2017. I samband med att planarbetet återupptogs 2021 har bebyggelseförslagen justerats. Denna VA- och dagvattenutredning tar sin utgångspunkt i tidigare VA-utredningar och har anpassats efter nuvarande förslag till bebyggelse inom planområdet. Planprocessen befinner sig nu i samrådsskedet och detaljplanearbete pågår. Planområdets lokalisering framgår av figur 1.



Figur 1. Planområdets läge norr om Jörlanda.

2.1 SYFTE

Syftet med denna utredning är att utreda förutsättningar för att kunna skapa ett robust och hållbart VA- och dagvattensystem inom planområdet i samband med exploatering. Framtida dagvattenhantering ska inte påverka VA-anläggningar eller nedströms områden negativt. Föreslagna lösningar ska vara miljömässigt hållbara. Framtida extremnederbörd ska inte förvärra situationen för nedströms områden.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VA OCH DAGVATTENHANTERING

Planområdet ligger idag utanför kommunalt verksamhetsområde för VA. Ledningsnät för dricks- och spillvatten finns längs väg 574 i öster samt söder och sydost om planområdet. Aktuellt vattentryck i anslutning till planområdet är tillfredsställande och kommer förbättras när Stenungsunds och Kungälv kommuns vattenledningsnät kopplas samman. Spillvatten från Jörlanda avleds till Strävlidens avloppsreningsverk, ca 12 km från aktuellt område. I Jörlanda centrum, söder om planområdet, finns även ledningsnät för dagvatten. Dagvatten från ledningsnät i norra Jörlanda avleds mot Hake fjord.

Stenungsunds kommun har en VA-policy, beslutad 2022-02-03. Dagvattenplan och skyfallsplan är under framtagande. I kommunen finns i dagsläget inte några riktvärden att förhålla sig till avseende dagvattenkvalitet. I denna utredning har de riktvärden avseende förorenande ämnen i dagvatten som tagits fram av Miljöförvaltningen i Göteborgs stad (RH 2020) använts som vägledande i föroreningsberäkningarna. Avseende dagvattenkvaliteten görs även bedömningar kopplade till status i berörda recipienter enligt bedömningsgrund i HVFMS 2019:25, och med beaktande av närliggande Natura 2000-område.

Dagvattenavrinningen från planområdet sker idag via privat mark. Det bedöms därför vara en förutsättning att de förslag till dagvattenhantering som tas fram inom planområdet innebär att områden nedströms planområdet inte ska drabbas av ökade dagvattenflöden högre än befintliga flöden vid tvåårsregn upp till framtida flöden med återkomsttid 20 år. Planområdet och nedströms områdets förmåga att hantera skyfall ska inte heller försämrats eller försvåras till följd av exploateringen. Angränsande kommunalt ledningsnät bedöms ha kapacitet att hantera flöden från regn med två års återkomsttid.

Inga markavvattningsföretag finns inom planområdet.

För analys av rinnvägar och beräkning av dagvattenflöden har Lantmäteriets höjddata använts med upplösningen 1*1 meter. För framtida markanvändning saknas preliminär höjdsättning frånsett vägar som är höjdsatta. Framtida flödesvägar och gränsen mellan avrinningsområden i framtiden är därför gjord med befintliga markhöjder som bas samt med vissa antaganden, kopplade till föreslagna vägsträckningar mm.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

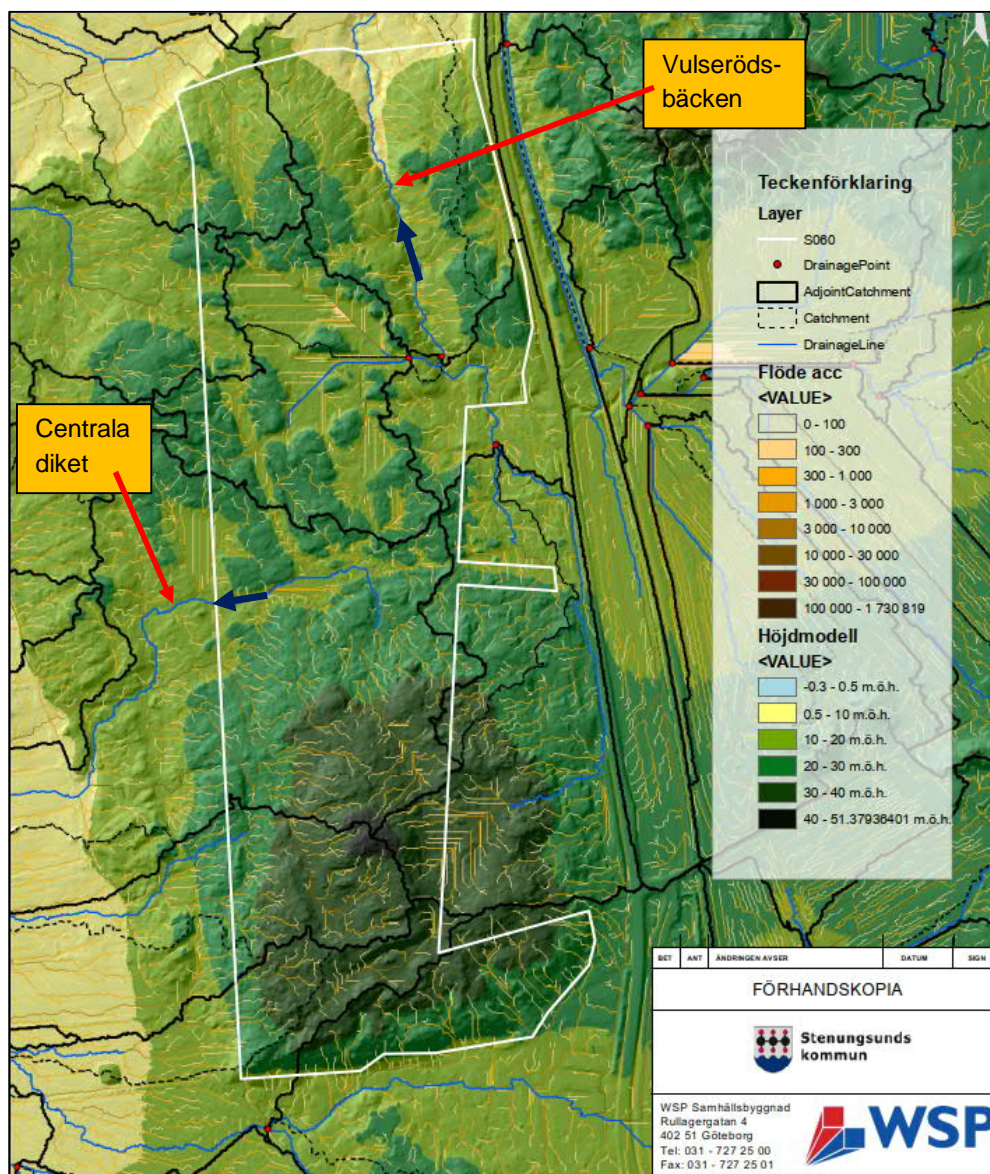
4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Planområdet upptar en yta om 34,86 hektar och ligger strax norr om Jörlanda centrum. Marken utgörs av ett skogsområde med uppstickande bergpartier. Området avgränsas i norr av två större fastigheter i Södra Anrås. I nordost utgör väg 574 gräns. I öster och sydost gränsar planområdet till sommarstugeområdet Kvarnhöjden, i söder går gränsen mot bebyggda tomter mellan Kyrkebyvägen och Ranehedsvägen. Den västra plangränsen går i gränsen mot fastighet Källsby 5:3 och Kyrkebyområdet, se figur 1.

4.2 TOPOGRAFI OCH AVRINNINGSSOMRÅDEN

Alla höjdangivelser i detta PM anges i höjdsystemet RH2000. Marken består av ett antal höjdparter samt lågzoner och lågstråk som går i nord-sydlig riktning och i öst-västlig riktning. Högsta punkt ligger i södra delen där en bergknalle når upp till +42,5 m ö h. Området har flera låglänta områden. Centralt i området finns ett mindre dike som avvattnar ett lågstråk och där ligger markhöjden på +18,6 m ö h vid

plangräns. I nordöstra delen sluttar marken bitvis brant ned mot Vulserödsbäcken. Bäckan ansluter till planområdet i planområdets östra del och lämnar planområdet i norra delen. Där bäcken ansluter till planområdet är markhöjden ca +16 m ö h och där bäcken lämnar området är markhöjden mindre än + 5 m ö h. I norra delen av planområdet finns generellt de lägst liggande partierna med markhöjder omkring + 5--10 m ö h. Vid ett större lågzonsområde i norra delen ligger markhöjden runt + 18 m ö h. Marken lutar således i flera riktningar. En lågpunktskartering utförd 2012 visar att området har flera vattendelare; avrinnande vatten har flera recipienter. Den avrinning som inte sker diffust rinner via Vulserödsbäcken och ett mindre dike (kallas fortsättningsvis centrala diket). I söder sker diffus avrinning mot nedströms bostadsområde (Kyrkeby).



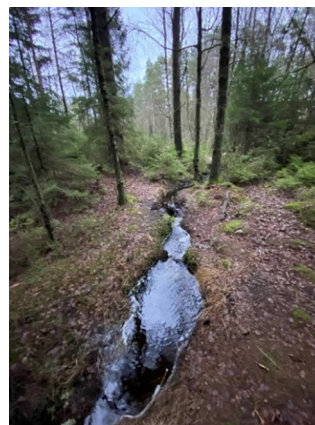
Figur 2. Lågpunktskartering från 2012 utförd i ArcGis. Vita linjer utgör *tidigare* plangränser. Huvudavrinningsriktningar visas i mörkblå pilar.



Figur 3. Vulserödsbäcken, januari 2023.



Figur 4. Inflöde till Vulserödsbäcken från större lågzon i norr (inringad i infälld bild).

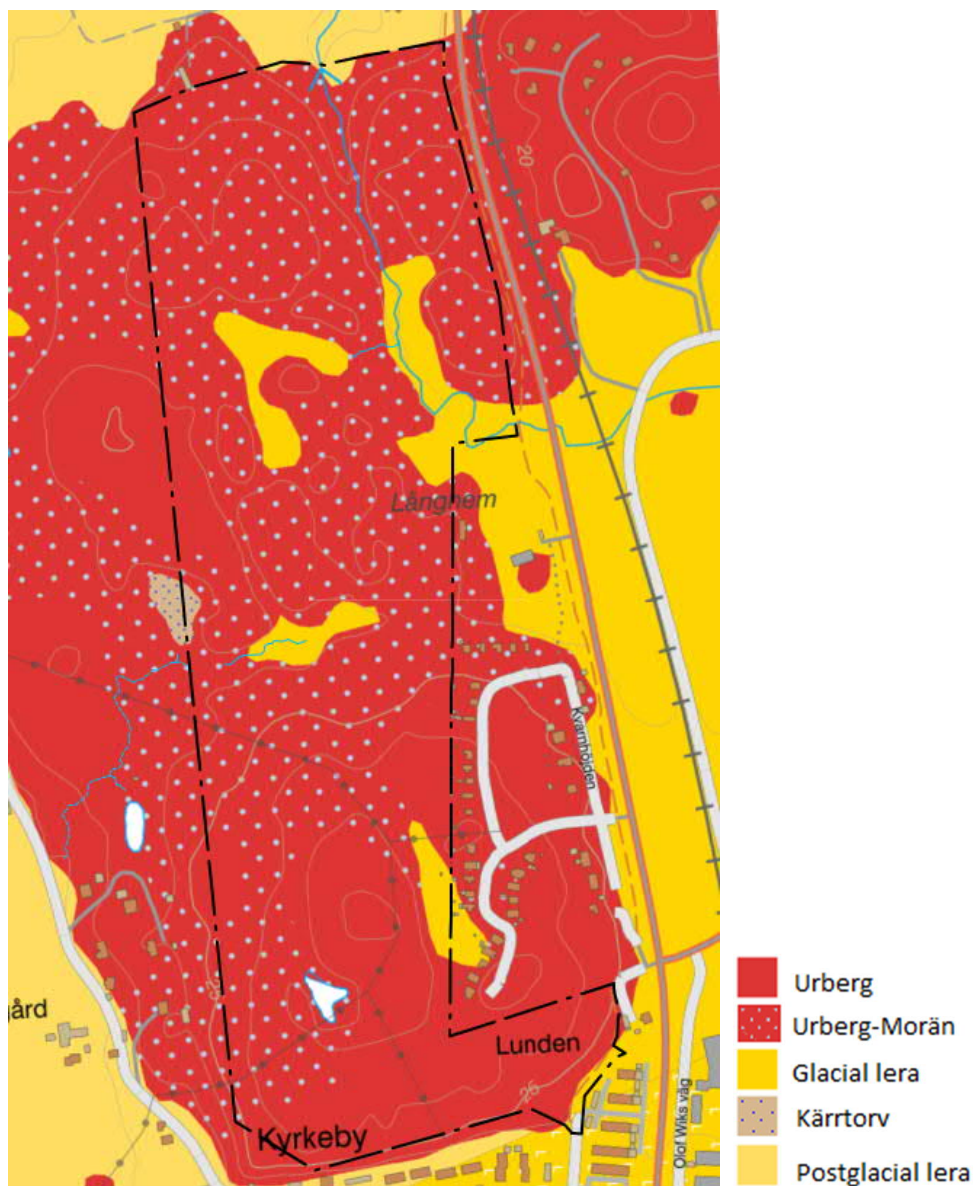


Figur 5. Mosse centralt med avvattning via centrala diket västerut.

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Geotekniska utredningar för planområdet är utförda av WSP år 2007 samt av EQC group 2014. Området är till största delen skogsbeklätt och utgörs av ett ur omgivningen uppstickande bergparti med generell tunt jordlager (mull med underliggande sand eller siltig lera). I områdets östra del uppträder ett mindre område med mäktigare jordlager som bildar ängs- och åkermark. I svackor i berggrunden uppträder några mindre kärr och våtmarker med torvförekomst och kohesionsjord. Glacial lera förekommer i gränsen till sommarstugeområdet i öster samt i områdets centrala del och i området nära Vulserödsbäcken i nordost. EQC gör bedömningen att möjligheten till lokalt omhändertagande av dagvatten är liten. Grundvattennivåer är okända men bedöms ligga i underkant av torrskorpsleran.

SGU:s kartvisare visar att marken till största delen består av urberg med moränlager samt lera, se figur 6. Genomsläppligheten bedöms som medelhög till låg. Ingen förorenad mark finns inom planområdet enligt EBH-kartan, Länsstyrelsen.



Figur 6. Jordartskarta. Källa: SGU

4.4 VERKSAMHETSOMRÅDE

På grund av områdets storlek och förtätningsgraden är det sannolikt att verksamhetsområde för såväl dagvatten som dricks- och spillvatten måste inrättas för planområdet.

4.5 MARKÄGARFÖRHÅLLANDEN

Marken inom planområdet är till ca en tredjedel i kommunal ägo. Flera angränsande fastigheter är privatägda.

4.6 ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR

VA-och dagvattenutredningar är utförda för aktuellt planområde 2012 (översiktlig utredning) samt 2019 i samband med tidigare planarbete (WSP) . 2017 utfördes även en skyfallsutredning av WSP i samband med dåvarande planarbete. Geotekniska och bergtekniska utredningar har även genomförts.

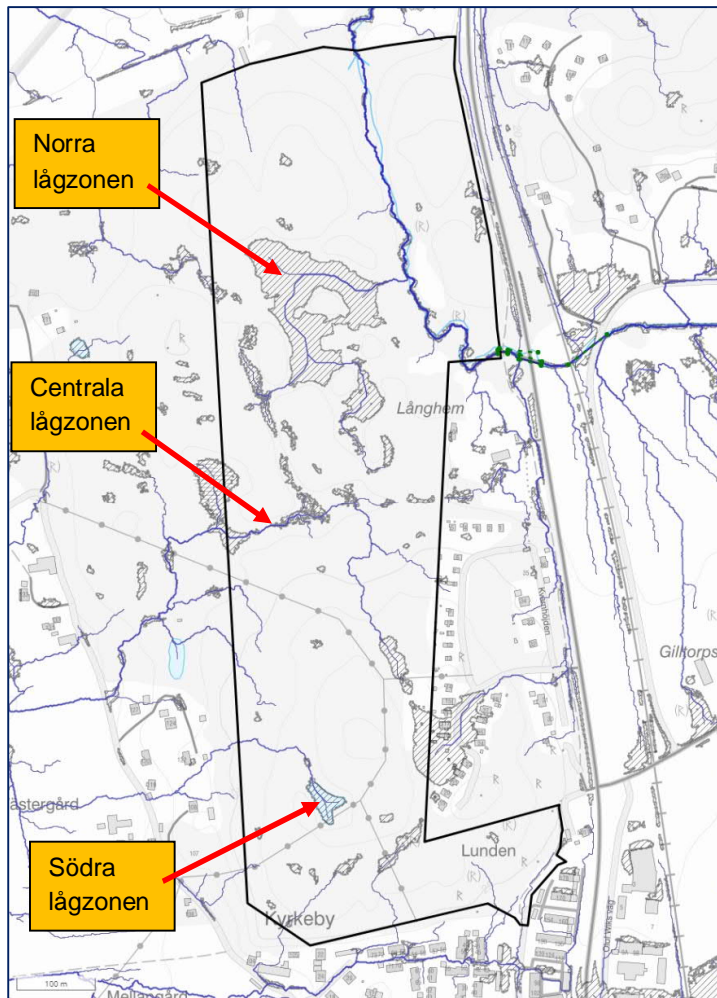
4.7 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK

Fältbesök utfördes i januari 2023 efter en nederbördsrik tid. Vid fältbesöket lokaliserades de stora blöta områden som beskrivs i kapitel 4.8. Även det mindre dike som avvattnar planområdets centrala del västerut noterades och det konstaterades att diket avslutas med en trumma/ledning under Kyrkebyvägen. I lågzonerna finns det på flertalet ställen växtlighet som tyder på konstant stående vatten.

Det finns även ett slående stort antal äldre stenmurar uppförda i området, vilket indikerar tidigare mänsklig aktivitet i området.

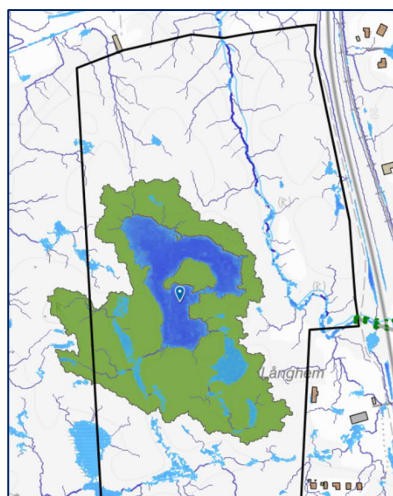
4.8 FLÖDESVÄGAR OCH INSTÄNGDA OMRÅDEN

Planområdet innehåller ett stort antal låglänta områden som inte torkar ut helt; vatten blir stående i dessa områden i olika utsträckning. Tre av dessa lågzoner är något större och nämns i detta kapitel. Dagvatten som faller på, eller rinner till dessa lågzoner, kommer att bromsas upp; zonerna fungerar som naturens egna fördröjningsmagasin. Vid intensiva regn som uppkommer efter torrperioder finns därmed sannolikt plats för vattennivåerna i lågzonerna att stiga. Avtappningen sker då långsamt och med fördröjning. Om det motsatta förhållandet råder (efter långvariga regn) vattenmättas lågzonerna, och flödet ut från dessa kan då öka markant.



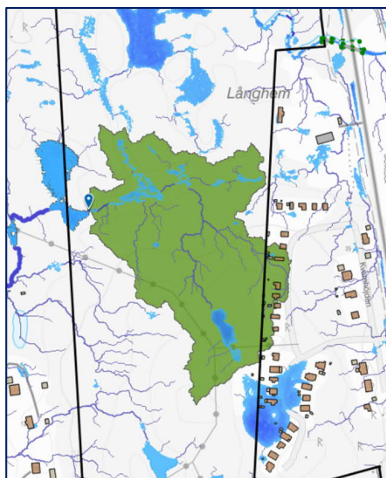
Figur 7. Lågzoner i planområdet, skrafferade med grått. Blå linjer visar rinnvägar. Källa: Scalgo Live

Den norra lågzonen har ett tillrinningsområde på ca 6,8 hektar, se figur 8. Avtappning från lågzonen sker i viss mån österut, mot Vulserödsbäcken, se även figur 4.



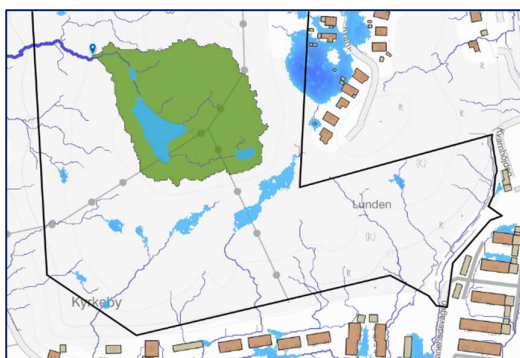
Figur 8. Norra lågzonens tillrinningsområde markerat med grönt. Källa: Scalgo Live.

Den centrala lågzonen har ett tillrinningsområde som är ca 5,82 hektar, se figur 9. Avtappning sker i viss mån västerut via ett mindre dike, se även figur 5.



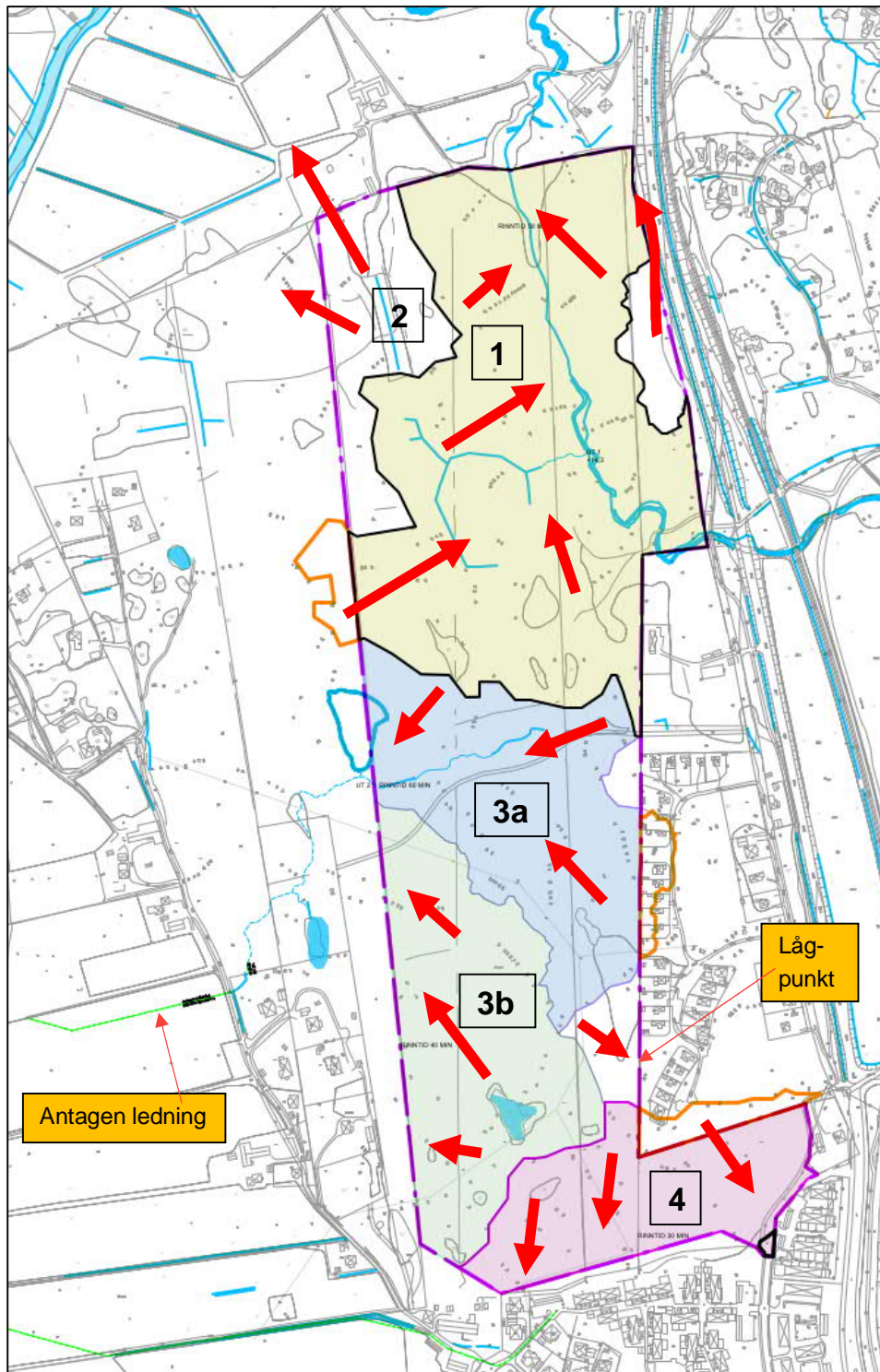
Figur 9. Centrala lågzonens tillrinningsområde markerat med grönt. Källa: Scalgo Live.

Den södra större lågzonen har ett tillrinningsområde som uppgår till ca 1,4 hektar, se figur 10. Vid platsbesök noterades en vattenspegel, se omslagsbild. Avtappning sker diffust i västnordvästlig riktning.



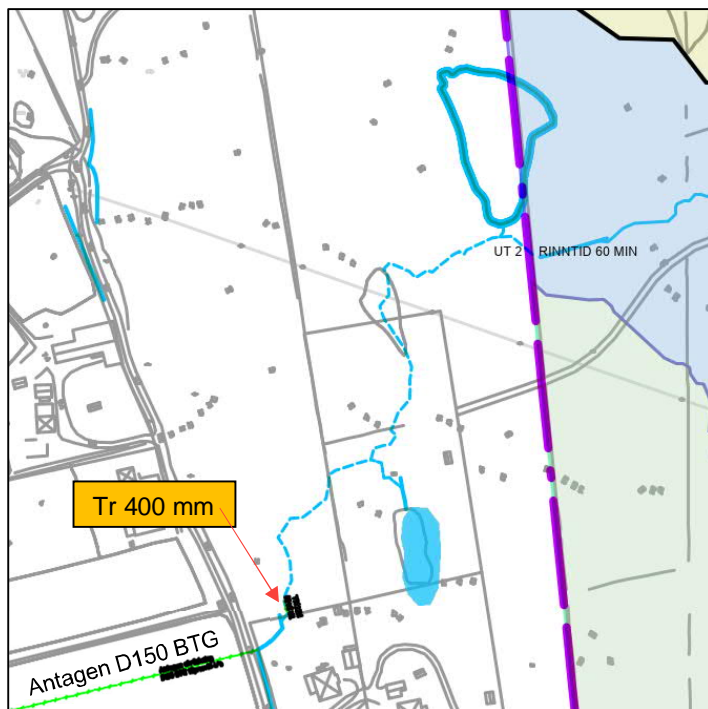
Figur 10. Södra lågzonens tillrinningsområde markerat med grönt. Källa: Scalgo Live.

Lågzoner och vattendelare är kontrollerade mot vad som angivits beträffande detta i tidigare utredningar, och dessa är i stort sett samstämmiga. Till det centrala delområdet bidrar eventuellt något fler ytor från bebyggda sommarstugetomter i öster. Detta innebär att de delavrinningsområden som definierats i tidigare utredningar stämmer. Söder om 3A och öster om 3B (figur 11) finns ett område uppgående till ca 0,67 ha. Avrinning sker mot en lågpunkt i anslutning till planområdesgräns, se även figur 10. Figur 11 visar en indelning och numrering av delavrinningsområden samt åar, bäckar, diken och rinnvägar.



Figur 11. Delavrinningsområden och huvudsakliga rinnvägar. Ytor inom bruna linjer utgör tillrinnande yta.

I delområde 3a avrinner dagvatten ut från området via en mindre bäck. Bäckens passerar via fastighet Källsby 5:3, Källsby 1:25 och Källsby 2:48 innan det når ned till Kyrkebyvägen. Vid fastigheten Källsby 1:25 tillkommer diffus avrinning från planområdet (område 3b). Väster om Kyrkebyvägen hanteras dagvattnet i underjordisk anläggning, sannolikt en ledning som ligger på fastighet Kyrkeby 2:6.



Figur 12. Centrala dikets väg från delområde 3a till Kyrkebyvägen.

I delområde 3b avrinner dagvatten diffust västerut; delar rinner till den mindre bäcken vid fastighet 1:25 och delar rinner via andra bebyggda fastigheter och vidare mot diken kopplade till Hake fjord.

I delområde 4 sker avrinningen diffust söderut. En mindre del av avrinnande dagvatten når sannolikt ledningsnät för dagvatten som finns vid Ranehedsvägen i planområdets sydöstra spets.

4.9 BEFINTLIGA VA- OCH DAGVATTENANLÄGGNINGAR

Aktuellt planområde saknar anläggningar för dricks- och spillvatten. Kommunalt VA finns öster, söder samt sydväst om planområdet.

Planområdet innehåller inte heller dagvattenanläggningar, förutom ett inlopp från förmodat mindre dike till en dagvattenledning vid Ranehedsvägen i sydost, se figur 13. I övrigt sker avrinningen via de lågzoner och diken som beskrivs i kapitel 4.8.



Figur 13. Inlopp till ledningsnät för dagvatten vid Ranehedsvägen. Violett linje utgör plangräns.

Dagvattenledningen vid Ranehedsvägen har undersökts beträffande kapacitet vid två sträckor. Kapacitetsberäkningen är utförd med Colebrooks diagram. Den första sträckan (från brunn vid vändplan Ranehedsvägen) består av en betongledning, 300 mm. Kapaciteten här uppskattas till ca 190 l/s. Den andra sträckan som undersökts ligger längs vägen Kyrkeby (öst-västlig riktning, undersökt sträcka är 45 m lång). Ledningen är här i betong med dimension 500 mm, och kapaciteten kan antas vara drygt 500 l/s. Denna utredning utgår ifrån att det befintliga dagvattensystemet i Jörlanda generellt är dimensionerat för att hantera 2-årsregn.

Det centrala diket leds via en trumma i metall (diameter 400 mm) under en skogsväg norr om fastighet 2:48 och mynnar ca 30 meter nedströms i en trumma (150 mm) eller ledning vid Kyrkebyvägen, se figur 11, 12 och 14.



Figur 14. Centrala diket som mynnar i trumma/ledning under Kyrkebyvägen.

På västra sidan om Kyrkebyvägen är avledningen oklar, det kan antas att nämnda ledning ansluter till ett dike som ligger mellan fastighet 2:9 och 2:6 och som mynnar i Hake fjord, se figur 11.

Ingen information gällande problem med översvämningar eller regelbundet överbelastade diken har mottagits under utredningens gång.

4.10 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Två recipienter finns angivna som vattenförekomster i databasen VISS och som berörs av avrinningen från planområdet. Vulserödsbäcken i norr finns inte listad som vattenförekomst, men det finns en övervakningsstation utanför Vulseröd, ca 2,5 km öster om aktuellt planområde. Det finns en dokumenterad förekomst av havsöring i Vulserödsbäcken (Länsstyrelsen, 2023)

Bäcken rinner ut i Anråse å ca 600 meter uppströms Anråse åns utlopp i Hake fjord. Följande recipientbeskrivningar är en sammanfattning av uppgifter i Länsstyrelsernas och vattenmyndigheternas databas VISS.

4.10.1 Anråse å

Vattendraget är 6 km långt och rinner från öster om Stenungsunds golfklubbs golfbana i Spekeröd, söder om Stora Höga och vidare ned mot havet vid Hake fjord. Enligt uppgift i VISS hyser vattendraget flodpärlmussla. Statusklassningen för vattendraget är följande:

- Ekologisk status Måttlig
- Kemisk status Uppnår ej god

Kvalitetskraven är *God ekologisk status* år 2033 samt *God kemisk ytvattenstatus*.



Figur 15. Anråse å markerad med ljusblått. Planområdet ungefärliga läge med svart ring. Källa: VISS

Den nuvarande ekologiska statusen är utslagsgivande avseende bottenfauna, då flodpärlmussla inte har livskraftiga bestånd. Vattenförekomsten är även påverkad av näringsämnen/övergödning. Vattendraget påverkas även av försurning, men kalkas, vilket motverkar försurningen. Det finns näringsämnespåverkan i form av utsläpp från enskilda avlopp och dessa utsläpp behöver minska enligt uppgifter i VISS. Näringsämnespåverkan från jordbruk är tydlig, och åtgärder för att minska denna påverkan görs och bör fortsätta.

Den kemiska statusen beror på att de två ämnesgrupperna Kvicksilver/Kvicksilverföreningar samt Bromerad difenyleter (PBDE) överskrider gränsvärdena. Halter av dessa två ämnen överskrider i samtliga svenska vattenförekomster. Ämnena har under lång tid spridits via luft och atmosfärisk deposition samt ackumulerats i marken. Det bedöms idag vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa två ämnen till nivåer motsvarande god status. Ämnena har därför fått undantag i form av mindre stränga krav. Nuvarande halter (2015) får dock inte öka och lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status ska åtgärdas oavsett de mindre stränga kraven.

Förutom påverkan från atmosfärisk deposition, jordbruk och enskilda avlopp (näringsämnen) anges en betydande påverkan komma från transport och infrastruktur (metaller, Benso(a)pyrene, och PAH:er).

4.10.2 Hake fjord

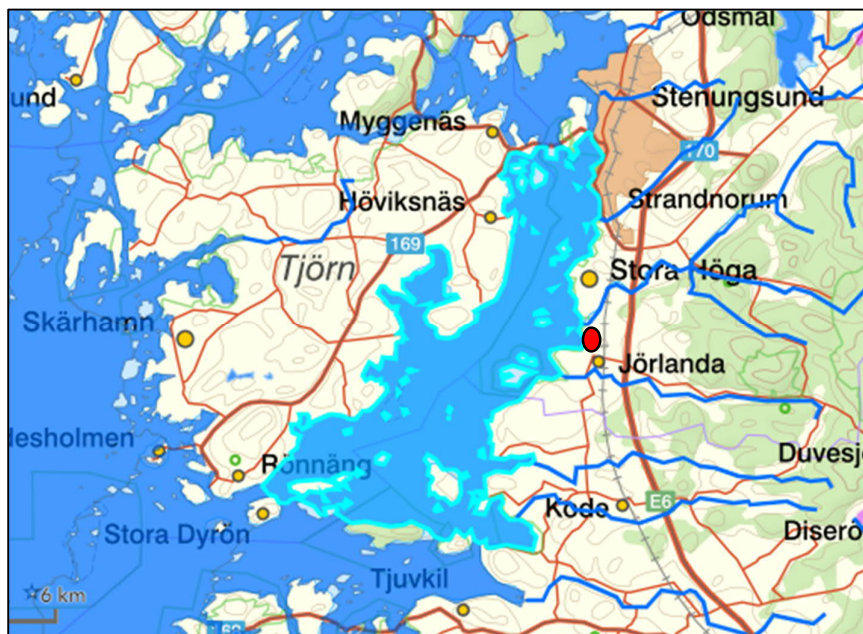
Vattenförekomsten är 76 km² och tillhör Västerhavet. Statusklassningen för vattendraget är följande:

- Ekologisk status Måttlig
- Kemisk status Uppnår ej god

Kvalitetskraven är *God ekologisk status* år 2027 samt *God kemisk ytvattenstatus*.

Nuvarande ekologisk status beror på *Hydrografiska villkor* på grund av påverkan från musselodlingar samt beroende på att gränsvärdet för koppar (Cu) i ytvatten överskrids. Statusen gällande näringsämnen/översköning bedöms som god, dock med låg tillförlitlighet. Miljökonsekvenstypen *Särskilt förorenande ämnen* har bedömts till *Måttlig status* med låg tillförlitlighet. Vid sedimentprovtagning har halten koppar (Cu) överskridit gränsvärdet vid en mätstation.

Avseende kemisk status gäller samma information gällande PBDE och kvicksilver som för Anråse å. I Hake fjord klassificeras även status för Tributyltenn föreningar (TBT) som *Uppnår ej god* då sedimentprovtagning visat halter som överskrider gränsvärdet vid 3 mätstationer.



Figur 16. Hake fjord markerad med ljusblått. Planområdet ungefärliga läge med röd punkt. Källa: VISS

De påverkanskällor för Hake fjord som anges i VISS är följande, se tabell 1.

Tabell 1. Påverkanskällor för Hake Fjord. Källa: VISS

Påverkanskälla	Aktuellt objekt	Risk för sänkt status
Reningsverk	Höviksnäs avloppsreningsverk	Kväve (N), Fosfor (P)
Förorenade områden	Svalemyren, Stenungsön, Wallhamn	TBT, PFOS
Urban markanvändning		Kväve, Fosfor
Jordbruk		Kväve, Fosfor
Skogsbruk		Kväve
Transport och infrastruktur		TBT, Metaller, BaP, PAH16
Enskilda avlopp		Kväve, Fosfor
Atmosfärisk deposition		Kvicksilver (Hg), PBDE

Utöver detta nämns även näringsämnespåverkan från omgivande vatten, konnektivitetsförändringar, förändring av hydrologisk regim (hamnar, pirar, muddringsarbete mm.) som innebär flödesförändringar vilket påverkar livsmiljön för flora och fauna.

4.11 DIKNINGSFÖRETAG

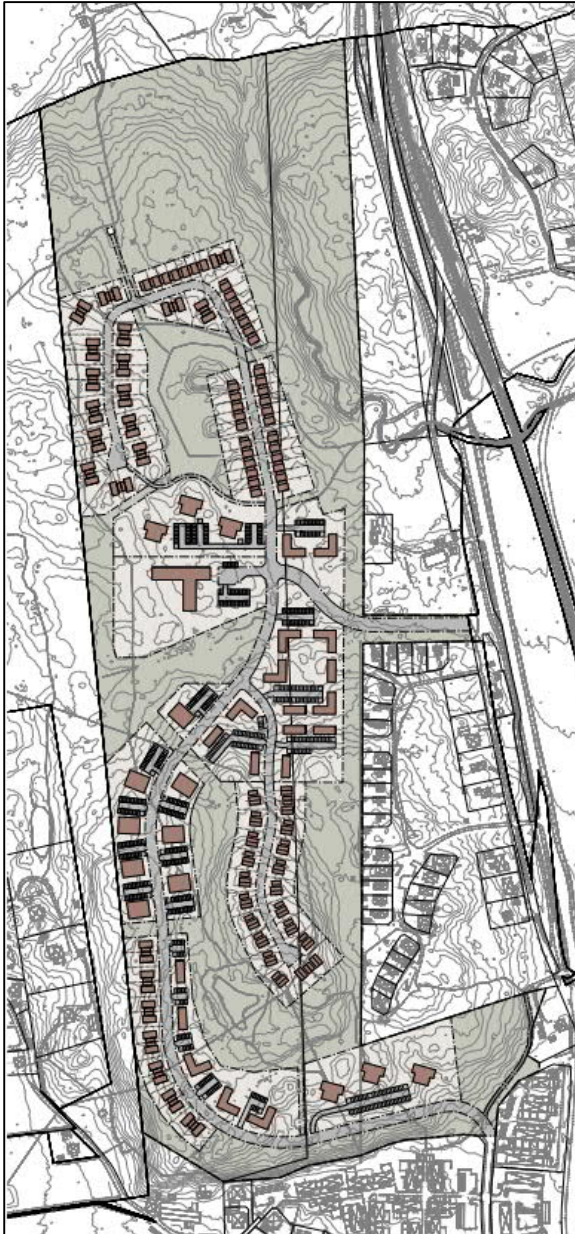
Inga markavvattningsföretag som berör planområdet finns enligt Informationskartan, Länsstyrelsen.

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

Framtida förhållanden innebär att vägar, bostäder och en förskola, alternativt äldreboende, ska uppföras i planområdet. Bostäder planeras som småhus och flerbostäder. Alternativet förskola innebär att det planeras för att kunna inrymma 8 avdelningar, vilket innebär ca 200 barn. Alternativet äldreboende planeras för ett särskilt boende för äldre med 90 platser. Personalantalet uppskattas till ca 60 personer på dagtid samt ca 10-20 besökare enligt beställare. I denna utredning baseras beräkningar på att båda alternativen har liknande vattenförbrukning; för äldreboende är dock förbrukningen utspridd något mer över dygnet. Totalt planeras för drygt 450 bostäder. Angöring till planområdet föreslås ske från Ranehedsvägen i sydost samt från östra sidan, väg 574, strax norr om befintligt fritidshusområde Kvarnhöjden.

Arbete med planering av vägar och vägutformning pågår parallellt med denna utredning av annan konsult. En höjdsättning av vägar finns framtagna, men föreslagen bebyggelse är i skrivande stund ej höjdsatt.

Större delen av planområdets norra och nordöstra del bebyggs ej enligt nuvarande förslag. Det bebyggelseförslag som beräkningar och antaganden i denna utredning baseras på framgår av figur 17.



Figur 17. Förslag till bebyggelse och utformning. Källa: Rådhuset arkitekter.

6 BERÄKNINGAR DRICKS- OCH SPILLVATTEN

Beräkningar i detta kapitel baseras på en utbyggnad av 457 bostäder med en blandning av småhus bostäder och flerbostadshus samt en förskola/äldreboende. Som modell för beräkningar används Svenskt Vattens publikationer P110 och P114.

För beräkningar av dimensionerande spillvatten- och dricksvattenflöden har antalet boende i en småhus bostäder uppskattats till cirka 2,7 personer och antal boende i ett genomsnittligt flerbostadshus har uppskattats till cirka 1,7 personer per enhet.

Tabell 2. Uppskattat antal bostäder och brukare (Pe, personekvivalenter)

Bostadstyp	Antal	Pe/bostad	Pe
Småhus bostäder	115	2,7	311
Flerbostadshus lgh	342	1,7	581
TOTALT	457	-	892

Förskola/Äldreboende räknas som schablonförbrukning för 200/170 personer.

6.1 DRICKSVATTEN

Trycknivån i det befintliga vattenledningssystemet bedöms vara ca +70 meter enligt en dricks-vattenmodell som konsultföretaget Sweco har skapat.

Enligt Svenskt Vattens publikation P110, beräknas medelhushållsförbrukningen till 195 l/p.dygn. Att räkna med en förbrukning på 195 l per person och dygn är att räkna något högt, då det i publikationen P114 anges att vattenförbrukningen för bostäder kan antas vara ca 140 l/p, dygn.

Dimensionerande flöde har räknats ut enligt följande formel:

$$q_{dim} = \frac{p \cdot q_{d\ medel}}{3600 \times 24} \cdot c_{d\ max} \cdot c_{t\ max}$$

Maxdygnfaktor = 1,9

Maxtimfaktor = 2,4

$q_{d\ medel}$ = Medel förbrukning = 195 l/p. dygn

p = antal personer

Antalet brukare är cirka 892 personer och dimensionerande förbrukning blir cirka 9,2 l/s. Dimensionerande vattenflöde för förskola/äldreboende beräknas bli 0,6 l/s.

Enligt svenskt vatten P110, tabell 3.3 ska bostadsbebyggelser med högst 8 våningar ha en brandpost med en släckvattenförbrukning på 20 l/s. Dimensionerande samtidig förbrukning beräknas som maximal timförbrukning under ett dygn med medelstor förbrukning; flödet uppgår då till 4,8 l/s. Detta tillsammans med flödet för brandposten vid släckvattenuttag blir 24,8 l/s. För att kunna hantera 24,8 l/s bör huvudledningarna i området vara 250 mm i diameter. Efter en bedömning med hänsyn till kravet om 150 meter mellan brandposter, innebär detta att 11 nya brandposter behövs i hela området.

Högsta tappställe inom hela detaljplaneområdet blir cirka +46,6 m ö h. Det utgörs av det högst belägna huset i det sydöstra området med småhusbebyggelse (cirka 41 bostäder småhus), där max marknivå är cirka + 42 m. Antagande har gjorts att byggnaden utförs med 2 våningar á 2,8 m totalt och i detta fall görs antagandet att vattenledningens läge är 1 m under byggnadens totala höjd.

Publikation P110 från Svenskt Vatten rekommenderar att erforderlig trycknivå för vattenledningsnätet ska vara minst 15 meter över högsta tappställe. Detta medför att erforderlig trycknivå vid högst belägna hus och högsta tappställe i detta område är cirka +61,6.

Eftersom den befintliga trycknivån beräknas uppgå till ca +70 meter bedöms tryckstegring inte vara nödvändigt. I Stenungsund planeras för ytterligare förstärkningar av dricksvattensystemet i framtiden. Detta väntas generera mer stabila trycknivåer än dagens.

Vattenledningar förläggs i gata, i samma schakt som spillvattenledningar och, i förekommande fall, dagvattenledningar. Ledningar ansluts till befintligt nät öster och söder om planområdet, se figur 17. Cirkulationsnät föreslås då detta ökar driftsäkerheten.

6.2 SPILLVATTEN

Dimensionerande spillvattenflöde för 892 personer är ca. 16 l/s. (fig. 4.1 Svenskt Vatten P110). Dimensionerande spillvattenflöde för 200 barn i förskola/äldreboende blir 0,12 l/s. Svenskt Vattens P110 rekommenderar ett påslag för inläckage vid torrväder på 0,05 l/s, ha som och inläckage vid regnväder på 0,2 l/s, ha. Minimivärdet väljs utifrån nya ledningsnät i planområdet, totalt dimensionerande inläckage för planområdet beräknas bli 3 l/s. Enligt Svenskt Vatten P110 är beräkningen av dimensionerande spillvattenflöden behäftad med stora osäkerheter. En säkerhetsfaktor på minst 1,5 bör användas vid nya ledningar för att klara av alla förekommande flöden utan att uppdämning ska ske. Det dimensionerande flödet för hela området med säkerhetsfaktor blir ca 29 l/s. För att klara av ett flöde på 29 l/s behövs en ledning med dimension \varnothing 250 mm.

Spillvatten i planområdets södra del föreslås få anslutning via självfallsledningar till befintligt spillvattennät i Ranehedsvägen, se Figur 18. För att leda spillvattenflödet från detta område bör dimensionen på huvudledningar för spillvatten vara \varnothing 200 mm. Höjdskillnaden mellan befintliga marknivåer och vägens höjddata är kontrollerade. Svarta pilar i Figur 18 visar tänkbara riktningar för självfallsledningar från tomter till huvudledning i gatan.

I centrala delen av planområdet föreslås ny bebyggelse öster om "huvudgatan" ansluta via självfallsledningar i gatan. De ansluter till kommunalt ledningsnät österut. Vid befintligt ledningsnät för spillvatten vid länsväg 574, öster om planområdet är vattengången +17,69 enligt underlag. Huvudledningar för spillvatten ska vara \varnothing 250 mm.

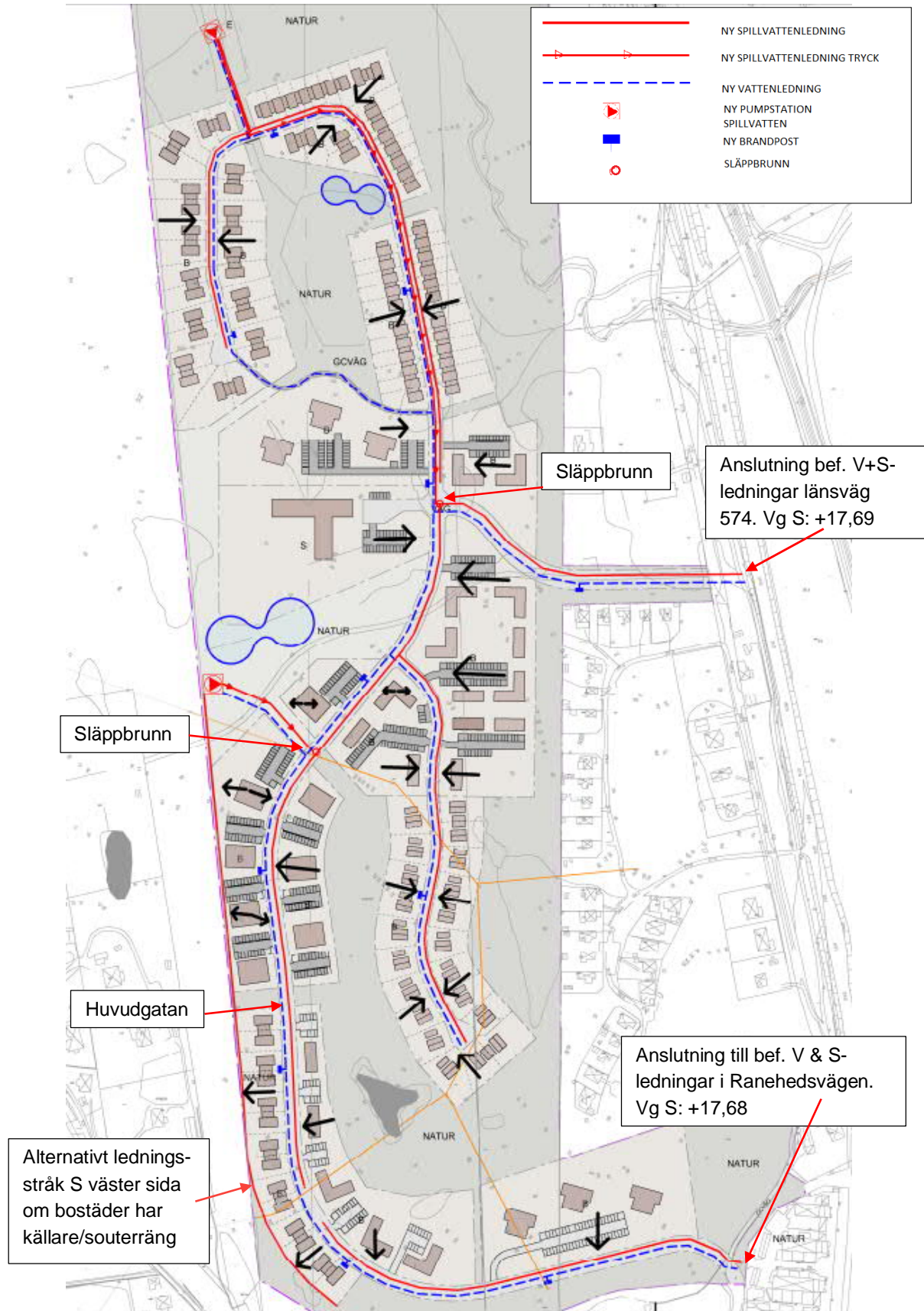
För bebyggelsen väster om "huvudgatan" kommer inte självfallsprincipen att kunna tillämpas för några tomter i sydvästra delen. Det föreslås därför att en pumpstation för spillvatten anläggs norr om föreslagen bebyggelse, nära föreslagen dagvattendamm. Från pumpstation pumpas spillvattnet tillbaka till högpunkten i "huvudgatan", därefter släpps spillvatten från tryckledningen i en släppbrunn. Alternativt skulle s k LTA-system tillämpas för dessa tomter, men beställaren är tveksam till en lösning med LTA. Spillvattnet leds vidare ihop med spillvattnet från östra delen av centrala området mot anslutningspunkt vid länsväg 574 med självfall.

I den norra delen kommer inte självfallsprincipen att kunna tillämpas. Där föreslås att en pumpstation för spillvatten anläggs norr om befintlig bebyggelse. Från pumpstationen pumpas spillvattnet tillbaka till högpunkten, därefter släpps spillvatten från tryckledningen i en släppbrunn. Spillvattnet leds vidare ihop med spillvattnet från centrala området och förskolan mot anslutningspunkt vid länsväg 574 med självfall.

Tidigare har det diskuterats att placera pumpstationen i norra delområdet i lågzonen för att inte behöva pumpa spillvattnet så lång sträcka. Placeringen som visas i Figur 18 är mer fördelaktig eftersom olägenheter kan uppstå i form av lukt och buller från en avloppspumpstation. Tidigare föreslagen plats är en befintlig lågpunkt och utpekas i skyfallsutredningen från 2017 som ett område där översvämning kan uppstå vid 100-årsregn. Ytan kommer med fördel även att kunna användas som fördröjningsyta för dagvatten. Även detta talar mot placering av pumpstation vid tidigare föreslagen plats. Fördelen med att flytta pumpstationen norrut är att avståndet till bostäder ökar vilket reducerar risken för olägenhet och klagomål från boende avseende lukt och ljud. Den förhärskande vindriktningen i området är västlig/sydvästlig vilket innebär att den nya placeringen innebär mindre risk för störande lukt.

Svenskt Vatten rekommenderar att avståndet mellan bostad och pumpstation inte bör understiga 25-30 meter (Publikation VAV P47, 1984). Boverket har tidigare angett 50 meter som gräns från pumpstation till plats där människor vistas stadigvarande (Boverkets allmänna råd 1995:5), men i och med att den nya plan- och bygglagen trädde i kraft 2011 blev detta precist angivna skyddsavstånd inaktuellt.

Vid tidigare föreslagen plats är avståndet till bostäder ca 15 meter. I nuvarande förslag till placering ligger norra pumpstationen 50 meter från bebyggelse. Nackdelarna med pumpstationen flyttad norrut i nya läget är att en ny serviceväg behöver skapas mellan två tomter och fram till ny pumpstation. Nya ledningsschakt och en djupare pumpsump innebär även fördyringar i anläggningsskedet. Den södra pumpstationen som föreslås (figur 18) ligger 50 meter från föreslagen bebyggelse. En serviceväg behöver finnas för pumpstationen och detta gäller även för intilliggande föreslagen damm.



Figur 18. Föreslaget ledningsnät vatten, spillvatten. Föreslagen placering avloppspumpstation samt 11 brandposter.

7 BERÄKNINGAR DAGVATTEN

Beräkningar är utförda efter riktlinjer i Svenskt Vattens publikationer P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem", samt P 110 "Avledning av dag-, drän-, och spillvatten".

Beträffande återkomsttider anges i P110 att minimikravet för VA-huvudmannen är att nya dagvattensystem ska dimensioneras efter 10-årsregn i områden med gles bostadsbebyggelse och efter 20-årsregn i områden med tät bostadsbebyggelse. Dagvattenflödet, både befintligt och framtida, har i samråd med beställaren beräknats utifrån regn med 20 års återkomsttid i detta område. Kommunen ska i det fortsatta arbetet se över om området ska få klassificeringen gles eller tät. En klimateffekt som motsvarar en framtida ökning av regnintensiteten med 25 procent har beaktats, enligt riktlinjer i P110.

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt följande:

$$Q = A \times i \times \varphi \times k_f$$

där Q är det beräknade flödet (l/s), A är deltagande area (ha), i är regnintensiteten (l/s ha), φ är avrinningskoefficienten och k_f är klimatfaktorn. För olika typer av ytor som påverkar markavrinningen används följande avrinningskoefficienter:

- | | |
|---|---------|
| • Hårdgjorda ytor (asfaltväg, GC-bana mm) | 0,8 |
| • Kvartersmark (radhus, flerbostadshus, småhus, förskola) | 0,4 |
| • Berg i dagen | 0,3-0,4 |
| • Naturmark, gräs | 0,1 |

Beräkningarna av dagvattenflöden i kapitel 7.1.1—7.1.5 bygger på blockregn. Under blockregn inträffar de mest intensiva regnen vid kort varaktighet. När regnet pågår under längre tid minskar intensiteten gradvis. Under längre tid hinner emellertid större ytor bidra till flödet. Beräkningar nedan bygger på fritt flöde från hela planområdet. Eftersom det aktuella planområdet har ett flertal lågzoner kan emellertid det faktiska flöden som uppstår variera stort beroende på mätnadsgraden i de låglänta områdena när de intensiva regnen uppkommer.

Efter förändrad markanvändning bedöms avrinningen från planområdet ske snabbare. Detta sker p.g.a. att delar av marken hårdgörs samt delvis bli avvattnad via ledningar inne på respektive fastighet och i vissa gator, varvid avrinning då sker snabbare än i de delar av området som idag är naturmark.

Rinntiderna är baserade på följande uppskattade vattenhastigheter:

- | | |
|--------------------------|---------|
| • Naturmark | 0,1 m/s |
| • Dike, rännsten, asfalt | 0,5 m/s |
| • Ledning | 1,5 m/s |

7.1 DIMENSIONERANDE FLÖDEN, BEFINTLIG SITUATION

Flödesberäkningarna redovisas i separata tabeller för befintlig situation (kap 7.1.1 – 7.1.5). Som tidigare angetts kan de beräknade befintliga flödena avvika i praktiken, då våtmarksområden både kan hålla volymer och släppa större volymer om våtmarken är mättad.

7.1.1 Delområde 1

Avrinning sker mot Vulserödsbäcken, se figur 11. Delavrinningsområdet är ca 15 hektar och rinntiden uppskattas till 50 minuter. Delområdet består till 100 procent av naturmark där den norra lågzonen ingår. Beräknade dagvattenflöden framgår av tabell 3.

Tabell 3. Dagvattenflöden delavrinningsområde 1, recipient Vulserödsbäcken.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	4,34	0,43	287	124	358	156
20	9,22	0,92	190	175	237	219
30	11,42	1,14	145	166	182	207
40	13,81	1,38	119	165	149	206
50	15,03	1,50	102	153	127	191

Dimensionerande flöde vid 20-årsregn är 175 l/s. Årsnederbörden som belastar Vulserödsbäcken från delområdet (baserat på SMHI:s statistik för nederbörd, 1049 mm/år) uppgår till 15 764 m³. Detta ger ett medelflöde till Vulserödsbäcken på ca 0,5 l/s från delområdet.

7.1.2 Delområde 2

Avrinning sker diffust i nordlig- och nordvästlig riktning. Avrinning sker delvis via diken. Recipient antas vara Anråse å dit dagvatten rinner via diken norr om planområdet. Delområdet består uteslutande av naturmark. Rinntiden uppskattas till 40 minuter. Bedömningen är att största flödet uppkommer vid den längsta varaktigheten enligt tabell 4.

Tabell 4. Dagvattenflöden delavrinningsområde 2, recipient Anråse å.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
40	2,67	0,27	119	32	149	40

Dimensionerande flöde vid studerad återkomsttid är 32 l/s. Årlig regnvolym uppgår till 2 806 m³ och detta ger ett medelflöde under 0,1 l/s från delavrinningsområdet.

7.1.3 Delområde 3a

Delavrinningsområdet är 8,74 hektar till storleken och består helt av naturmark. Avrinning sker västerut, till stor del från den centrala lågzonen (figur 9), via det centrala diket, och så småningom ned till trumman vid Kyrkebyvägen. Rinntiden till beräkningspunkt (plangräns) uppskattas till 50 minuter. Beräknade flöden framgår av tabell 5.

Tabell 5. Dagvattenflöden delavrinningsområde 3a, recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	0,57	0,057	287	16	358	20
20	2,26	0,23	190	43	237	54
30	4,36	0,44	145	63	182	79
40	6,67	0,67	119	79	149	99
50	8,74	0,87	102	86	127	107

Dimensionerande flöde uppgår till 86 l/s. Det centrala diket står även i förbindelse med ett större våtmarksområde som delvis ligger i delområdets norra del vid plangränsen samt med en damm som ligger norr om fastighet 2:48, se figur 11 och 12.

Årsnederbörden från delområdet (baserad på SMHI:s statistik) uppgår till 9 166 m³, och detta ger ett medelflöde på 0,29 l/s.

7.1.4 Delområde 3b

Delområdet är till storleken 3,59 hektar, och består uteslutande av naturmark. Från denna del avtappas den större lågzonen i söder, se figur 10 och 11. Vid platsbesök kunde ingen tydlig rinnväg i form av dike definieras från lågzonen. Avrinning sker dock i nordvästlig riktning. Övrig avrinning i delområdet sker diffust västerut, mot naturmark, delvis mot det centrala diket och delvis mot bebyggda fastigheter längs Kyrkebyvägen. Rinntiden beräknas till 40 min. Beräknade flöden från delområdet framgår av tabell 6.

Tabell 6. Dagvattenflöden delavrinningsområde 3b, recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	0,50	0,050	287	14	358	18
20	1,44	0,14	190	27	237	34
30	2,82	0,28	145	41	182	51
40	3,59	0,36	119	43	149	54

Dimensionerande flöde vid 20-årsregn uppgår till 43 l/s. Årsnederbörden från delområdet beräknas uppgå till 3 769 m³, vilket ger ett medelflöde på ca 0,12 l/s.

7.1.5 Framtida angöring mot väg 574

I planområdets östra del, norr om befintlig sammanhängande bebyggelse i Kvarnhöjden föreslås en angöringsväg till väg 574, se figur 17 och 18. Väg dagvatten från östra delen av angöringsvägen kommer av topografiska skäl att avrinna österut. Den yta som idag utgörs av naturmark kommer att hårdgöras och uppskattas uppgå till ca 1 800 m². Befintligt flöde för denna yta beräknas vid 20-

årsregn uppgå till drygt 5 l/s. Framtida flöde och föreslagen hantering i denna del beskrivs i kapitel 7.2.4

7.1.6 Delområde 4

Delavrinningsområdet är 3,95 hektar till storleken. Det sker tillrinning från ca 4 700 m² naturmark i östra delen (orangemarkerad yta i figur 11). Tillrinnande flöde har dock ej beräknats i tabell 6. Rinntiden beräknas uppgå till 30 minuter. Avrinning sker diffust i riktning syd och sydväst. Flöden från berget antas hanteras i bebyggda fastigheters ledningsnät och dränering. Delar av uppkommande flöden i delområdet kan även antas rinna till ledningsnät för dagvatten i Ranehedsvägen. Beräknade flöden från delområdet framgår av tabell 7.

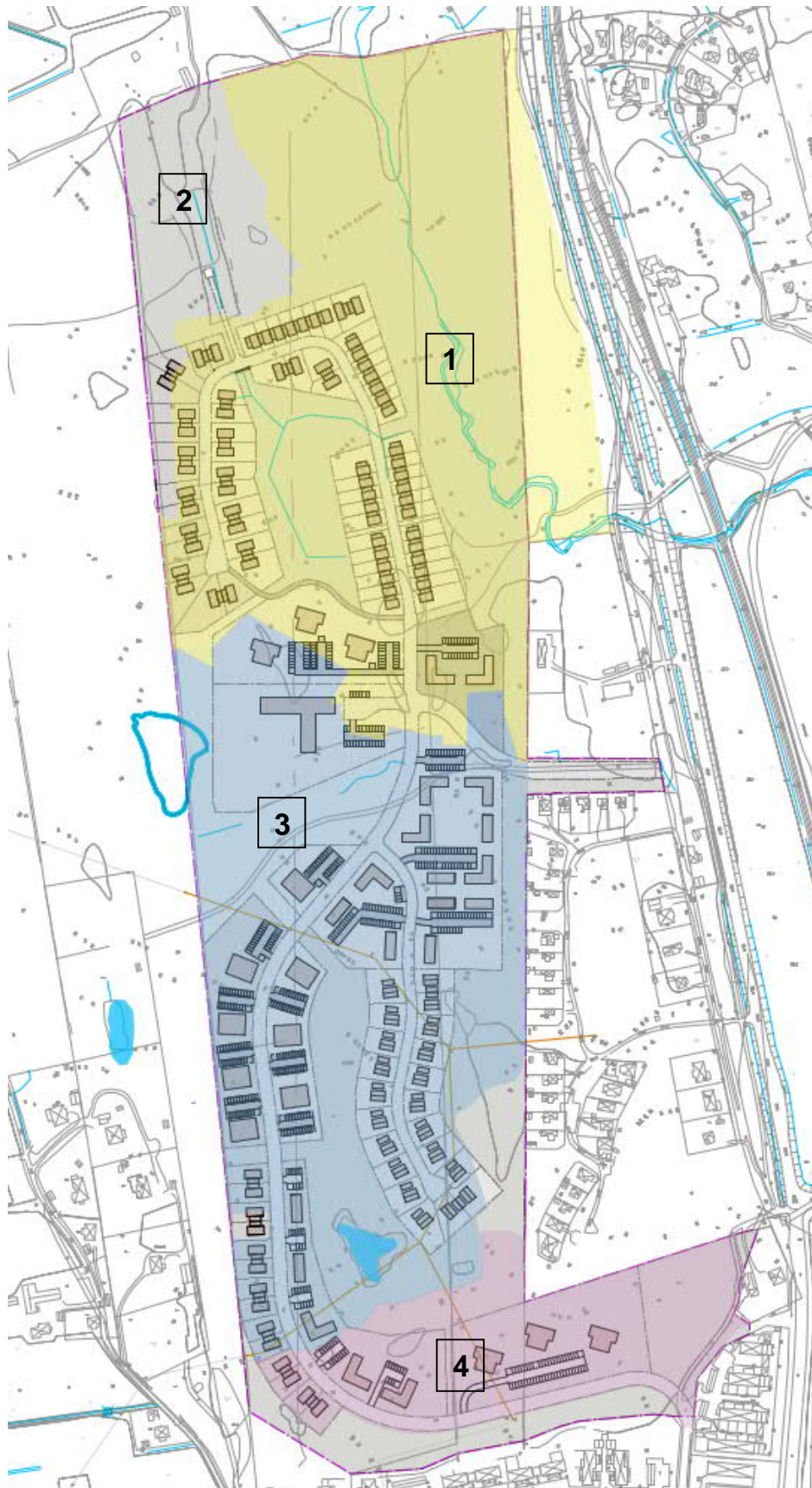
Tabell 7. Dagvattenflöden delavrinningsområde 4, recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	0,57	0,057	287	16	358	20
20	2,28	0,23	190	43	237	54
30	3,95	0,39	145	57	182	72

Då delar av delområde 4 består av berg i dagen samt mycket tunna lager organisk jord kan de flöden som uppstår vara något högre än vad som redovisas i tabell 7.

7.2 BERÄKNADE FLÖDEN, FRAMTIDA SITUATION

För flödesberäkningar avseende framtida flöden vid 20-årsregn redovisas flöden enbart inklusive klimatfaktor. Topografi samt förprojekterad väg har blivit styrande för vilka bebyggda ytor som kan avvattnas till respektive recipient/dike/ledningsnät. Fördelning mellan vilka tomter som avleder till respektive delområde har bedömts enligt figur 19.



Figur 19. Framtida antagna delavrinningsområden.

7.2.1 Delområde 1

I delavrinningsområde 1 bedöms 20 procent av framtida ytor bestå av kvartersmark småhusområde. 5 procent består av kvartersmark flerbostad, 6 procent blir vägar och 69 procent består av naturmark. All framtida bebyggelse norr om förskolan beräknas kunna avvattnas till Vulserödsbäcken, samt delar av flerbostadskvarteret mitt emot förskolan, se figur 19. Eventuellt kommer dagvatten från de norra delarna av delområde 3 också att kunna avvattnas till Vulserödsbäcken; detta beror på hur de norra tomterna höjdsätts. Den totala rinntiden bedöms uppgå till 50 minuter, men stora delar av de hårdgjorda ytorna bedöms bli avvattnade inom 10 minuter. Framtida flöde vid denna fördelning framgår av tabell 8.

Tabell 8. Framtida dagvattenflöden delavrinningsområde 1, recipient Vulserödsbäcken.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	6,51	2,16	358	775
20	10,45	2,56	237	607
30	12,23	2,73	182	497
40	13,14	2,83	149	421

Det största flöde som uppkommer är vid den kortaste varaktigheten, 10 minuter och uppgår till 775 l/s. Vulserödsbäcken får en flödesökning med 600 l/s (775-175) om inga fördröjningsåtgärder vidtas. För att inte ökat flöde ska uppstå upp till 20-årsregnet krävs fördröjningsåtgärder.

7.2.2 Delområde 2

Den bidragande yta som avrinner diffust i detta delområde beräknas bli ca 3400 m² mindre än befintlig situation. Detta beror på att framtida bebyggelse i nordväst hänger samman med den väg som anläggs i nordvästra delen. Dagvattenhanteringen från de hårdgjorda ytorna vid berörda tomter bedöms då avvattnas ut mot gatan. De gröna delar av tomterna som finns väster och nordväst om framtida byggnader bedöms dock i framtiden fortsatt luta i nordvästlig riktning. Eftersom delområdet består av 100 procent naturmark görs bedömningen att den längsta rinntiden (40 min) genererar det största flödet. Beräknade framtida flöde för delområdet framgår av tabell 9.

Tabell 9. Framtida dagvattenflöden delavrinningsområde 2, recipient Anråse å.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Framtida flöde inkl. klimat- faktor (l/s)	Befintligt flöde exkl. klimatfaktor (l/s)
40	2,33	0,23	149	35	31,4

Trots beaktande av klimatfaktorn ökar det framtida flödet ytterst marginellt. Eventuellt kan avvattnings från angöringsväg till- och framtida pumpstation för spillvatten generera ett något ökat flöde i detta delområde. Ingen fördröjning eller reningsåtgärd föreslås för delområdet.

7.2.3 Delområde 3

I detta delområde antas dagvattenhantering från både befintligt delområde 3a och 3b hanteras via det centrala diket. Detta beror på att framtida väg och bebyggelse söder om föreslagna förskola behöver

hanteras samlat så att en kontrollerad hantering av dagvattenflödena kan ske. Det är möjligt att vissa tomter i norra delen av delområdet kan avleda dagvatten norrut, det beror på hur tomterna höjdsätts. Även i detta område kan viss diffus avrinning ske västerut från nya tomter, men den diffusa avrinningen västerut bedöms dock minska jämfört med nuläget. Den procentuella fördelningen av markanvändningen blir följande:

Kvartersmark småhus: 20 procent, kvartersmark flerbostadshus: 31 procent, Vägar: 10 procent, naturmark 39 procent. Framtida rinntid beräknas bli 40 minuter. Beräknade flöden för delområdet framgår av tabell 10.

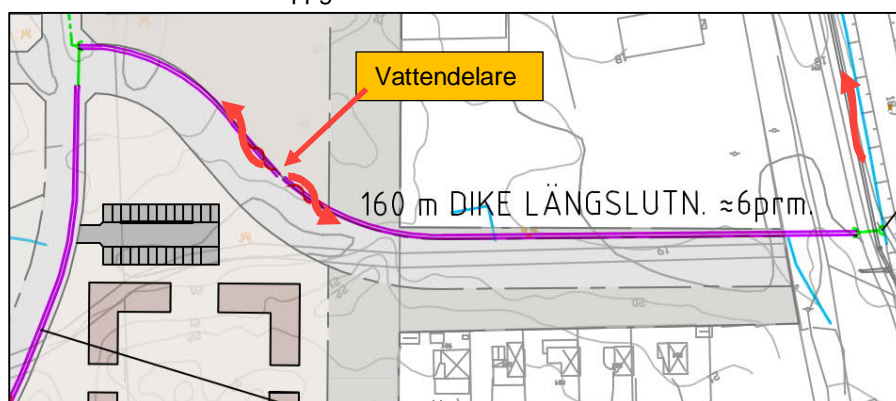
Tabell 10. Framtida dagvattenflöden delavrinningsområde 3, recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Framtida flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	0,57	0,06	358	20
20	9,25	3,72	237	883
30	11,05	3,90	182	708
40	12,42	4,04	149	602

Eftersom det planeras naturmark i ett större område närmast plangräns där centrala bäcken "lämnar" planområdet så hinner bara flöden från naturmark bidra till flödet till bäcken vid den kortaste varaktigheten, 10 minuter. Största flöde uppgår till 883 l/s. Befintligt största flöde vid samma återkomsttid är 86 l/s och om man slår samman befintligt flöde från 3a och 3b blir flödet 129 l/s. En markant flödesökning väntas därmed, och fördröjningsåtgärd behövs för att flödet ut från delområdet inte ska öka.

7.2.4 Angöringsväg till väg 574

I östra delen av delområde 3, där ny väg ansluter mot väg 574 kommer en vattendelare att finnas, vilket innebär att vägdagvatten från angöringsvägens östra del kommer att avrinna österut, se figur 20. Befintligt flöde beräknas vid 20-årsregn uppgå till drygt 5 l/s enligt kapitel 7.1.5. Framtida flöde beräknas vid samma återkomsttid uppgå till 52 l/s.



Figur 20. Föreslaget vägdike (violett linje) för angöringsväg mot väg 574.

Ett vägdike föreslås längs den nya vägens norra sida. Diket blir ca 160 m långt och med en ungefärlig längslutning på 6 promille. Diket föreslås ansluta till Trafikverkets befintliga dike, se figur 20. Detta dike

behöver då dimensioneras för att matcha Trafikverkets krav vad gäller fördröjning och utformning, se kapitel 7.3.3.

7.2.5 Delområde 4

I detta delområde är de flöden som beräknats de framtida flöden som kan komma att bli hanterade i ledningsnät för dagvatten vid Ranehedsvägen. Dagvatten från de gräs- och naturmarksytor som ligger sydväst och söder om framtida byggnader i delområdet antas i fortsättningen avrinna diffust mot naturmark söder om planområdet. Diffus avrinning söderut beräknas uppkomma från ca 5 100 m² naturmarksyta, vilket är avsevärt mindre än i befintlig situation. Fördelningen av framtida markanvändning är följande: Kvartersmark småhus – 5 procent, kvartersmark flerbostadshus – 51 procent, vägar och gc-bana – 12 procent, naturmark – 31 procent. Det kan noteras att tomterna för de tre flerbostadshus som föreslås längst i sydost är förhållandevis stora. Avrinningskoefficienten för denna tomt kan eventuellt minska. Framtida rinntid beräknas bli 10 minuter för de hårdgjorda ytorna och 20-30 minuter för hela delavrinningsområdet. Beräknade flöden framgår av tabell 11.

Tabell 11. Framtida dagvattenflöden delavrinningsområde 4, recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor (l/s*ha)	Framtida flöde inkl. klimatfaktor (l/s)
10	2,88	1,24	358	443
20	3,72	1,32	237	313
30	3,72	1,32	182	240

Befintligt flöde som mestadels avrinner diffust söderut uppgår till 57 l/s enligt tabell 7. När delområdet bebyggs behöver man kunna omhänderta dagvattenflöden på ett kontrollerat sätt. I detta delområde finns därvid möjlighet till anslutning till ledningsnät för dagvatten vid vändplanen, Ranehedsvägen. Eftersom ledningen i Ranehedsvägen idag inte tar emot mer än marginella flöden från planområdet sker då en flödesökning i ledningsnätet från mellan 0 och uppskattningsvis 10 l/s till 443 l/s. Beräkning av fördröjningsbehovet behöver i detaljprojekteringskedet ske med hänsyn till belastning och kapacitet på befintligt ledningsnät. Enligt uppgift från Stenungsunds kommun går den aktuella ledningen full vid ett klimatanpassat 5-årsregn. Det befintliga flöde som genereras i delområdet vid 2-årsregn beräknas uppgå till 27 l/s. I denna utredning redovisas fördröjningsbehovet utifrån att tillåtet utflöde från delområdet inte får överstiga 27 l/s vilket motsvarar det befintliga flöde som alstras vid 2-årsregn och som idag avrinner diffust ned från de höglänta områdena mot bebyggelsen i Jörlanda.

7.3 BERÄKNING AV FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Fördröjningsvolymerna har i delområde 1 beräknats utifrån att befintliga flöden upp till 20-årsregn inte ska öka mot Vulserödsbäcken. I delområde 3 och 4 har erforderlig volym beräknats baserat på att befintligt flöde vid 2-årsregn inte ska öka upp till framtida regn med återkomsttid 20 år. Detta beror på att nedströms diken från delområde 3 ligger över privat mark. I södra delen (delområde 4) kan framtida avlett dagvatten hanteras i kommunalt ledningsnät, och detta bedöms kunna hantera 2-årsregn. Därför har befintligt flöde vid 2-årsregn blivit styrande för beräkning av fördröjningsvolymerna i delområdena 3 och 4. Följande tabeller visar när under blockregnets förlopp som den största volymen uppstår.

7.3.1 Delområde 1

Tabell 12 visar fördröjningsbehovet för delområde 1.

Tabell 12. Erforderlig fördröjning, delområde 1. Recipient Vulserödsbäcken.

Rinntid (min)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Maximalt Utflöde (l/s)	Erforderlig fördröjning (m ³)
10	2,16	358	775	124	391
20	2,56	237	607	175	518
30	2,73	182	497	175	579
40	2,83	149	421	175	591
50	2,83	127	361	175	559

Erforderlig fördröjning för hela delområdet uppgår till 591 m³. En mycket grov uppdelning av hur fördröjningsvolymerna kan fördelas mellan allmän platsmark respektive kvartersmark har gjorts. Andelen vägar i området är 6 procent. Om man beräknar avrinning från dessa 6 procent naturmark och jämför med avrinning från en lika stor yta asfalterad mark skulle fördröjningsvolymen uppgå till ca 164 m³ för att fördröja från vägar så att flödet motsvarar befintligt flöde. Om maxflödet ut från dammen stryps ytterligare kommer vattennivåerna i dammen generellt att ligga högre och bedömningen är att reningseffekterna då kan öka. Vissa justeringar kan behöva göras om höjdsättningen medger att tomter från norra delen av delområde 3 kan avvattnas norrut. Detta får utredas i fortsatt arbete med planen.

7.3.2 Delområde 3

Tabell 13 visar erforderlig fördröjningsvolym för delområde 3.

Tabell 13. Erforderlig fördröjning, delområde 3. Centrala diket till recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida flöde (l/s)	Maximalt Utflöde (l/s)	Erforderlig fördröjning (m ³)
10	0,06	358	20	30	--
20	3,72	237	883	61	986
30	3,90	182	708	61	1165
40	4,04	149	602	61	1298
50	4,04	127	514	61	1360
60	4,04	112	451	61	1405
70	4,04	100	404	61	1440
80	4,04	91	366	61	1466
90	4,04	83	336	61	1485
100	4,04	77	311	61	1500
110	4,04	72	290	61	1510
120	4,04	67	272	61	1517
130	4,04	63	256	61	1521
140	4,04	60	242	61	1523
150	4,04	57	230	61	1522

Om dagvatten för hela delområdet hanteras och leds till det centrala diket kommer den diffusa avrinningen som sker från den södra lågzonen samt dess avrinningsområde också att ledas via centrala diket. Erforderlig fördröjningsvolym uppgår till 1 523 m³ för delområdet. Detta baseras på ett tillåtet maximalt utflöde på 61 l/s. 61 l/s är det summerade befintliga flödet från både delområde 3a och 3b (41+20 l/s) vid 2-årsregn.

Vägar i området utgör ca 10 procent av ytan. Om man beräknar avrinning från dessa 10 procent naturmark och jämför med avrinning från en lika stor yta asfalterad mark skulle fördröjningsvolymen uppgå till ca 421 m³ för att fördröja från vägar så att flödet motsvarar befintligt 2-årsflöde från den yta som tas i anspråk för väg i delområdet.

7.3.3 Angöringsväg till väg 574

Om ett 0,75 m djupt dike skapas på norra sidan om angöringsvägen (se figur 20 och bilaga 3) bedöms att uppemot 100 m³ möjlig vattenvolym tillgängliggörs. För att fördröja framtida flöde till motsvarande befintligt flöde vid 50-årsregn krävs en volym på 61 m³ och för att fördröja 100-årsregnet krävs 82m³. Det nya diket kan därmed delfyllas med krossmaterial vilket genererar bättre rening än ett gräsdike. Det finns således goda möjligheter att skapa ett dike som både renar och kan fördröja flöden för att matcha Trafikverkets krav. Trafikverkets befintliga dike har utlopp i Vulserödsbäcken. I fortsatt arbete med planen behöver en dialog med Trafikverket skapas kring hur berörd anslutningsväg ska avvattas. För vidare läsning om föreslagna diken och dimensioner hänvisas till kapitel 8.2.

7.3.4 Delområde 4

I detta delområde har en avtappning som motsvarar genererat diffust flöde från befintliga ytor vid 2-årsregn satts som tillåtet utflöde. Tabell 14 visar erforderlig fördröjningsvolym baserat på detta utflöde.

Tabell 14. Erforderlig fördröjning, delområde 4. Via ledningsnät till recipient Hake fjord.

Rinntid (min)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Framtida Flöde (l/s)	Maximalt utflöde (l/s)	Erforderlig fördröjning (m3)
10	1,24	358	443	27	249
20	1,32	237	313	27	343
30	1,32	182	240	27	383
40	1,32	149	197	27	407
50	1,32	127	168	27	423
60	1,32	112	148	27	434
70	1,32	100	132	27	441
80	1,32	91	120	27	445
90	1,32	83	110	27	447
100	1,32	77	102	27	448
110	1,32	72	95	27	447

Erforderlig fördröjning uppgår till 448 m³. Detta bygger på att nedströms ledningsnät kan belastas med 27 l/s vid framtida 20-årsregn. Enligt kontroll vid två sträckor nedströms har befintlig ledning en kapacitet om ca 190 l/s vid Ranehedsvägen samt en kapacitet på drygt 500 l/s vid Kyrkeby. Vilka typer av, och hur många ytor som är påkopplade till befintligt ledningsnät nedströms utreds inte i detta PM.

Framtida vägar och gc-bana i delområde 4 utgör ca 12 procent av bidragande yta. Om man beräknar avrinning från dessa 12 procent naturmark och jämför med avrinning från en lika stor yta asfalterad mark skulle fördröjningsvolymen uppgå till ca 133 m³ för att fördröja från vägar så att flödet motsvarar befintligt flöde vid tvåårsregn från den yta som tas i anspråk för väg i delområdet.

7.4 BERÄKNING AV DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL

Syftet med föroreningsberäkningar är att uppskatta vilken påverkan förändringen i markanvändning har på dagvattnets innehåll av föroreningar, samt att bedöma hur mottagande recipient och dess miljö kvalitetsnormer kan komma att påverkas.

De mängder och halter av föroreningar som planområdet genererar i nuläget och enligt planförslag har beräknats med verktyget StormTac, version 23.1.2, och redovisas i kapitel 7.4.1—7.4.3.

Beräkningar i StormTac utgår ifrån schablonmässiga föroreningshalter för olika marktyper. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficient och area samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. Beräkningarna baseras på en (korrigerad) årsnederbörd på 1049 mm enligt SMHI:s statistik (1991–2020) för Göteborg. För befintlig markanvändning har schablonhalter för *skogsmark och väg (260 m² av Ranehedsvägen)* använts. För framtida markanvändning har *flerbostadsområde, villaområde exklusive väg, väg, skogsmark, skolområde* samt *gång- och cykelväg* använts.

Storleken hos respektive område för nuläget samt enligt plan har uppskattats utifrån befintliga förhållanden via satellitkarta, platsbesök samt planskiss. Målet är att för aktuell plan minimera ökningen av föroreningsmängderna/halterna efter den förändrade markanvändningen. 12 ämnen/ämnesgrupper har undersökts.

7.4.1 Vulserödsbäcken

Beräknade mängder och halter framgår av tabell 15-16.

Tabell 15. Föroreningsmängder, avrinningsområde 1, Vulserödsbäcken, för nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Ökar/Minskar	Behövd reningseffekt för att uppnå bef. belastning (%)
P	1,1	4,5	Ökar	75
N	19	55	Ökar	65
Pb	0,11	0,24	Ökar	54
Cu	0,33	0,63	Ökar	48
Zn	0,92	2,1	Ökar	56
Cd	0,0042	0,010	Ökar	58
Cr	0,1	0,24	Ökar	58
Ni	0,13	0,24	Ökar	46
Hg	0,00037	0,0011	Ökar	66
SS	710	1 700	Ökar	58
Olja	4,2	15	Ökar	72
BaP	0,00021	0,00087	Ökar	76

Beräkningen i StormTac visar att mängderna av samtliga ämnen ökar från aktuell del av planområdet om exploatering genomförs utan att rena dagvattnet. Beräkning avseende halter framgår av tabell 16. Då lokala riktlinjer och riktvärden för utsläpp via dagvatten saknas för vattenförekomsterna i Stenungsunds kommun har en jämförelse gjorts mot de riktvärden som satts upp av Miljöförvaltningen, Göteborgs stad enligt reviderade riktlinjer och riktvärden 2019–2020*.

Tabell 16. Halter, avrinningsområde 1, Vulserödsbäcken nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

1	2	3	4
Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad* (µg/l)
P	15	58	50
N	270	720	1 250
Pb	1,7	3,2	28
Cu	4,8	8,2	10
Zn	13	27	30
Cd	0,062	0,14	0,9
Cr	1,5	3,1	7
Ni	1,8	3,1	68
Hg	0,0054	0,014	0,07
SS	10 000	22 000	25 000
Olja	62	200	1 000
BaP	0,0031	0,011	0,05

Röd text= platsspecifikt vid behov, utgångsvärde. Grönmarkerat fält visar att beräknat värde underskrider Miljöförvaltningens riktvärde.

Samtliga undersökta ämnen/ämnesgrupper utom fosfor får halter som ligger under Miljöförvaltningens riktvärden efter exploatering. Riktvärden gällande fosfor (50 µg/l) är ett mycket tufft krav som kan vara svårt att nå även efter reningssteg. Miljöförvaltningens riktvärde för *ej känslig recipient* var tidigare 150 µg/l. StormTac:s riktvärdeshalt för fosfor är 160 µg/l. I dokumentet R2020 anges att fosfor- och kvävehalterna får bestämmas platsspecifikt vid behov beroende på recipientens känslighet.

7.4.2 Anråse å

I beräkningen gällande detta delområde har en uppskattning om 500 m² framtida väg till pumpstation beaktats. Trafikbelastning har satts till mycket låg. Beräknade mängder och halter framgår av tabell 17-18.

*Miljöförvaltningen *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient R2020:1*

Tabell 17. Föroreningsmängder, avrinningsområde 2, Anråse å, för nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Ökar/Minskar	Behövd reningseffekt för att uppnå bef. belastning (%)
P	0,19	0,21	Ökar	9,5
N	3,3	3,6	Ökar	8,3
Pb	0,020	0,020	--	--
Cu	0,058	0,057	Minskar	--
Zn	0,16	0,15	Minskar	--
Cd	0,00075	0,00082	Ökar	8,5
Cr	0,018	0,022	Ökar	18,2
Ni	0,022	0,023	Ökar	4,4
Hg	0,000065	0,000091	Ökar	28,6
SS	130	140	Ökar	7,1
Olja	0,75	1,1	Ökar	31,8
BaP	0,000037	0,000057	Ökar	35,1

Beräkning avseende halter framgår av tabell 18.

Tabell 18. Halter, avrinningsområde 2, nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad* (µg/l)
P	15	19	50
N	270	330	1 250
Pb	1,7	1,8	28
Cu	4,8	5,2	10
Zn	13	14	30
Cd	0,062	0,076	0,9
Cr	1,5	2,0	7
Ni	1,8	2,1	68
Hg	0,0054	0,0084	0,07
SS	10 000	13 000	25 000
Olja	62	99	1 000
BaP	0,0031	0,0052	0,05

Röd text= platsspecifikt vid behov, utgångsvärde. Grönmarkerat fält visar att beräknat värde underskrider Miljöförvaltningens riktvärde.

Befintliga låga mängder och halter ökar marginellt. Halter ligger väl under jämförda riktvärden. Ytterligare rening kan förväntas ske i diken som ligger norr om planområdet. De förslag på reningssteg som kan vara aktuellt i detta område är att gräs- eller krossdike utförs för hantering av avrinnande dagvatten från angränsningsvägen till framtida pumpstation.

7.4.3 Hake fjord

I beräkningen gällande detta delområde ingår både delområde 3 och 4 då båda dessa delområden avvattnas mot Hake fjord. De befintliga diken som finns utanför planområdet har inte beaktats som

reningssteg fastän rening av dagvatten torde ske i dessa diken. Beräknade mängder och halter framgår av tabell 19-20.

Tabell 19. Föroreningsmängder, avrinningsområde 3 och 4 Hake fjord, för nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Ökar/Minskar	Behövd reningseffekt för att uppnå bef. belastning (%)
P	1,2	6,6	Ökar	82
N	22	77	Ökar	71
Pb	0,13	0,34	Ökar	62
Cu	0,38	0,86	Ökar	56
Zn	1,1	2,7	Ökar	59
Cd	0,0049	0,016	Ökar	69
Cr	0,12	0,40	Ökar	70
Ni	0,15	0,34	Ökar	56
Hg	0,00044	0,0018	Ökar	76
SS	820	2 400	Ökar	66
Olja	5,0	26	Ökar	81
BaP	0,00025	0,0015	Ökar	83

Resultat av beräknade halter framgår av tabell 20.

Tabell 20. Halter, avrinningsområde 3-4, nuläge och enligt plan om ingen rening sker av dagvattnet.

1	2	3	4
Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen, Göteborgs stad* (µg/l)
P	16	78	50
N	280	910	1 250
Pb	1,7	4,1	28
Cu	4,8	10	10
Zn	14	32	30
Cd	0,063	0,19	0,9
Cr	1,5	4,7	7
Ni	1,9	4,0	68
Hg	0,0056	0,021	0,07
SS	11 000	28 000	25 000
Olja	64	310	1 000
BaP	0,0032	0,018	0,05

Röd text= platsspecifikt vid behov, utgångsvärde. Grönmarkerat fält visar att beräknat värde underskrider Miljöförvaltningens riktvärde.

Samtliga undersökta ämnen ökar i mängd vilket är förväntat då ett skogsområde omvandlas till bostadsområde. 9 av 12 undersökta ämnen/ämnesgrupper får emellertid halter som ligger under Miljöförvaltningens riktvärden efter exploatering.

Alla reningskrav som Miljöförvaltningen, Göteborgs stad har, beror på hur känslig den berörda recipienten är. Att anpassa reningsbehoven med recipientens känslighet som bedömningsgrund gäller generellt för alla recipienter som är klassade som vattenförekomster. När det gäller flerbostadsområde anger Miljöförvaltningen att denna markanvändning kan anses vara en *medelbelastad yta* avseende föroreningar. Villaområden anses vara *mindre belastad yta*. Från flerbostadsområde är riktlinjen att *rening* eller *enklare rening* ska skapas enligt Göteborgs stad. *Rening* gäller för *mycket känslig recipient* och *enklare rening* för *känslig* eller *mindre känslig recipient*.

Definitionen "*enklare rening*" innebär att avskiljning av partiklar ska ske, företrädesvis översilning genom växtlighet eller fördröjning. Exempel på detta kan vara översilning till gräsdike, brunnsfilter olika typer av magasin med sandfång och driftmöjligheter.

Definitionen "*rening*" innebär att sedimentation samt infiltration/filtrering ska ske. Exempel på detta kan vara krossdike, biofilter eller magasin med filter.

Föroreningsberäkningarna är beräknade avseende situationen *inom* planområdet samt vad olika reningsanläggningar inom planområdet får för effekt. I kapitel 8 föreslås fördröjnings- och reningsanläggningar baserade på dels resultat i föroreningsberäkningarna, och dels anläggningars fördröjningsförmåga.

8 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Exploateringen av planområdet kommer att innebära en ökning av dagvattenflöden, samt en risk för ökad föroreningsspridning via dagvattnet. För att motverka detta föreslås åtgärder som både fördröjer och renar dagvattnet inom planområdet. Dessutom bör det nya dagvattensystemet utformas så att bräddning kan ske utan att skada bebyggelse eller infrastruktur.

I denna utredning tas enbart förslag fram som beskriver den framtida driftfasen. Under etableringsfasen/byggtiden behöver även åtgärder vidtas för att rena utgående dagvatten. De förslag till dagvattenhantering som beskrivs tar hänsyn till såväl kvantitet (antal m³ som behöver fördröjas) samt kvalitet på utgående dagvatten.

8.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

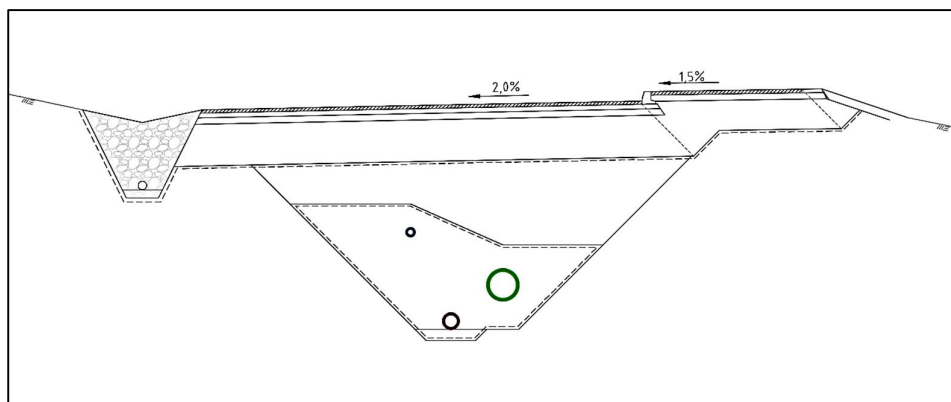
Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

1. Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråken.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom i första hand att undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom infiltration och fördröjning.
3. Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

Till skillnad från tidigare bebyggelseförslag har det aktuella förslaget fler ytor för att få plats med renings- och fördröjningsanläggningar. Vid extrem nederbörd finns även större ytor som kan lindra konsekvenserna av översvämningar, se kapitel 8.7.

8.2 VÄGAR/ALLMÄN PLATS - DIKEN

Huvudförslaget är att hantera dagvatten från allmän plats i diken. För att erhålla god rening rekommenderas krossfyllda diken. Föreslagna diken har som primär uppgift att bidra till rening, tröghet i avrinningen samt bidra till hanteringen av extremflöden vid skyfall. I botten av diken kan dräneringsledning anläggas. Vägar anläggs med fördel utan kantsten och bomberade eller med enkelsidigt tvärfall. Ett exempel på typsektion för väg med enkelsidigt tvärfall, VA-schakt och krossdike visas i figur 21.



Figur 21. Typsektion för väg med enkelsidigt tvärfall, krossdike och VA-schakt.

Volymberäkningarna i denna utredning är baserade på bottenbredd 0,5 meter för diken. Dikesdjup som studerats är 0,5 och 0,75 meter. Om diken fylls med kross kan sidoslänterna vara vertikala vilket innebär att bredden minskar.

Ett öppet gräsdike som är 0,5 meter djupt, en bottenbredd på 0,5 m och har en sidosläntlutning på 2:1 får en totalbredd på 1 meter. Dikets tvärsnittsarea är då 0,375 m². Om diket fylls med makadam upptar

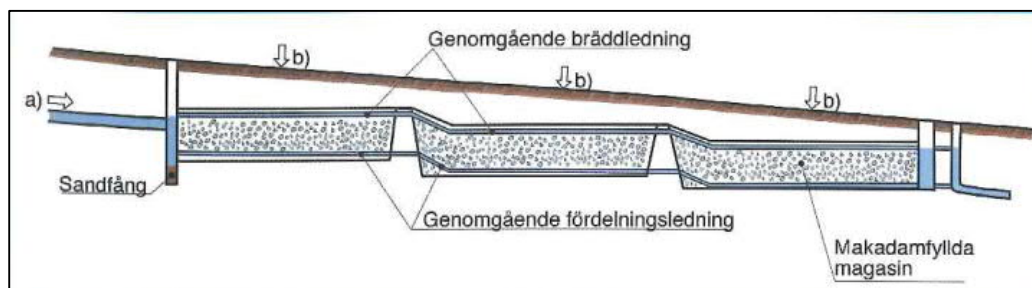
stenvolymen ca 2/3 av volymen och tillgänglig vattenvolym blir då en tredjedel av vad som är tillgängligt i det öppna diket. (Tillgänglig tvärsnittsarea $0,1125\text{m}^2$).

Ett dike med samma bottenbredd, men som är 0,75 m djupt och har en sidoslänt på 1,5:1 får en övre bredd på 1,5 meter. Detta dike har en tvärsnittsarea på $0,75\text{ m}^2$ och som makadamfyllt uppgår "den tillgängliga" tvärsnittsarean till $0,225\text{ m}^2$. I norra delen kan ca 390 meter diken att skapas i lågzonsområdet mellan förslagna tomter. Dessa diken leder fram till fördröjningsanläggningarna. Utöver detta kan mindre diken följa ena sidan av vägarna och hantera vägavgvatten. I centrala delen är en grov uppskattning att det kan skapas drygt 1 000 meter diken, och i södra delen skapas ca 190 meter dike.



Figur 22. Exempel på Avvattnig till mindre makadamdike. Bildkälla: Stockholm vatten.

I vissa delar av området kommer marken och vägarna att luta. För att vatten som uppsamlas i diken med lutning och vattnet inte omgående ska rinna vidare kan diken byggas i terrass där varje sektion får en tillgänglig volym, se figur 23. Därmed erhålls viss fördröjningsvolym även i diken där marken lutar. De sammankopplade volymerna kan även förses med kupolbrunnar för bräddning vidare till nedströms sektion.

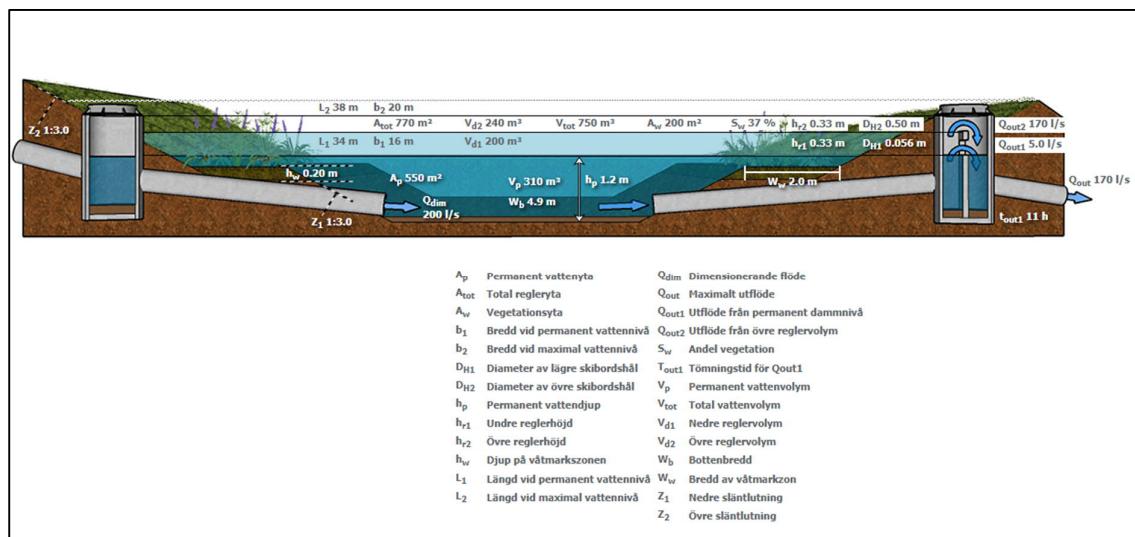


Figur 23. Principskiss över seriekopplade magasin/diken. Fall a: allt vatten leds in i det övre magasinet, fall b: vattnet fördelas jämnt. Illustration: Svenskt Vatten P105.

8.3 NORRA DELEN

Dagvatten från hårdgjorda ytor leds via gräsdiken och/eller krossdiken till det stora lågzonsområdet. Ju fler diken som kan avvattna tomtmarken desto trögare avledning erhålls, viket är positivt. Bedömningen är att det kommer att krävas ca 390 meter dike i lågzonsområdet. Om 390 meter diken anläggs som gräsdiken, 0,75 m djupa, kommer tillgänglig volym (gräsdike) att kunna uppgå till drygt 290 m^3 . Eftersom fördröjningsbehovet för norra delen är 591 m^3 krävs då en resterande effektiv volym om 301 m^3 . För att erhålla bästa möjliga rening avseende fosfor föreslås därför att en dagvattendamm anläggs som efterföljande reningssteg. Reningsförmågan för dammar ökar ju större damm som anläggs; i denna utredning har en damm med utbredningen 770 m^2 studerats. Dammens permanenta vattendjup har satts till 1,2 meter och sidoslänterna är 1:3. Sidoslänter ska inte vara brantare än så, snarare flackare om möjligt. Dammens permanenta vattendjup har satts till 1,2 meter och sidoslänterna är 1:3. Sidoslänter ska inte vara brantare än så, snarare flackare om möjligt. Dammens permanenta vattendjup har satts till 1,2 meter och sidoslänterna är 1:3. Sidoslänter ska inte vara brantare än så, snarare flackare om möjligt. Dammens permanenta vattendjup har satts till 1,2 meter och sidoslänterna är 1:3. Sidoslänter ska inte vara brantare än så, snarare flackare om möjligt. Dammens permanenta vattendjup har satts till 1,2 meter och sidoslänterna är 1:3.

Denna bräddning ska motsvara befintligt maxflöde vid 20-årsregn. Vid inmatning av ovanstående indata genereras en principuppbyggnad i StormTac som visas figur 24.

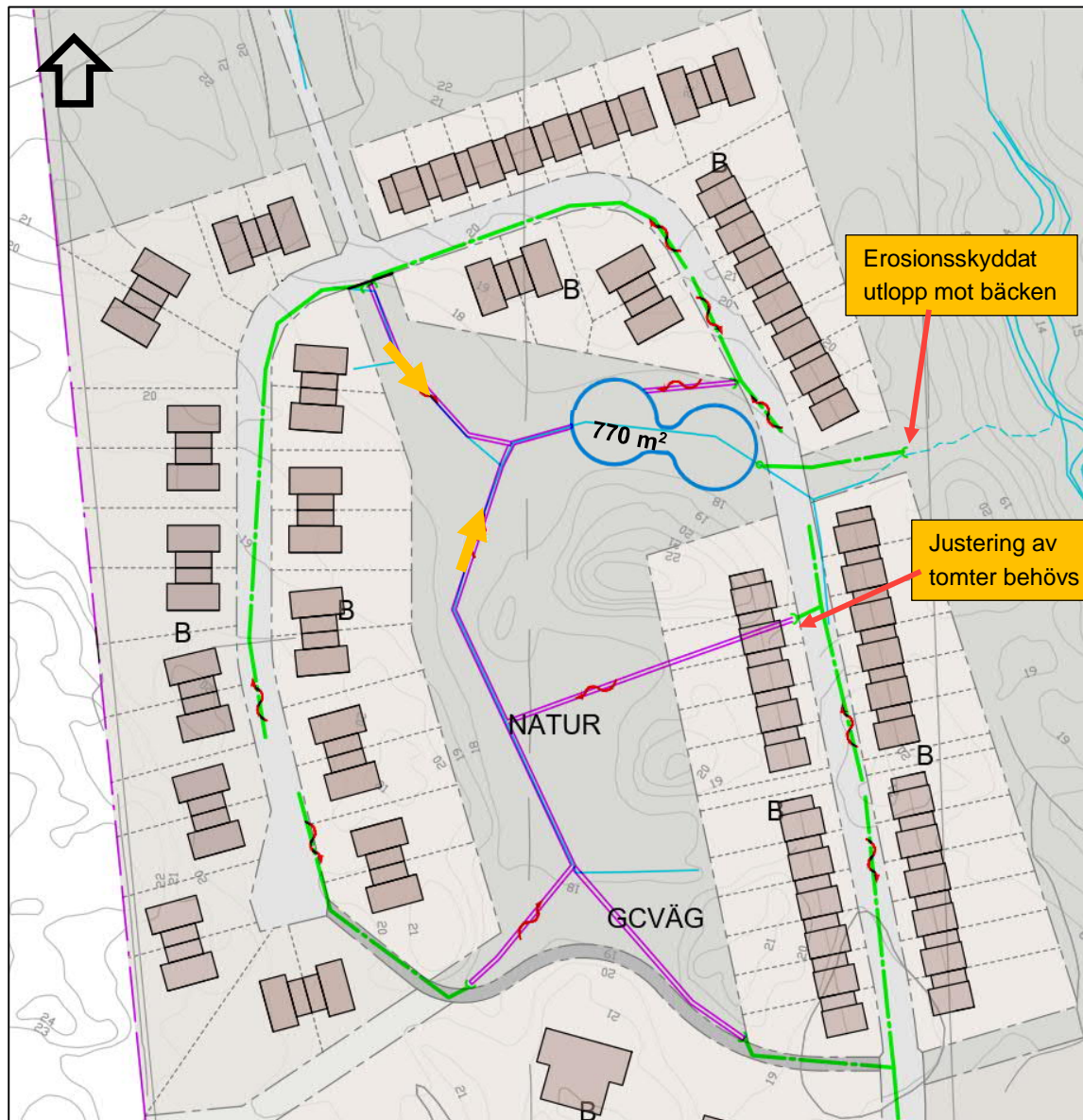


Figur 24. Principuppbyggnad för damm i norra delen. Bildkälla: StormTac.

I detta dammalternativ erhålls en effektiv volym om 440 m³ i dammen. Eftersom dammvolum plus volym i gräsdiken (ca 290 m³) överträffar erforderligt fördröjningsbehov kan därför gräsdiken delfyllas med makadam. Makadamdiken innebär generellt bättre reningseffekter än gräsdiken. Om exempelvis allmänna vägar kan avvattas via makadamdiken kan dessa diken vara sparsamt tilltagna (0,5-1 m bredd) och dessa diken bidrar även med en fördröjningsvolym, se kapitel 8.2. Alternativt kan dammens volym justeras. Den djupa delen i dammen rekommenderas att vara 1-2 meter. Syftet med att ha en djupare "djupdel" är inte bara för att erhålla mer volym och för att få ett lugnflytande vatten där sedimentation sker – en djupare damm blir även mindre känslig för temperaturhöjning och den djupare delen riskerar inte heller igenväxning.

Slutgiltig dimensionering av damm behöver klargöras i det fortsatta arbetet med planen. De faktorer som spelar in är bidragande ytas hårdgjordhetsgrad, möjlighet till fördröjning i diken eller andra anläggningar samt grundvattennivåer.

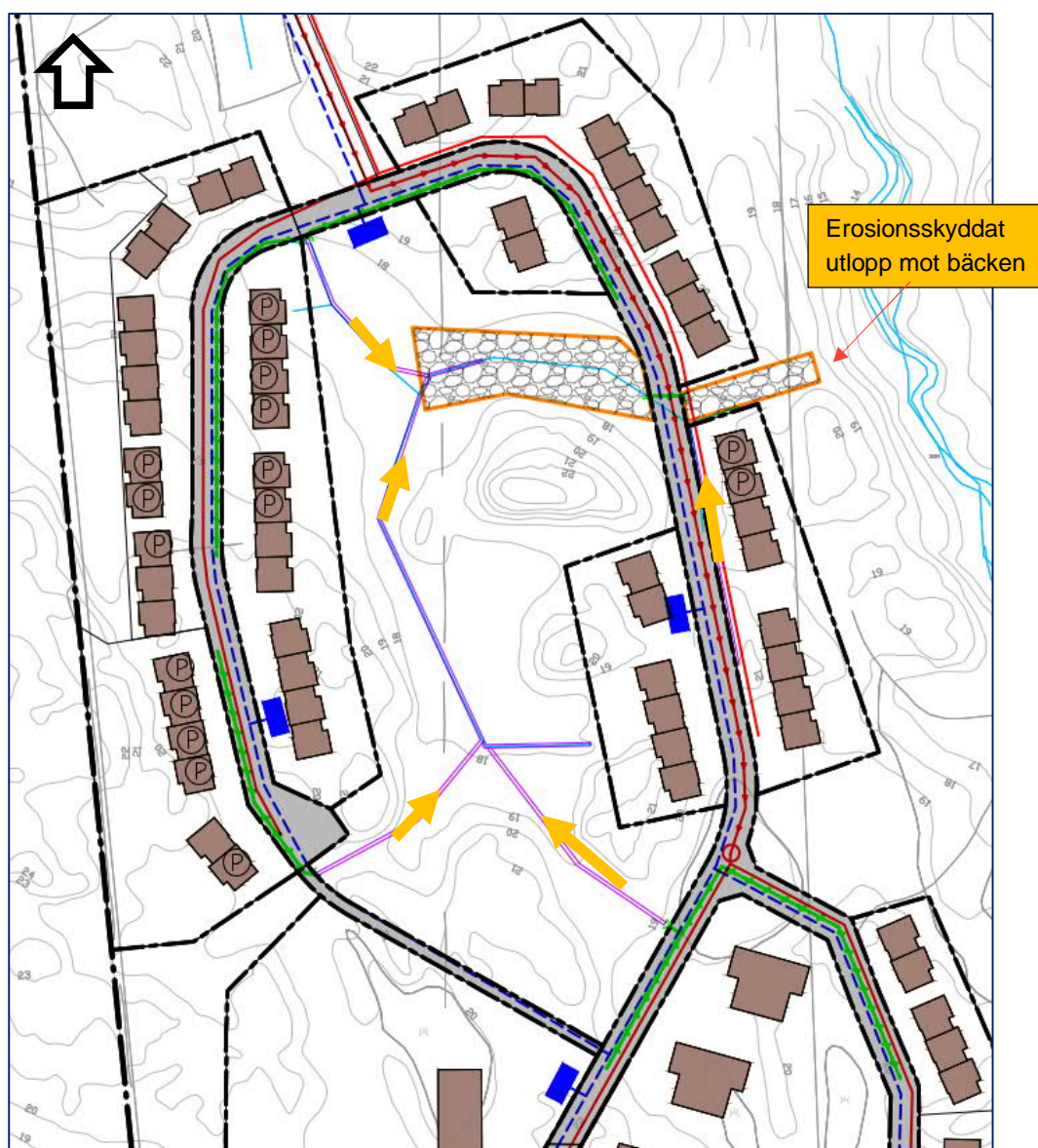
En tänkbar utformning i norra delen kan vara enligt figur 25.



Figur 25. Del ur bilaga 3. Förslag till utformning i norra delen. Nytt ledningsnät i gator. Diken i violett. Damm i blått.

I ett tidigare bebyggelseförslag undersöktes även om makadammagasin kan ge tillräcklig rening och fördröjning i delområdet. Resultatet av föroreningsberäkningarna visar att krossdiken följt av makadammagasin kan vara ett väl så gott alternativ till damm; denna lösning ger en aning sämre reningseffekter för fosfor, men bättre reningseffekter för kväve. I krossdiken kan drygt 60 m³ dagvatten fördröjas (baserat på 270 m diken) och det återstår då ca 530 m³ som ska rymmas i ett makadammagasin. Eftersom porositeten i krossmaterialet blir ca 30 procent behöver total stenvolym för norra delen då uppgå till ca 1590 m³. I exemplet nedan har meterdjupa makadammagasin placerats ut i lågstråk, vilket innebär ungefärlig utbredning enligt figur 26. Om makadammagasin väljs som fördröjningsalternativ behöver beräkningar av flöden och fördröjningsbehov göras enligt gällande bebyggelseförslag.

Makadammagasin behöver utföras täta då höga grundvattennivåer i annat fall upptar plats i magasinet. Ovanpå magasinet kan marken nyttjas som naturmarksyta – det behövs emellertid ett lager geotextil som hindrar mindre partiklar att tränga ned i magasinet vilket i det fallet på sikt skulle minska den hydrauliska förmågan.



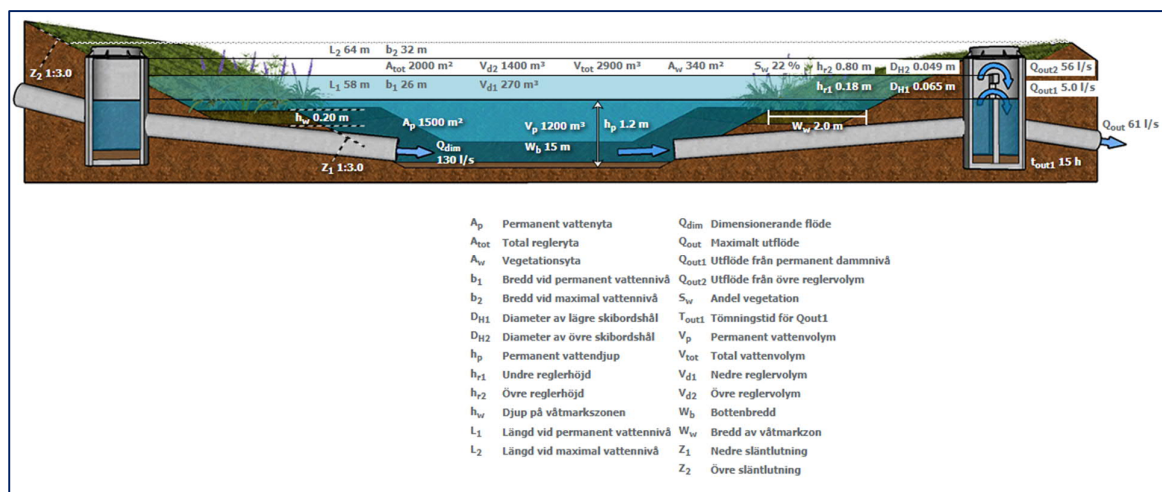
Figur 26. Tidigare bebyggelseförslag. Alternativ fördröjning med krossdiken och makadammagasin. Diken i violett, makadammagasin i brunt.

8.4 CENTRALA DELEN

Även i detta delområde föreslås hårdgjorda ytor bli avvattnade via diken längs vägar, samt diken i naturmark. Från diken leds dagvattnet vidare till damm.

Dikenas uppgift är, förutom fördröjning och rening, även att i vissa delar av detta del område fungera som avskärande för naturmarksavrinningen. Vid vissa platser kan diken utföras som s k. tvåstegsdiken. I ett tvåstegsdike hanteras "normala" flöden i dikets djupare del och bräddflöden i dikets övre del. Diken mynnar den centrala lågzonen söder om föreslagen förskola och vattnet leds vidare till dagvattendamm med koppling till det befintliga centrala diket. I östra delen av detta område bedöms att avledning från föreslagna nya tomter får ske via ledningsnät i gatan som ansluter till diken i anslutning till föreslagen damm, se bilaga 3. Det bedöms att drygt 1000 meter dike kan skapas i delområdet. Om dikena utökas i bredd på de platser där de ligger intill naturmark skulle en uppskattad fördröjningsvolym om drygt 800 m³ kunna skapas. Fördröjningsbehovet för delområdet är 1162 m³ och dammen behöver då ha en effektiv volym om 362 m³.

Som nämnts tidigare renar en damm bättre ju större den är. I detta område finns det dock begränsningar i hur stor plats dammen kan ta. Det bedöms att en damm med större totalyta än 3000 m² blir svår att få plats med om inte marken ska genomgå omfattande förändring i form av sprängning och uppfyllnader. I nedanstående exempel har en damm med en utbredning på ca 2 000 m² samt med ett utflöde på max 61 l/s illustrerats. En damm med denna utbredning och med en permanent vattennivå på 1,2 meter, sidoslänter på 1:3 samt en grundare våtmarkszon skulle kunna fördröja 270 m³ i en nedre reglervolym samt 1 400 m³ i en övre reglervolym. Det permanenta utflödet från dammen är 5 l/s vilket innebär att när dammen fylls upp avtappas upp till 270 m³ via det lägre utflödet. Den övre reglervolymen avtappas via kontrollerad "bräddning" (56 l/s + 5 l/s). Detta flöde ut från dammen (61 l/s) motsvarar befintligt maxflöde vid 2-årsregn. Vid inmatning av ovanstående indata i StormTac genereras en damm enligt figur 27.

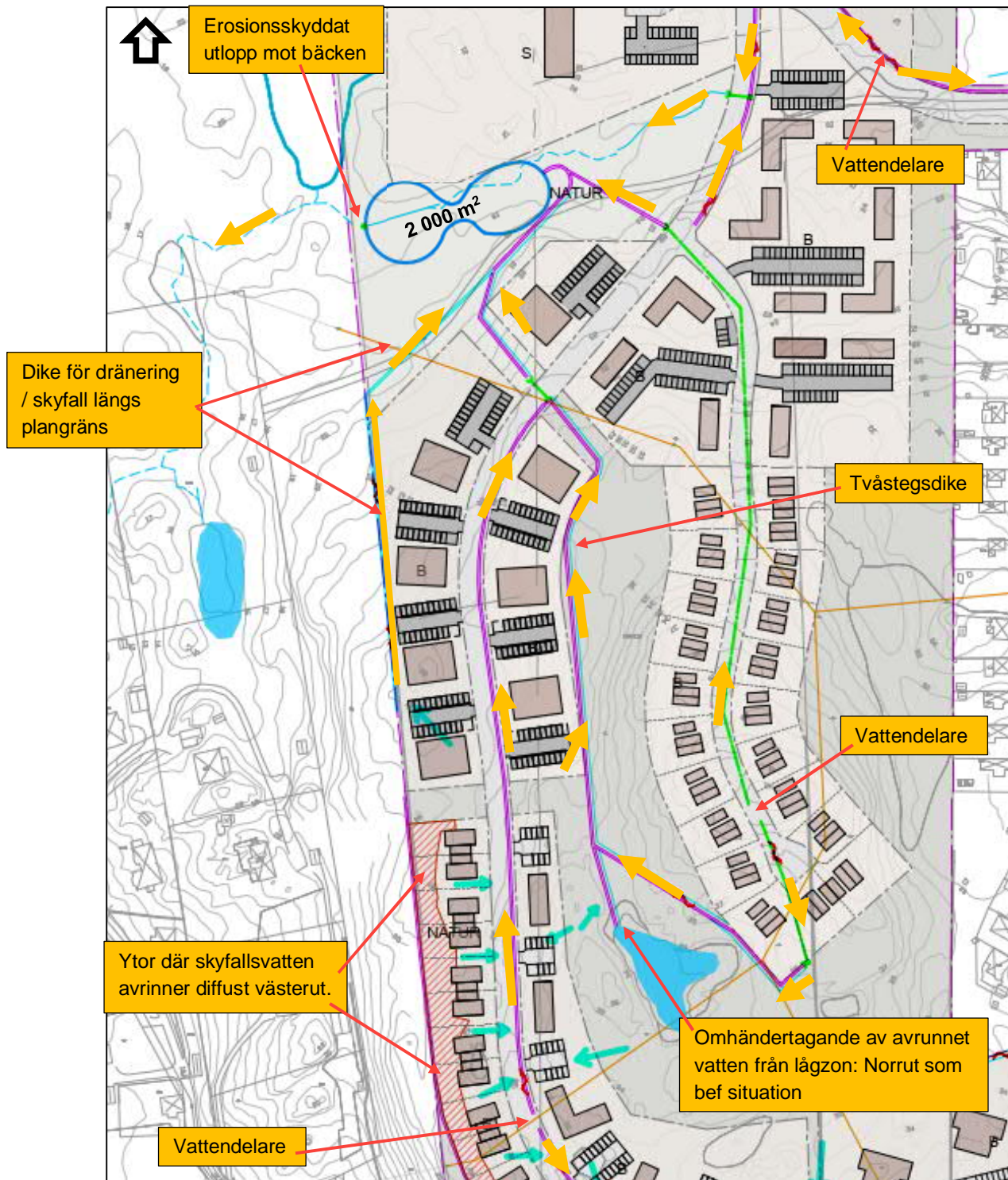


Figur 27. Principuppbyggnad för damm i centrala delen. Bildkälla: StormTac.

Dammens utbredning samt förslag på diken och rinnvägar visas i figur 28 samt i bilaga 3.

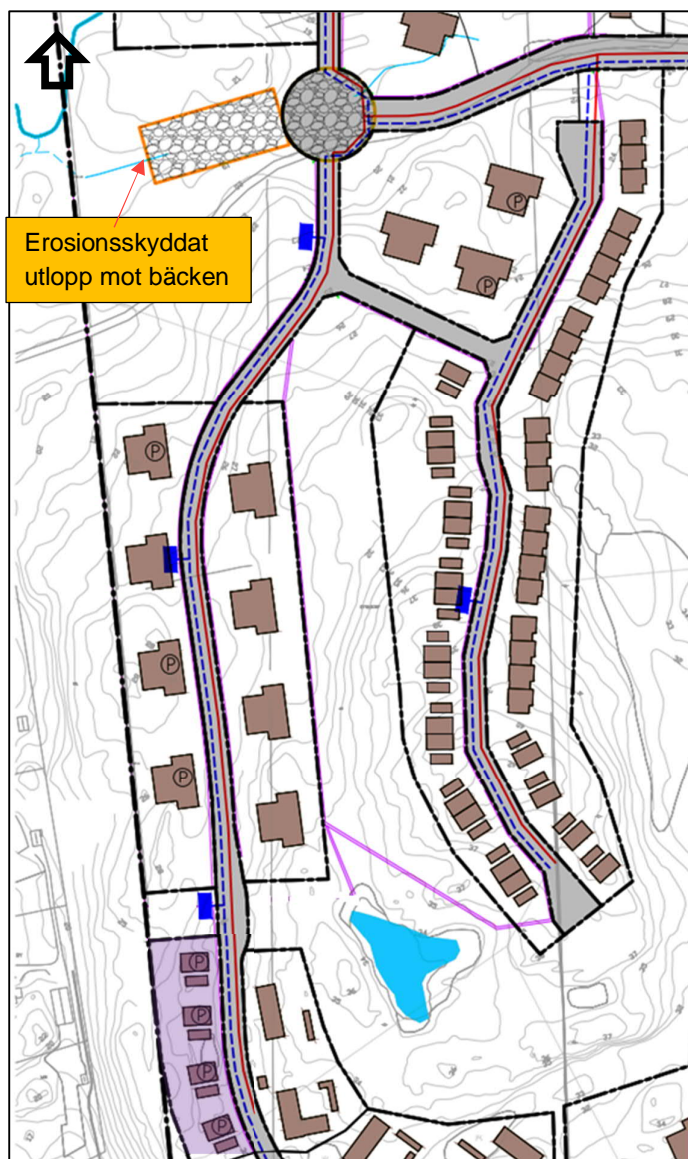
Slutgiltig dimensionering av damm behöver klargöras i det fortsatta arbetet med planen. De faktorer som spelar in är bidragande ytas hårdgjordhetsgrad, möjlighet till fördröjning i diken eller andra anläggningar samt topografiska förhållanden och grundvattennivåer.

Det finns inget som indikerar att den befintliga lågzonen i södra delen riskerar att brädda mot föreslagen intilliggande bebyggelse. Den avrinning som sker från lågzonen kommer dock att behöva hanteras via föreslagna diken. Från de skrafferade ytorna i sydvästra delen kommer inte skyfallsvatten att kunna hanteras med självfall inom planområdet.



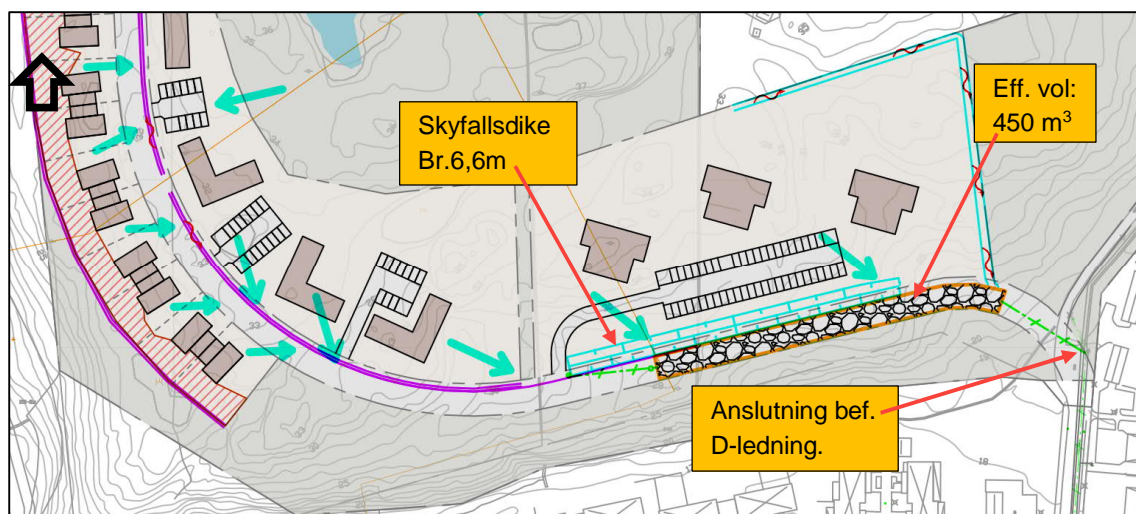
Figur 28. Förslag till utformning med damm i centrala delen (del av bilaga 3). Diken i violett. Damm i blått. Skrafferad yta i sydväst anger ytor där skyfallsvatten ej kan styras med självfall inom planområdet. Turkosa pilar anger rinnväg skyfallsflöden.

Även i detta delområde är det tänkbart att rening och fördröjning kan ske via krossdiken och makadammagasin. Om detta alternativ ska förverkligas behöver en total stenvolym om ca 3 873 m³ skapas för att fördröja 1 162 m³ enligt fördröjningskravet för delområdet (1162/0,3). De meterdjupa makadammagasin som illustreras i figur 29 har en stenvolym på 2 756 m³ och kan då fördröja ca 827 m³. Diken behöver då kunna fördröja resterande volym, ca 355 m³. Detta bedöms vara möjligt att förverkliga inom planområdet. Föreslagna diken kan här delfyllas med kross samt ha en övre volym som hanterar extremflöden. Figur 29 visar ungefärlig utbredning av makadammagasin i det tidigare bebyggelseförslaget.



Figur 29. Tidigare bebyggelseförslag. Alternativ till damm med delfyllda krossdiken och makadammagasin.

I planområdets södra del bedöms en lösning med damm inte vara lämplig p g a topografi, jordart (bergigt område) samt den nya bebyggelsens placering. I detta område har därför enbart en lösning med krossdiken och underjordiskt makadammagasin analyserats. Föreslagna diken är placerade på huvudvägens insida och längden uppgår till ca 190 meter. Ett 0,75 m djupt krossdike med mått enligt beskrivet i kapitel 8.2 kan då fördröja ca 43 m³. Om max utflöde från området ska motsvara befintligt flöde vid 2-årsregn får maximalt 27 l/s avtappas från fördröjningsmagasinet. För hela delområdet är fördröjningsbehovet då 450 m³. Det återstår därmed 407 m³ att fördröja. Ett makadammagasin under ny väg innebär att minsta möjliga sprängning behöver utföras eftersom överbyggnad av vägen ändå måste skapas. Vid detaljprojekteringen kan magasinets utformning närmare studeras så att inte anläggningen kolliderar med ledningsnät för dricks- och spillvatten. Norr om föreslaget fördröjningsmagasin kan ett skyfallsdike skapas som då hanterar bräddflöden. Anslutning av dagvatten till befintligt ledningsnät sker förslagsvis vid brunn i Ranehedsvägen, se figur 30 och bilaga 3.



Figur 30. Förslag till fördröjning och rening via krossdiken och makadammagasin samt anslutning Ranehedsvägen. Diken i violett, makadammagasin i brunt. Rinnvägar skyfall med turkosa pilar. Vid skrafferade ytor i västra delen kan inte skyfallsvatten hanteras med självfall inom planområdet. Se även bilaga 3.

8.4.1 Dränering

Tomter belägna i gränsen mellan delområde 3 och 4 (skrafferade ytor i bilaga 3) kan få svårt att leda bort dräneringsvatten med självfall (beroende på framtida markhöjder och om bebyggelse utformas med källare eller ej). Här kan pumpning komma att bli aktuellt. Vid extrema skyfallsflöden kommer dessa flöden inte heller att kunna ledas in i planområdet p g a topografin. Det rekommenderas därvid att inga hårdgjorda ytor skapas i dessa (skrafferade) delar.

8.5 TEKNISKA FUNKTIONER

Följande kapitel är en beskrivning av föreslagna anläggningar med avseende på anläggande, drift och upprätthållande av reningsfunktioner. Tänkbara alternativa dagvattenanläggningar presenteras i bilaga 1.

8.5.1 Dammar

En dagvattendamms proportioner bör vara så att den med fördel anläggs långsmal för att bästa rening ska kunna skapas. Det är viktigt att beakta vattenkvaliteten i en damm. Vattnet i dammen bör ha en omsättningstid på ca ett dygn. Vattnet kan syresättas genom att cirkulera vattnet med pump eller via luftning med fontän. För att säkerställa god vattenkvalité är det även viktigt att omgivande slänter inte gödslas.

Hög vattentemperatur i dammen kan innebära ökad risk för algbildning – detta kan motverkas genom att skuggande träd planteras. För många skuggande träd kan däremot missgynna växtligheten i vattenmiljön.

I anslutning till inloppet utformas dammen med en fördjupad del (mer än 0,6 m) där sand och annat sedimenterbart material ansamlas. I denna del ska vatten flyta lugnt för att erhålla sedimentation. I denna del behöver även hänsyn tas till att fordon kan komma fram och transportera bort det sedimenterade materialet.

Släntlutningen i en damm bör vara 1:3 eller flackare. Ju flackare slänter desto mer upptag av föroreningar kan ske via vegetationen i strandzonen. Val av släntlutning måste även baseras på möjligheten till underhåll, markens stabilitet samt av säkerhetsaspekter. Om en människa eller ett djur ramlar ner i dammen måste den med säkerhet kunna ta sig upp. Den grunda zonen (ofta i mitten) är viktig ur ett reningsperspektiv. Där fastnar mindre partiklar och vattenhastigheten ökar något. Vattnet värms även upp snabbare där vilket gynnar de biologiska processerna.

Generellt bör man vänta med utgrävningsåtgärder eller sedimentborttagning till slutet av juni eller senare för att inte störa vattenlevande djur i dammen. Man kan inte säga generellt hur ofta en damm behöver tömmas på sediment; det beror på tillförseln. En tumregel är dock att sedimentlagret nått halva djupet eller är 30 cm tjockt. Om sedimenttillväxten uppgår till 3 cm/år behöver tömning ske efter senast 10 år.

Grävmaskin med galler- eller klippskopa kan fungera för att ta bort alger. Mindre dammar kan ytrensas med kratta. Vid användande av större maskiner bör man så långt det är möjligt undvika att vattnet grumlans. Rensning och klippning av stråk bör göras tvärs flödesriktningen för att minska risk för kanalisering.

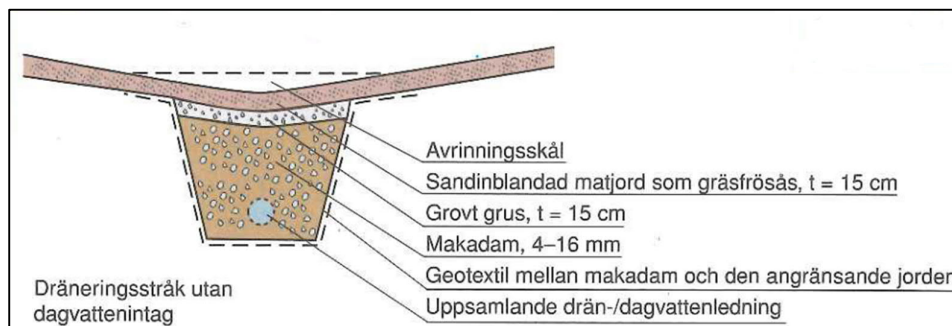
Eftersom växterna tar upp näring och föroreningar är det viktigt att dammen rensas på döda växtdelar. Önskad vegetation tas lämpligen bort under hösten så att den ej vissnar och hamnar på botten vilket annars ökar näringstillförseln i vattnet, och därmed algbildningen. Rensning och klippning under senhösten är även gynnsamt för eventuellt häckande fåglar och groddjur som då har lämnat dammen.

Grunda områden i dammen är de mest skötselintensiva. Kantvegetation vid strandlinjen behöver skötas så att inte de starkast växande arterna, typ bredkaveldun, tar över. Man bör motverka att tuvor uppstår vilket leder till kanalisering och därmed sämre rening.

8.5.2 Gräsdiken/Krossdiken

Gräsbeklädda diken bör klippas/trimmas med jämna mellanrum. Lämplig växthöjd är 50–150 mm, alltså något högre än andra gröna ytor. Gräsets rotsystem som fungerar som armering och växtligheten bidrar till att sänka vattenhastigheten.

Reningen i krossdiken sker genom mekanisk filtrering mellan stenar och grus. Dikena kan vara helt eller delvis fyllda med krossmaterial utan nollfraktion. Om krossdiken förses med dränledningar i botten rekommenderas det att dränledningarna görs spolbara för att ha möjlighet att rensa dessa. Ett krossdike byggs upp likt ett makadammagasin där det utgrävda området omsluts med geotextil med ordentligt överlapp i överkant. Geotextilens uppgift är att förhindra finmaterial att täppa till diket. Spridning av fina partiklar kan inte förhindras helt, därför kan de övre delarna av krossdiket behöva grävas om efter ett trettital år eller när det upptäcks att perkolationen fungerar sämre.



Figur 31. Principskiss för krossdike, här med dränering och en överyta som gräsbekläds. Illustration: Svenskt Vatten.

8.5.3 Makadammagasin

Makadammagasinet omsluts med geotextil vilket även möjliggör för infiltration. Om grundvattennivån är hög kan magasinet på detta behöva kläs in med tät duk för att inte grundvatten ska tränga in och uppta plats i det. I övre delen av magasinet ligger inloppet och dagvatten fördelas via dränledningar med slits nedåt. I botten på magasinets läggs dränerande ledningar sammankopplade med avtappningsledningen. Dagvattnet sipprar då genom stenmaterialet och magasinet töms mellan regntillfällena. Fördelen med makadamdiken/magasin är den förhållandevis låga anläggningskostnaden samt de goda reningseffekterna. Denna typ av magasin ger god rening av framför allt partikelbundna föroreningar. Nackdelen är att porositeten (ca 30 procent) innebär ett större platsbehov än exempelvis rörmagasin och kassetmagasin. Den hydrauliska förmågan avtar även med tiden vilket innebär att omgrävning kan behöva ske, helt eller delvis efter ett trettital år. Uppströms magasinet kan en brunn med sandfång anläggas för att förhindra sediment att täppa till magasinet.

8.5.4 Granulatfyllda rörmagasin

Ett alternativ till makadammagasin kan vara att anlägga granulatfyllda rörmagasin, se figur 32. Magasinet fylls till 90 procent med kalkmaterialet Filtralite-P. Detta material har en god förmåga att avskilja flertalet föroreningar samtidigt som den höga porositeten ger en betydande magasineringskapacitet. Inloppet sker på låg nivå i magasinet och dagvatten trycks upp genom filtermaterialet. Fördelen med denna lösning är att risken för att sprida föroreningar till grundvattnet minimeras, samt att filtermaterialet kan sugas upp och bytas ut utan att göra ingrepp i befintlig mark. Byte av filtermaterial kan vara nödvändigt att göra efter tidigast 10–15 år enligt tillverkare. Nackdelen är att eventuell infiltration uteblir om detta är önskvärt. Porositeten i denna lösning beräknas vara ca 45–50 procent. Denna lösning har inte beräknats som reningssteg i StormTac, men torde fungera som ett fullgott alternativ till krossdike och makadammagasin.



Figur 32. Exempel på fördröjning och rening i granulatfyllda rörmagasin. Bildkälla: Wereco AB

8.6 SKYFALLSANALYS

Som hjälp till analys av skyfall har simuleringsprogrammet Scalgo Live samt tidigare skyfallsutredning från 2017 använts.

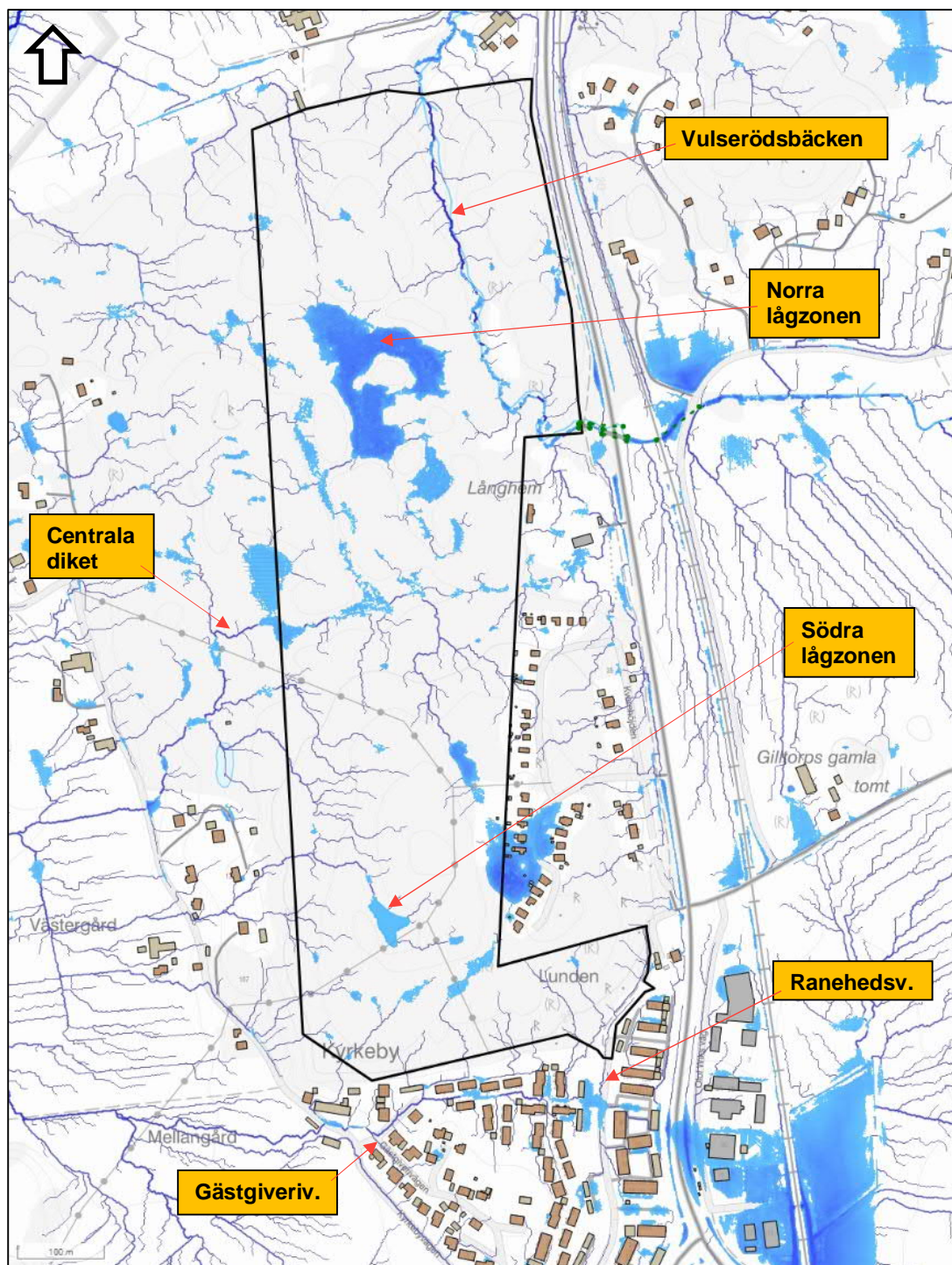
SMHI:s definition av *Skyfall* är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den slutligen tvärt faller till marken. Detta sker oftast efter en varm och torr period och i samband med att en kallfront passerar.

I programmet Scalgo kan man få en visuell överblick över nuvarande situation och områden som riskerar översvämning vid olika regn. Avrinningsmodellen är uppbyggd på basis av höjddata från Lantmäteriet med upplösningen 1*1 meter. Scalgo tar endast hänsyn till ytvattenavrinning. Scalgo "förstår" således inte att det kan finnas ledningsnät som kan hantera delar av extremflödet. I en uppdatering av programvaran i Scalgo som lanserades i juni 2023 är det emellertid möjligt att beräkna ett schablonavdrag för ledningsnät i tätorter. Vissa vattenvägar, typ Trafikverkets trummor, finns sedan tidigare beaktade i data från Scalgo. I Scalgo beräknas inte någon tidsfaktor vad gäller nederbörden; regnet läggs bara på ytan. Man kan då göra tolkningen att de regn som illustreras i Scalgo är mycket kortvariga och därmed mycket intensiva. Inget förlopp kan redovisas.

Skyfallsanalysens viktigaste syften är dels att säkerställa planområdets förmåga att hantera extrem nederbörd utan att bebyggelse riskerar översvämning samt att tillgängligheten till planområdet och nedströms områden säkras/inte försämras.

8.6.1 Befintlig situation

I figur 33 kan man se ytliga rinnvägar och antagen vattenutbredning i planområdet. Den regnmängd som studerats är 50 mm. Karteringen visar de vattenansamlingar som bedöms uppstå om denna regnmängd faller på mycket kort tid. En nederbörd på 50 mm inklusive klimatfaktor som faller inom 20 minuter motsvarar ungefär ett 100-årsregn. Om 37 mm nederbörd faller inom 10 minuter motsvaras även detta av ett 100-årsregn.

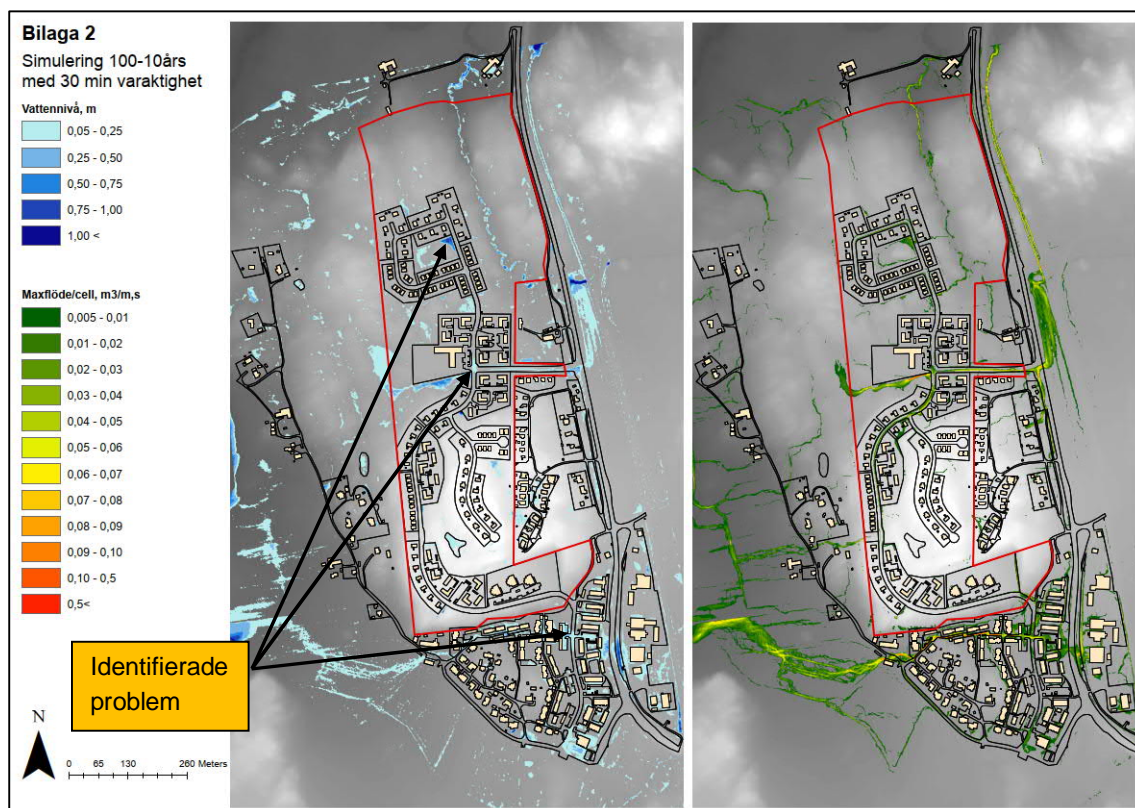


Figur 33. Rinnvägar och vattenutbredning vid 50 mm nederbörd. Ej schablonavdrag för ledningsnät. Bildkälla: Scalgo Live.

Figur 33 visar instängda områden/lågpunkter enligt beskrivet i kapitel 4.8 *Flödesvägar och instängda områden*. Resultatet i Scalgo överensstämmer i stort med resultatet beträffande befintlig situation från skyfallsutredningen utförd 2017.

8.6.2 Framtida situation

Eftersom nuvarande förslag till bebyggelse saknar höjdsättning (föreslagna vägar finns höjdsatta) är en visualisering av framtida situation vid skyfall ej genomförbar i dagsläget. 2017 genomfördes en skyfallsutredning med dåvarande bebyggelseförslag. I dåvarande förslag användes en höjdmodell med upplösningen 1*1 m, vilket är samma höjdraster som finns i programmet Scalgo Live. I tidigare bebyggelseförslag fanns även en höjdsättning av huvudvägarna i området. I simuleringen från 2017 höjdes dåvarande tomtmark generellt med 0,15 m ovan den då projekterade vägen. Figur 34 visar den tidigare simuleringen vid 100-års, minus 10-årsregn vid 30 minuters varaktighet. (Föreslagna dagvattenanläggningar bedömdes kunna hantera 10-årsregnet).



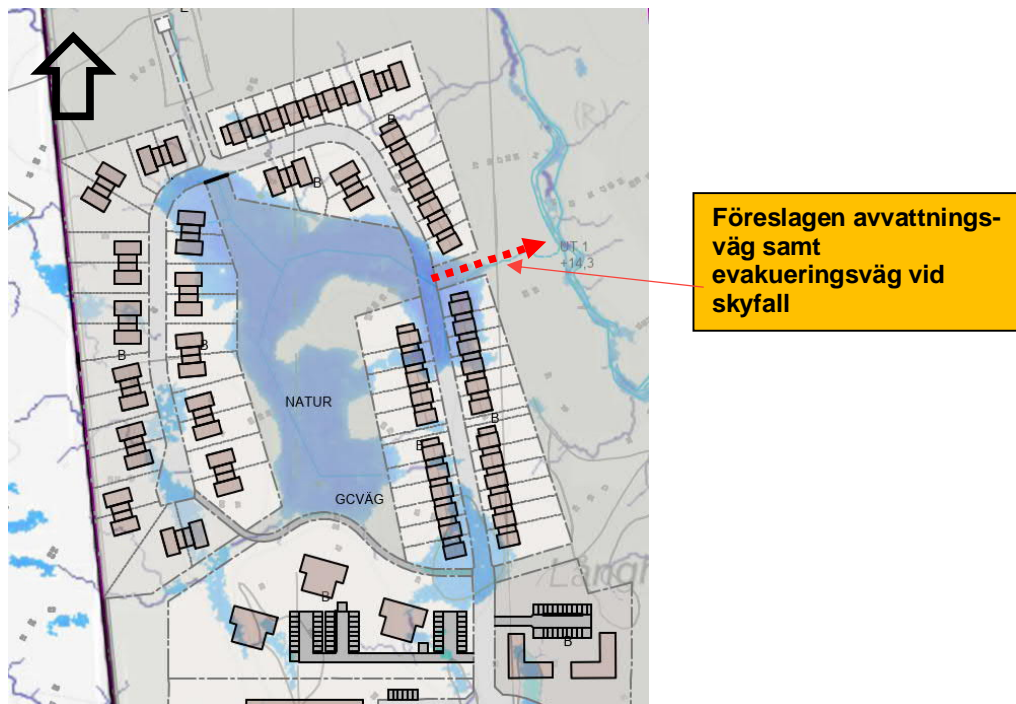
Figur 34. Bilaga 2 ur skyfallsutredning från 2017. Källa WSP.

I skyfallsutredningen från 2017 ses inga översvämningar på tomtmark, men det uppstår ett instängt område i norra delen där vattendjup på upp till en meter kan uppstå. Denna del bedömdes i PM Skyfall utgöra en risk. Övriga lågpunkter som kommenterades i PM Skyfall är dels en lågpunkt på den nya vägen i anslutning till förskolan och dels den vattenväg som går söder om planområdet, från Ranehedsvägen och västerut, bort mot Gästgiverivägen se figur 33 och 34. Detta stråk är utsatt för översvämningsrisk redan idag. För att se till att konsekvenserna av skyfall inte försämras vid det bebyggda området söder om planområdet föreslogs flera åtgärder, bl a ett skyfallsdike som bromsar tillrinningen från berget mot befintliga bebyggda fastigheter. Generellt rekommenderades att framtida tomter skulle höjdsättas högre än vägar så att vägarna kan fungera som skyfallsleder. För fördjupning i tidigare analys hänvisas till *PM skyfallsutredning Kvarnhöjden (WSP 2017-12-07)*.

I nuvarande bebyggelseförslag ligger huvudvägar i stort sett i samma lägen som i tidigare förslag. Det aktuella förslaget till exploatering innebär även att antalet tomter och byggnader är färre här än i tidigare förslag.

Norra delen – utlopp mot Vulserödsbäcken

I norra delen kan man se den tydligaste skillnaden med färre föreslagna tomter i lågzon. Figur 35 visar nuvarande bebyggelseförslag med *befintliga* markhöjder och vattenutbredning vid ett regn på 50 mm; samma regn som visas i figur 33.



Figur 35. Föreslagen bebyggelse i norra delen med befintliga höjder och nuvarande vattenutbredning vid 50 mm nederbörd. Bildkälla: Scalgo Live.

Bedömningen görs att det finns bättre förutsättningar att härbärgera skyfallsvatten i norra delen av planområdet i det nuvarande bebyggelseförslaget. Skyfallsvolymer kommer att kunna hållas inom planområdet vilket i sin tur leder till att belastningen på nedströms områden, i detta fall Vulserödsbäcken, inte påverkas negativt vid ett klimatanpassat 100-årsregn med varaktigheten 20 minuter. Regnet i fråga ger upphov till en volym på ca 3000 m³ i det stora instängda området mellan kvarteren i figur 35; en volym som behöver behållas, också efter exploatering. När tomtmarken höjdsatts får en ny analys göras för norra delen.

Nedströms påverkan

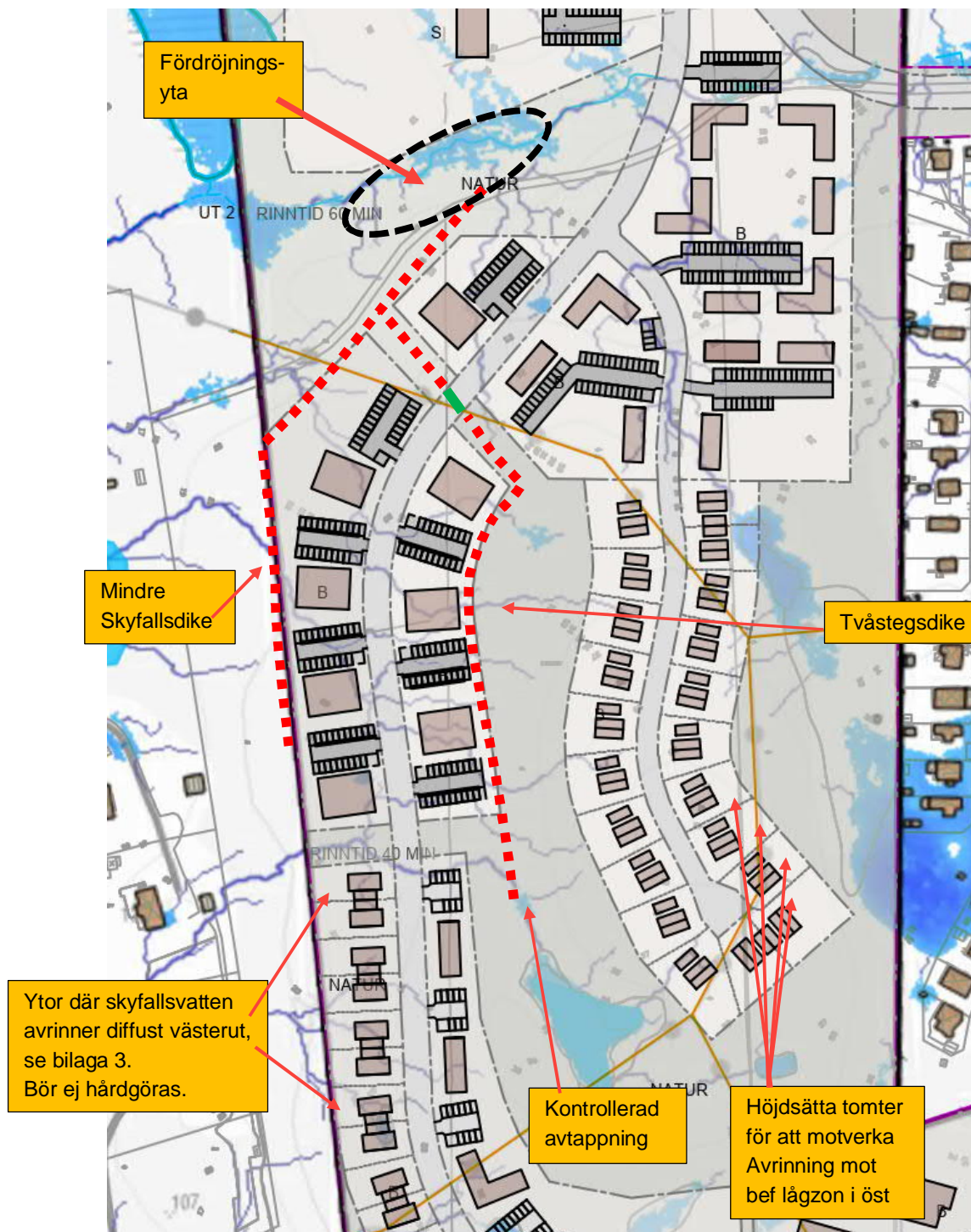
En gård tillhörande fastigheten Anrås 6:3 ligger ca 40 meter från bäcken och ca 320 meter från föreslagen utsläppspunkt i norr. Aktuella byggnader på Anrås 6:3 är belägna ca 2 meter högre än bäckfåran och riskerna för översvänningsproblem vid dessa byggnader till följd av höga vattennivåer i Vulserödsbäcken bedöms vara mycket låg. Det finns en enskild väg som utgör anslutning till ovan nämnda byggnader samt till byggnad på fastighet Anrås 4:5. Ifall Vulserödsbäckens trumma som går under denna väg sätts igen eller om kapaciteten inte räcker till kommer brädflöden från Vulserödsbäcken att ske norrut mot den åkermark som ligger mellan den enskilda vägen och Anråse å. Förutsatt att volymer behålls i planområdets norra del enligt beskrivning ovan, förändras inte denna risk.

Centrala delen – centrala diket

I den centrala delen av planområdet innebär de största utmaningarna beträffande skyfall att kunna hantera utflödet från den södra lågzonerna samt att inte förvärra situationen för befintliga byggda tomter väster om planområdet. Baserat på den rådande marklutningen bör ett dike anläggas längs delar av

västra planområdesgränsen samt öster om föreslagna flerbostadshus, se figur 36. Diket (och fördröjningsåtgärder) dimensioneras för att ta hand om skillnaden i tillrinning som bebyggelsen ger upphov till jämfört med nuläget, vid ett 100-årsregn. Tomter belägna mellan södra lågzone och befintlig lågpunkt vid befintliga byggnader i Kvarnhöjden höjs så att minimal avrinning sker mot befintlig bebyggelse, se figur 36.

Dike som anläggs väster om nya byggnader skulle även kunna hantera dränering.



Figur 36. Föreslagna bebyggelse i centrala delen med befintliga höjder och vattenutbredning vid 50 mm nederbörd. Föreslagna diken/skyfallsvägar rödstreckade och planområdesgränser i tjock svart linje. Föreslagna trumma: grön linje. Bildkälla: Scalgo Live

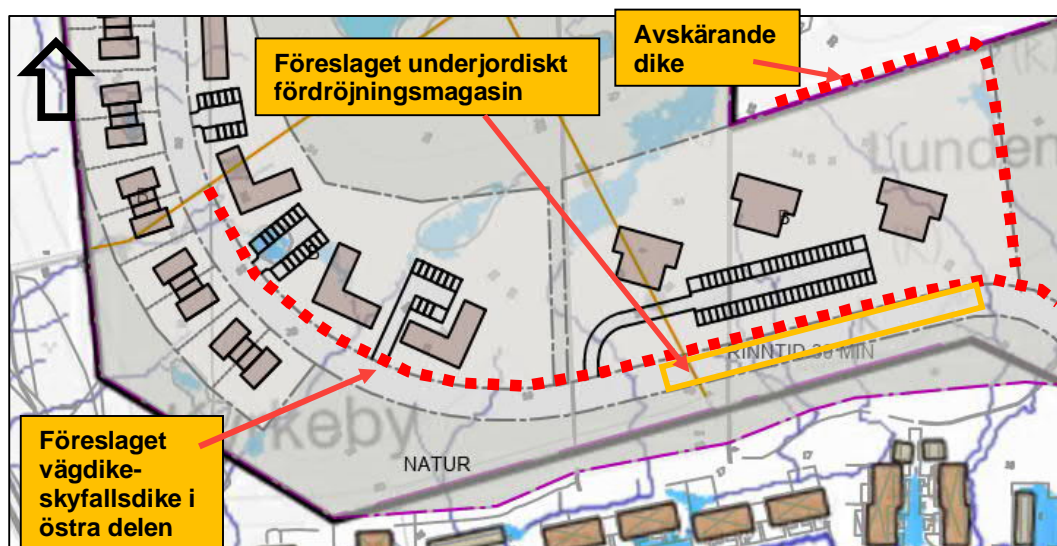
Nedströms påverkan

Byggnader tillhörande fastigheten Kyrkeby 2:48 ligger ca 35 m från centrala diket där diket korsar Kyrkebyvägen. För orientering, se figur 12 och 14. Markhöjden vid närmaste byggnad ligger drygt 5 meter högre än markhöjden vid diket vid Kyrkebyvägen, se figur 14. Bedömningen är att det inte finns risk att bräddningsflöden i centrala diket medför någon översvämningsrisk för aktuell byggnad. Vattennivån i *vägdiket* vid Kyrkebyvägen kan dock stiga då befintlig trumma har dimension 150 mm och således utgör flaskhals i avrinningsstråket. Om vägdiket bräddar kommer vatten rinna över vägbanan och utöver den åkermark som finns mellan Kyrkebyvägen och Hake fjord.

I figurerna 35-36 framgår det att vägar och föreslagna diken i planområdet kommer att skära av ett flertal befintliga flödesvägar. Detta är positivt för nedströms områden. De fastigheter som är belägna nedströms planområdets sydvästra del (Kyrkeby 1:80, 1:77, 1:26 m fl.) kommer inte att beröras av lika stor naturmarksavrinning som idag, där exempelvis avrinning från södra lågzonen bräddar ned mot fastighet 1:77. De mindre ytor i sydvästra delen (se bilaga 3) där skyfallsflöden inte kommer att kunna hanteras inom planområdet bör inte hårdgöras, och storleken på dessa ytor är mindre än de befintliga ytor som utgör dagens avrinningsområde. Nedströms områden bedöms därvid inte påverkas negativt avseende skyfall, till följd av exploateringen om hårdgöring i dessa delar undviks, se även bilaga 3.

Södra delen

I planområdets södra del ser befintlig avrinning ut enligt figur 37 med ny bebyggelse och föreslagna skyfallsåtgärder placerat ovanpå. Flödesriktningar och skyfallsåtgärder framgår även av bilaga 3.



Figur 37. Föreslagen bebyggelse i södra delen med befintliga höjder och nuvarande vattenutbredning vid 50 mm nederbörd. Föreslaget skyfallsdike rött streckat. Bildkälla: Scalgo Live.

Diket och fördröjningsåtgärder som framgår av figur 37 dimensioneras för att sammantaget ta hand om skillnaden i tillrinning som ny bebyggelse ger upphov till jämfört med nuläget, vid ett 100-årsregn, se beräkningar nedan samt bilaga 3.

Nedströms påverkan

Norra Jörlanda med bebyggelse vid Ranehedsvägen och Gästgiverivägen har i befintlig situation risk för problem vid extremnederbörd enligt skyfallsutredningen från 2017, se figur 33 och 34. Föreslagen exploatering med angöringsväg uppströms den utsatta bebyggelsen innebär att stora delar av den diffusa avrinningen från berget skärs av och vattenflödena hanteras då i diken och fördröjningsanläggning inne i planområdet. Föreslagen fördröjningsanläggning är beräknad så att utflöde från anläggningen som högst motsvarar det flöde som genereras vid ett 2-årsregn. Volymen är

beräknad så att flöden upp till 20 års återkomsttid ska kunna fördröjas. Utöver det föreslås ett skyfallsdike i anslutning till vägen som hanterar flöden som överstiger kapaciteten i fördröjningsmagasinet, se bilaga 3.

Vid flödesberäkning för befintlig situation har en avrinningskoefficient på 0,1 valts för naturmark generellt i hela planområdet. Just i detta delområde kan det emellertid antas att mer än 10 procent av nedfallande nederbörd bidrar till flödet. Avrinningskoefficienten kan vid berg i dagen uppgå till mellan 0,3 och 0,4 eller högre, detta är beroende på hur mycket berget lutar. Marken består i detta delområde av urberg, med endast delvis tunna lager av organisk jord. Detta innebär att befintligt flöde möjligen är högre än vad som redovisas i tabell 7 (kap. 7.1.5). I en framtida situation, när delområdet görs byggbart och förses med bärande massor samt matjord/planteringar kan därmed en större del av nedfallande nederbörd infiltrera, och därmed erhålls då även ett trögare avrinningsförlopp. Detta kan antas lindra påverkan för nedströms områden.

En grov beräkning av vilka volymer som kan behöva fördröjas vid ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 efter exploatering och om max utflöde 27 l/s bibehålls har gjorts. Resultatet är att en fördröjningsvolym om 895 m³ behöver skapas för att fördröja flödet vid 100-årsregnet. Beaktas den volym som beräknats för att hantera 20-årsflödet (448 m³) kan man därmed konstatera att ett skyfallsdike behöver kunna hålla en volym om 447 m³ för att flödet vid 100-årsregn ska kunna fördröjas inom planområdet. Ungefärlig dikeslängd i det område där skyfallsdike föreslås är 120 meter. Där diket föreslås är markens längslutning ca 6 promille på större delen av sträckan, marken lutar mer i östra delen. Ett dike med djup 1,1 meter, bottenbredd 0,5 meter samt släntlutning 1:3 (svackdike) har en total bredd på 6,6 meter. Dikets tvärsnittsarea blir ca 3,93 m² och tillgänglig volym för 120 meter blir då ca 470 m³. Om diket skapas med minsta möjliga längslutning finns möjlighet att skyfallsflödena från delområdet fångas in i diket och inte drabbar Ranehedsvägen. Detta innebär att skyfallsdiket och makadammagasinet därmed kan kvarhålla flöden vid 100-årsregn. Nedströms påverkan vid 100-årsregn försämras därmed inte. Förslag på skyfallsdike samt utbredning visas i bilaga 3.

För att få en bättre bild av hur framtida skyfall påverkar aktuellt planområde samt nedströms områden behöver planområdet höjdsättas både avseende vägar och tomtmark. Efter detta kan en ny bedömning göras för att studera påverkan inom och utanför planområdet. I nuläget bedöms inget behov av hydraulisk modellering föreligga, men metoden kan övervägas om osäkerheter av väsentlig betydelse kvarstår när kommande höjdsättningsförslag utvärderas.

Baserat på den data som finns tillgänglig görs bedömningen att de risker/problem som kan uppkomma vid framtida skyfall inom planområdet är möjliga att hantera. Höjdsättning av tomter behöver dock göras omsorgsfullt.

9 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

De förslag till fördröjning som är framtagna i denna utredning innebär att dagvattenflödet vid alla regn upp till 20-årsregnet inte ökar än vad befintliga flöden vid 2-årsregn beräknas uppgå till. För att kunna kontrollera framtida avrinning behöver dock åtgärder vidtas som kommer att leda till att den diffusa avrinningen minskar; dagvattenflöden kommer att ledas till ytor där fördröjning och kontrollerad avtappning kan ske. Föreslagna anläggningar i centrala och södra delen av planområdet har beräknats utifrån att befintligt flöde vid tvåårsregn inte ska öka.

Befintlig och framtida föroreningsbelastning samt simulering av reningsanläggningar för dagvatten har utförts i programmet StormTac. Eftersom planområdet idag är ett skogs- och naturområde är befintlig föroreningsbelastning mycket låg i utgående dagvatten. Analyserna i StormTac visar att endast *ett* reningssteg per delområde räcker för att halterna av föroreningar i studerade ämnen ska hamna *under*

de riktvärden som Miljöförvaltningen, Göteborgs stad anger i sitt styrdokument RH2020:1. För att ytterligare närma sig de befintliga mängderna och halterna behöver rening ske i flera steg. För att vidmakthålla rening av dagvatten behöver de anläggningar som uppförs även underhållas. Föreslagna anläggningar har olika drift och skötselbehov. För biologiska reningssteg gäller även att reningsgraden kommer att variera beroende på årstid.

De reningssteg som studerats för området är gräsdiken, krossdiken, dammar samt underjordiska makadammagasin. I simuleringsprogrammet StormTac har även växtbäddar simulerats som reningsteg. I bilaga 2 finns en förteckning av resultat och reningseffekter avseende de reningssteg som studerats för de olika delområdena. I detta kapitel redovisas reningseffekter gällande de förslag till dagvattenhantering som presenteras i kapitel 8. Det ska nämnas att StormTac anger osäker i olika grad beträffande basflödeshalterna för vissa ämnen och markanvändning. Störst osäkerheter gäller för nickel (Ni), kvicksilver (Hg) och bensoapyrene (BaP). Detta kan antas bero på variationer i det statistiska underlaget i programmets databas. Även reningsförmågan i simulerade anläggningar har osäkerheter beträffande vissa ämnen. Att jämföra föroreningsgraden mellan olika markanvändning, samt anläggningars reningsförmåga blir därmed inte hundra procentigt rättvist. De värden som erhålls via StormTac ska därför ses som indikationer snarare än absoluta siffror.

Vid val av renings- och fördröjningslösning behöver hänsyn tas till reningsbehov, platsbehov-platstillgång och storlek på fördröjningsvolym.

9.1 VULSERÖDSBÄCKEN

De huvudalternativ som utmejslats efter att ha simulerat flertalet olika reningssteg och med beaktande av recipientstatus och känslighet är för norra delen gräsdiken följt av damm. Som alternativ har krossdiken följt av makadammagasin studerats. Tabell 21–22 visar resultaten av jämförelsen avseende mängder och halter där dessa reningsalternativ redovisas.

Tabell 21. Föroreningsbelastning delområde 1 Vulserödsbäcken avseende mängder där nuläge jämförs med framtida situation. Gröna celler visar där framtida belastning sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (kg/år)	Enligt nuvarande exploateringsförslag, ingen rening (kg/år)	Efter expl. rening via gräsdiken följt av damm (kg/år)	Renings-effekter (%)	Efter expl. rening via krossdiken följt av makadammagasin (kg/år)	Renings-effekter (%)
P	1,1	4,5	2,2	51	2,5	45
N	19	55	40	28	24	56
Pb	0,11	0,24	0,074	69	0,034	86
Cu	0,33	0,63	0,31	51	0,28	55
Zn	0,92	2,1	0,71	66	0,30	86
Cd	0,0042	0,010	0,0040	62	0,0055	47
Cr	0,1	0,24	0,077	68	0,077	68
Ni	0,13	0,24	0,098	59	0,11	52
Hg	0,00037	0,0011	0,00062	41	0,00046	57
SS	710	1 700	550	67	400	76
Oil	4,2	15	1,9	88	1,9	88
BaP	0,00021	0,00087	0,00038	56	0,00038	56

Av tabellen framgår det att, beträffande näringsämnen (P, N), att om mer makadam- och krosslösningar väljs blir reningen avseende kväve bättre. Fosfor renas emellertid bättre i damm. Resultat gällande koncentrationer visas i tabell 22.

Tabell 22. Föroreningsbelastning delområde 1 Vulserödsbäcken avseende halter där nuläge jämförs med framtida situation. Gröna celler visar där framtida koncentrationer sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (µg/l)	Enligt nuvarande exploateringsförslag,ingen rening (µg/l)	Efter expl. rening via gräsdiken följt av damm (µg/l)	Efter expl. rening via krossdiken följt av makadammagasin (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen Gbg stad (µg/l)
P	15	58	29	32	50
N	270	720	520	310	1250
Pb	1,7	3,2	0,97	0,45	28
Cu	4,8	8,2	4,0	3,7	10
Zn	13	27	9,3	3,9	30
Cd	0,062	0,14	0,052	0,072	0,9
Cr	1,5	3,1	1,0	1,0	7
Ni	1,8	3,1	1,3	1,5	68
Hg	0,0054	0,014	0,0081	0,0060	0,07
SS	10 000	22 000	7 200	5 300	25 000
Oil	62	200	25	25	1 000
BaP	0,0031	0,011	0,0050	0,0050	0,05

Av tabellen framgår det att samtliga halter underskrider Miljöförvaltningens riktvärden. 6 respektive 7 ämnens framtida halter underskrider även halter i befintlig situation.

9.2 HAKE FJORD

Från Vulserödsbäcken, via Anråse å rinner dagvatten ut i Hake fjord. Från centrala och södra delen av planområdet nås Hake fjord av dagvatten från planområdet via två huvudavvattningsvägar. Planområdets belastning på Hake fjord från dessa två avvattningsvägar (centrala diket och ledningsnät i Jörlanda) beskrivs i detta kapitel.

Efter att ha studerat flertalet alternativ att rena dagvattnet föreslås i första hand rening via gräsdiken till damm i centrala delen och via krossdiken och makadammagasin i södra delen. Som alternativ har det undersökts att helt undvika damm vilket innebär gräsdiken/krossdiken följt av underjordiska makadammagasin till båda avvattningsvägarna. En jämförelse med resultat av dessa simuleringar visas i tabellerna 23 och 24.

Tabell 23. Föroreningsbelastning delområde 3-4 Hake fjord, avseende mängder där nuläge jämförs med framtida situation. Gröna celler visar där framtida belastning sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (kg/år)	Enligt nuvarande exploateringsförslag,ingen rening (kg/år)	Efter expl. rening via gräsdiken följt av damm centralt (kg/år)	Renings-effekter.		Efter expl. rening via krossdiken följt av makadammagasin båda avvattningsvägarna (kg/år)	Renings-effekter	
				Delområde 3	4		Delområde 3	4
				(%)			(%)	
P	1,2	6,6	4,6	71	52	5,2	63	52
N	22	76	66	43	65	41	71	65
Pb	0,13	0,34	0,10	80	92	0,048	93	92
Cu	0,38	0,85	0,43	68	80	0,38	73	80
Zn	1,1	2,7	0,79	82	89	0,47	92	89
Cd	0,0049	0,016	0,0073	73	83	0,0072	73	83
Cr	0,12	0,39	0,11	85	79	0,12	83	79
Ni	0,15	0,34	0,13	77	77	0,15	71	77
Hg	0,00044	0,0018	0,00099	58	59	0,00081	69	59
SS	820	2 400	670	83	89	490	90	89
Oil	5,0	26	2,9	93	93	2,9	93	93
BaP	0,0002	0,0015	0,00059	79	76	0,00059	79	76

Av tabell 23 framgår det att 6 respektive 7 av de studerade ämnena får mängder som minskar gentemot nuläget. Även i dessa delområden noteras att kväve renas bättre om fler "krosslösningar" väljs medan fosforeringen är något bättre om damm väljs.

Resultat gällande koncentrationer visas i tabell 24.

Tabell 24. Föroreningsbelastning delområde 3-4 Hake fjord avseende halter där nuläge jämförs med framtida situation. Gröna celler visar där framtida koncentrationer sjunker jämfört med nuläget.

Ämne	Befintlig belastning (µg/l)	Enligt nuvarande exploateringsförslag,ingen rening (µg/l)	Efter expl. rening via gräsdiken följt av damm centralt (µg/l)	Efter expl. rening via krossdiken följt av makadammagasin båda avvattningsvägarna (µg/l)	Riktvärde Miljöförvaltningen Gbg stad (µg/l)
N	280	910	650	400	1250
Pb	1,7	4,0	1,0	0,48	28
Cu	4,8	10	4,3	3,8	10
Zn	14	31	7,9	4,7	30
Cd	0,063	0,19	0,073	0,072	0,9
Cr	1,5	4,7	1,1	1,2	7
Ni	1,9	4,0	1,3	1,5	68
Hg	0,0056	0,021	0,0099	0,0081	0,07
SS	11 000	28 000	6 700	4 800	25 000
Oil	64	310	29	29	1 000
BaP	0,0032	0,018	0,0059	0,0059	0,05

Av tabellen framgår det att samtliga halter underskrider Miljöförvaltningens riktvärden. Sju ämnens framtida halter underskrider även halter i befintlig situation.

I dokumentet *Kvarnhöjden Recipientutredning* (WSP 2023-03-30), förs ett resonemang kring de två föreslagna huvudalternativen till reningsanläggningar och påverkan på recipienterna som helhet. Recipienterna har i det dokumentet studerats utifrån bedömningsgrunder i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVFMS 2019:25.

Det som i övrigt kan nämnas avseende konsekvenser beträffande val av dagvattenhantering är att hantering i öppna lösningar innebär sannolikt en ökad biologisk mångfald i området jämfört med underjordiska lösningar. Ökad biologisk mångfald kan på sikt bidra till ekosystemtjänster såsom ökad trivsel, avstressande miljöer mm. I den andra vågskålen kan faktorer såsom ökat underhållsbehov, behov av att minimera olycksrisker för barn, samt skillnader i reningsfunktion beroende på årstid nämnas.

9.3 KONSEKVENSER AV PLANFÖRSLAGET PÅ MILJÖKVALITETSNORMERNA FÖR YTVATTEN

Enligt tabellerna 15–20 samt 21–24 visar resultaten från föroreningsberäkningarna på att planförslaget innebär en ökning av samtliga ämnens mängder och halter som leds till recipienten från utredningsområdet om inga nya reningsåtgärder skapas. För att minska mängder och halter av föroreningar som når recipienten krävs rening av dagvattnet.

Genom att rena dagvattnet via gräsdiken, krossdiken, dammar och makadammagasin bedöms den ökade föroreningsbelastningen från planområdet hållas på en acceptabel nivå för recipienterna. Koncentrationerna minskar och mängder sjunker avseende flertalet ämnen/ämnesgrupper tack vare reningsåtgärderna. När exploateringsförslaget är mer detaljerat finns det möjlighet att undersöka om alternativa reningssteg såsom exempelvis översilningsytor, växtbäddar och skelettjordar kan anläggas i delar av planområdet. Placering och utbredning av dessa måste emellertid fastställas då planarbetet kommit längre än i nuvarande förslag. Nuvarande planförslag innehåller en hel del gröna inslag och bidrar totalt sett till goda möjligheter att kunna följa miljö kvalitetsnormerna, MKN för *Anråse å* och *Hake Fjord*. Även den framtida föroreningsbelastningen på Vulserödsbäcken bedöms kunna hållas på en acceptabel nivå. Ingen enskild kvalitetsparameter bedöms heller försämrats om föreslagna renande åtgärder genomförs.

Om helt andra val av reningslösningar anläggs för dagvattenhantering inom utredningsområdet är det emellertid nödvändigt att se över att de har motsvarande reningseffekt på dagvattnet som de föreslagna lösningarna för att inte riskera att möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormerna påverkas negativt. Eftersom näringsämnespåverkan utpekats som ett problem för båda recipienterna bör det säkerställas att dagvatten från planområdet renas till en nivå så att recipienterna inte får en försämring gällande näringsämnen. Samma resonemang gäller avseende kvicksilver och kvicksilverföreningar.

En fördjupad bedömning av dagvattnets recipientpåverkan finns att tillgå i dokumentet *Kvarnhöjden recipientutredning*, WSP 2023-03-30.

10 DISKUSSION

I denna utredning har de fördröjnings- och reningsåtgärder som föreslås för dagvatten placerats samlat och på allmän platsmark. Detta – eftersom området *sannolikt* kommer att ingå i kommunalt verksamhetsområde för dricks- spill- och dagvatten. Verksamhetsområdets omfattning och huruvida framtida område är att betrakta som tätbebyggt eller inte (och därmed storleken på

fördröjningsanläggningar) behöver fortsätta utredas i framtida arbete med planen. Beräkningar avseende dagvattenflöde och fördröjning kommer därvid att behöva ses över.

Om Stenungsunds kommun beslutar att del av fördröjningen ska skapas på kvartersmark bör detta vara fullt möjligt. Detta kommer att innebära att de samlade fördröjningsvolymerna minskar. Att lämna över driftansvaret till fastighetsägare för en anläggning som kräver regelbundet underhåll (exempelvis växtbädd) för att hydraulisk och renande funktion ska kunna vidmakthållas över tid kan dock vara vanskligt. Däremot är det fullt möjligt att skapa fördröjningsvolymerna inne på kvartersmark om dessa anläggningar innebär minimalt med underhåll.

I det fortsatta planarbetet behöver risken för olägenheter i nedströms områden beaktas fortlöpande. Fokus bör vara att undersöka de vattenvägar som ska användas för dagvattenavledning och ta ansvar för att dagvattnets kvalitet inte försämras och kvantitet inte försvåras i nedströms områden. En noggrannare inmätning av det centrala diket bör göras och samverkan med markägare är nödvändig. Kapacitetsberäkningar för befintliga trummor och ledningsnät för dagvatten samt spillvatten som berörs bör göras.

10.1 BEHOV AV VIDARE UTREDNING

I det fortsatta planarbetet finns det ett antal punkter som behöver klargöras med bäring på spill- och dagvattenhanteringen:

- Kan det centrala diket kan nyttjas som avledningsväg för fördröjda dagvattenflöden ut från planområdet? Vilket flöde kan och bör diket belastas med? Inmätningar och beräkning av diket kapacitet kan behöva göras. Behöver befintlig vägtrumma vid Kyrkebyvägen uppdimensioneras? Detta kan påverka fördröjningsvolymens storlek uppströms.
- Kan den lågzon, väster om föreslagen förskola och som delvis ligger inom planområdet och som ansluter till det centrala diket norrifrån nyttjas som avledningsväg och fördröjningsanläggning?
- Vilken volym och vilka vattendjup på dammarna är rimlig (i relation till fördröjningsbehov och topografi/geotekniska förhållanden)?
- Hur säkerställs att dammarna kan drifas (anslutningsvägar)?
- Hur ska dränering och spillvattenhantering från framtida bebyggelse i sydvästra delen hanteras utan att åsamka nedströms bebyggelse olägenheter? Är pumpstation ett lämpligt alternativ eller kan LTA-system accepteras? Krävs bebyggelse i endast ett plan, utan souterrängplan?
- Kan det säkerställas att markytor i sydvästra delen inte hårdgörs på västra sidan om byggnaderna så att nedströms skyfallspåverkan blir låg?
- Hur kan utbredningen av föreslaget underjordiskt magasin i södra delen utformas med avseende på annan tillkommande underjordisk infrastruktur?
- Vilket flöde är lämpligt att belasta det befintliga ledningsnätet för dagvatten i Ranehedsvägen med?
- Dialog med Trafikverket gällande avvattning av angöringsväg till väg 574.
- Behövs fördröjningsanläggningar som hanterar 10-årsregn eller 20-årsregn?

När framtida mark fått en första preliminär höjdsättning kommer det även att finnas behov av en skyfallsanalys. I denna analys ska även tillgänglighet till området vid skyfall göras. Om väsentliga osäkerheter framkommer vid denna analys kan det finnas behov av hydraulisk modellering.

11 REFERENSER

- Bebyggelseförslag 2023-10-12, Rådhuset arkitekter, pdf och dwg erhållet från Stenungsunds kommun
- Primärkarta samt höjddata erhållet från Stenungsunds kommun
- Befintligt VA (dwg-fil) erhållet från Stenungsunds kommun
- Geotekniska PM Geotekniskt, bergtekniskt, radon- och geohydrologiskt utlåtande, WSP 2007-07-01
Tekniskt PM Geoteknik, EQC Group 2014-09-03
Bergteknisk utredning, Bergab 2018-09-20
- Jordartskarta, SGU, hämtat februari 2023, <https://apps.sgu.se/kartvisare/>
- Uppgifter från Ledningskollen, erhållet 2023-01-30
- Vägmodell (dwg-fil), Sigma erhållen 2023-10-05
- Tidigare dagvattenutredningar WSP 2012-10-15, 2017-06-08, 2019-06-25
- Skyfallsutredning Kvarnhöjden, WSP 2017-12-07
- Svenskt Vattens publikationer P104, P105, P110, P114
- Lantmäteriets höjddata, hämtad via Scalgo Live, januari 2023 <https://scalgo.com/live>
- Skyfallsanalyser, lågpunkter, delavrinningsområden, hämtat via Scalgo Live
- Recipientunderlag hämtat från VISS, mars 2023 <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- Informationskartan Länsstyrelsen <https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/om-oss/vara-tjanster/karttjanster-och-geodata.html>
- StormTac WEB, <http://app.stormtac.com/>
- *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten till dagvattennät och recipient R2020:1*, Miljöförvaltningen, Göteborgs stad
- *Kvarnhöjden Recipientutredning*, WSP 2023-03-30

12 BILAGOR

- Bilaga 1 Beskrivning av alternativ till reningsanläggningar
- Bilaga 2 Resultat av alternativa föroreningsberäkningar, StormTac
- Bilaga 3 Befintligt dagvattennät, föreslagen dagvattenhantering & skyfallshantering

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Ullevigatan 17
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 17

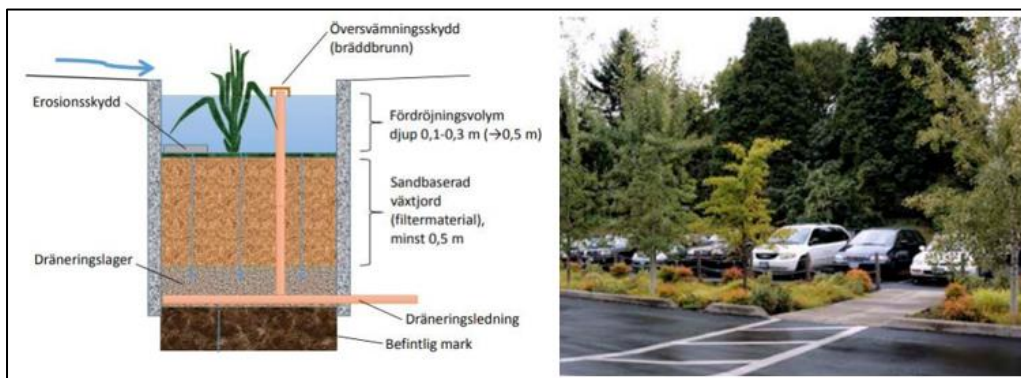
T: 010-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



BILAGA 1 – KOMPLETTERANDE / ALTERNATIVA DAGVATTENLÖSNINGAR

1.1 VÄXTBÄDDAR

En växtbädd är en planteringsyta med fördröjnings- och översvämningsszon där dagvatten tillåts infiltrera och renas. Rening sker via de filtrerande materialen i växtbädden men även växterna bidrar till rening. Växterna tar upp vatten, näringsämnen och tungmetaller. Fördröjning av dagvatten sker i de filtrerande materialen och vid stora mängder vatten, leds vatten bort via dräneringsledning eller bräddningslösning, se Figur 1. Växtbäddar kan utföras på flera olika sätt, de går t.ex. att ha ovan mark eller under "nollnivån". (Stockholm Vatten och Avlopp, 2017). Ett exempel på växtbädd som samlar upp vatten från gata och parkering visas i figur 1. Växtbäddar på nollnivå behöver utföras täta om grundvattennivån ligger högt.



Figur 1. Principskiss växtbädd (t.v.) (Illustration WRS) Exempel på växtbädd vid parkering och gata (t.h.). (Foto WRS)

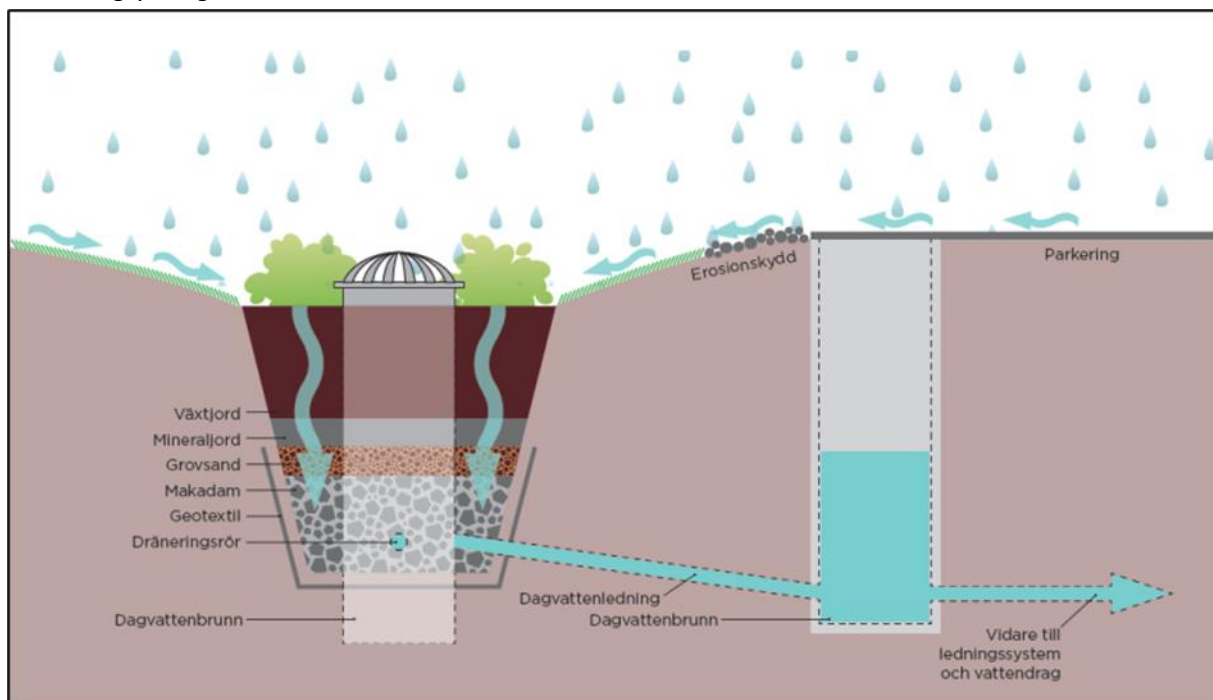
Ytbehovet för växtbäddar kan beräknas enligt följande: Växtbäddens totala djup är 0,7 meter, som kan anses vara ett standardmått. Jordlagret är 0,5 meter djupt och ovanpå detta finns en fördröjningszon på 0,2 meter. Porositeten i den sandinblandade jorden är ca 15 %. Det innebär att varje kvadratmeter växtbädd kan fördröja ca 0,28 m³ dagvatten. Det finns även andra varianter på uppbyggnad av växtbäddar med större porositet i jordlagret. 0,28 m³ per m² kan ses som den mest ytkrävande varianten.

Växtbäddar kräver ordentlig tillsyn i etableringsfasen. Bäckens funktioner behöver även kontrolleras efter kraftiga regn. Placering av växtbäddar behöver planeras så att dessa inte utsätts för nedtrampning vilket kan leda till försämrade hydraulisk och renande funktion. Växtbäddens förmåga att rena påverkas av årstid. En hybrid mellan växtbädd och översilningsyta kan utföras vid parkeringsplatser, på de gröna remsor som skapas mellan p-rutorna.



Figur 2. Exempel på översilningsyta vid parkering. (Kviberg) Bildkälla: SMHI.se

Parkeringen/Infarten bör höjdsättas så att naturlig avrinning sker mot översilningsytan. Notera i figur 2 att kantstenen har öppningar samt att erosionsskydd skapats i högra bilden. Detta görs för att inte spola bort jordmaterialet vid kraftiga regn. I översilningsytorna läggs dränledningar som säkerställer att ytan töms mellan regntillfällena. En grön översilningsyta kräver tillsyn i etableringsfasen, så att gräset kan tillåtas att växa till sig. Översilningsytor kan även förses med fördröjningsfunktion, notera upphöjd kupolbrunn i principuppbyggd översilningsyta, figur 3.



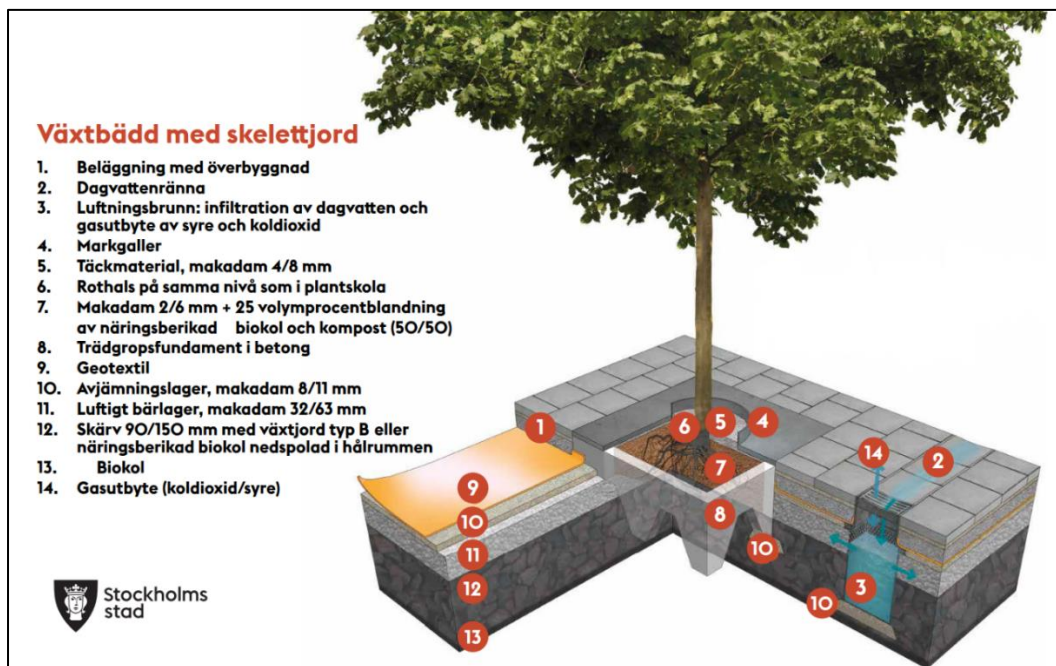
Figur 3. Principuppbyggnad för översilningsyta vid parkering. Upphöjd kupolbrunn medger viss magasinering innan bräddning sker. Bildkälla: COWI

1.2 SVACKDIKEN

Svackdiken har som primär uppgift att bidra till tröghet i avrinningen. I ett dike med flacka slänter sker även bättre rening än i "normala" diken eftersom partiklar har en större yta att fastna på. För att svackdiket/översilningsytan ska fungera optimalt ska lutningen helst inte överskrida 10 procent (1:10). Dikena kan även göras meandrande för att skapa ytterligare tröghet i avrinningen.

1.3 SKELETTJORDAR

Skelettjordar har som syfte att skapa bra förutsättningar för träd att växa i hårdgjorda ytor. Rötter behöver vatten och näring, men även luftning för att ventileras bort koldioxid från jorden runt rötterna. Genom att skapa ett skelett av stenar skapas en bra väggkropp för eventuell körbana, se figur 4. Rötterna växer i utrymmet mellan stenarna som kan vara ofyllda eller fyllda med matjord. Skelettjorden hjälper även till med rening och fördröjning av dagvattnet. Kapaciteten att fördröja vatten kan variera mycket beroende på hur tjockt och grovt stenlager som skapas samt hur mycket matjord som fylls i hålrum mellan stenar. I en luftig skelettjord beräknas porositeten vara 30 procent.



Figur 4. Principskiss för skelettjord. Bildkälla: Stockholm stad.

De generella reningseffekterna för skelettjordslösningar är mycket goda, se tabell 1.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Reningsgrad (%)	55	55	75	75	80	65	70	65	50	90	85	75

Röda siffror: Mer osäkra värden

1.4 GRÖNA TAK

Gröna tak bedöms kunna magasinera mellan 50 och 75 procent av årsnederbörden. Den volym som magasineras kommer dock i huvudsak från relativt små, men många regntillfällen. Vid intensiva och långvariga regn mätas taket, och när taket är vattenmättat rinner resterande nederbörd av. Det gröna takets magasineringsförmåga beror även på vilken lutning taket har. Ett platt tak innebär större förutsättningar att magasinera dagvatten. Svenskt Vatten anger att vid kraftiga regntillfällen fördröjs endast de första 5 millimeterna, medan övrig nederbörd rinner av. Utvecklingen av gröna tak går dock stadigt framåt. En tillverkare av olika gröna lösningar anger att de har sedumtak som kan fördröja mellan 18 och upp till 45 mm regn på flacka gröna tak. Det skulle innebära att 1000 m² flackt tak skulle kunna fördröja från 18m³ upp till 45 m³ beroende på mättnadsgrad när det intensiva regnet börjar. Gröna tak ställer dock högre krav på underliggande konstruktion. Taken kräver även viss skötsel för att funktionen ska kunna vidmakthållas över tid. På vinterhalvåret när temperaturen går under noll blir även det gröna takets förmåga att magasinera och rena dagvatten begränsad. Nämnas bör att en takyta sällan är upphovet till någon större förorenings-spridning via dagvatten, detta beror i viss mån på vilket material som väljs för taket. Koppar- och zinktack kan förorena dagvattnet genom att partiklar frisätts via korrosion och erosion. Exempel på gröna tak visas i figur 5.



Figur 5. Grönt sedumtak på garagebyggnad i Kungsbacka. Bildkälla: VegTech AB.

1.5 RASTERYTOR

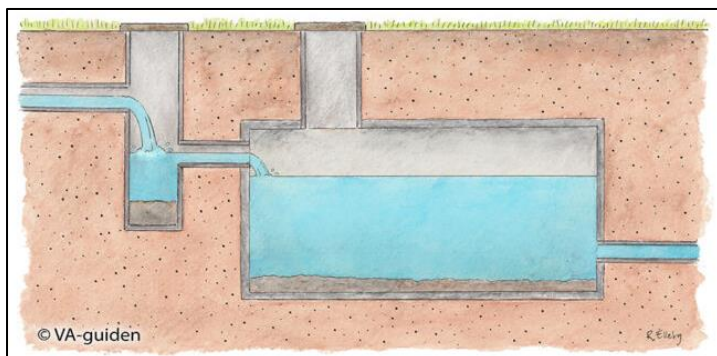
Hårdgjorda parkeringsplatser är, förutom taktytor, upphovet till både stora mängder dagvatten samt förhållandevis höga mängder föroreningar jämfört med annan markanvändning. För att reducera detta kan parkeringsytor förses med raster av betong och hålrum med gräs eller grus, se figur 6. I rasterytan binds partikelbundna föroreningar i högre grad än vid parkeringsplatser med brunnar. Om rasterytor anläggs är det viktigt att rastret ligger högre än gräs- eller grusytan så att det permeabla materialet inte packas samman och tappar infiltrationsförmågan.



Figur 6. Parkering med raster. Bildkälla: Sweco

1.6 SEDIMENTATIONSMAGASIN

Ett sedimentationsmagasin är ett underjordiskt magasin med tät botten tät till skillnad från ett perkolationsmagasin. Dagvattnet leds in till magasinet via brunnar och ledningar, varefter det fördröjs och renas, främst genom sedimentation. Tömning kan ske via överfall, pumpning eller kontinuerligt genom ett strypt utlopp. Den kontinuerliga avtappningen behöver sitta en bit över bottenivån för att säkerställa att sedimentet stannar kvar i magasinet. Denna magasinystyp kan vara ett möjligt val då plats saknas för en öppen dagvattenlösning ovan mark, samt när dagvatten inte anses lämpligt att perkolera ner till grundvattnet.



Figur 7. Sedimentationsmagasin. Bildkälla: VA-guiden.

1.7 DAGVATTENKASSETTER

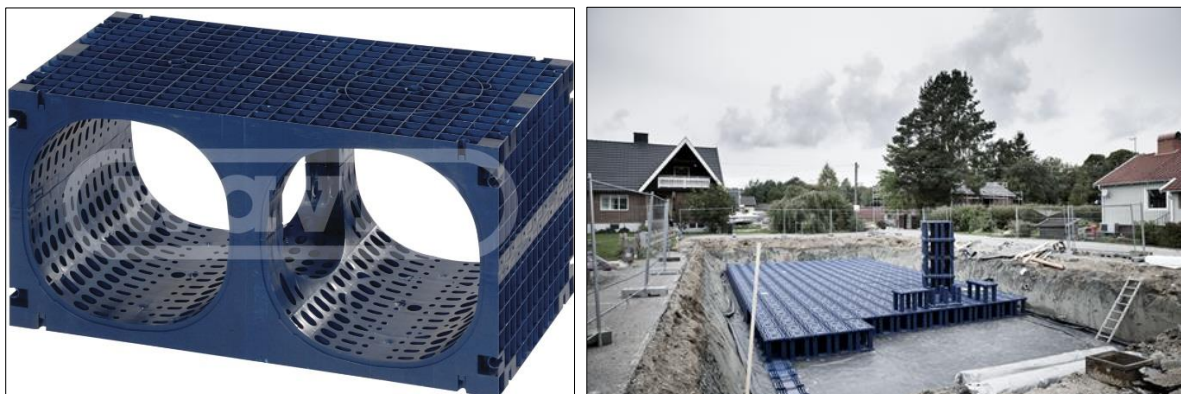
Dagvattenkassetter medger ingen rening, men om rening av dagvattnet kan säkerställas på annat sätt kan dagvattenkassetter vara ett platseffektivt sätt att fördröja dagvatten. Detta skulle kunna vara ett alternativ på kvartersmark.

När ett kassettmagasin anläggs kläs den utgrävda ytan med geotextil eller tät duk för att hålla jord eller i förekommande fall grundvatten borta från magasinet. Magasinen byggs med fördel rektangulära för att förenkla underhåll. Några av fördelarna med kassettmagasin är följande:

- + Yteffektiva. Hålrumsvolymen är ca 95 procent. Jämfört med makadammagasin sparar man mer än 2/3 av utbredningen.
- + Underhåll via spolning samt inspektion är möjlig i de flesta utförandena. Detta ger bibehållen funktion över tid.
- + Vissa kassetter är körbara; de kräver dock i regel ca 0,8 m marktäckning för att klara trafiklast.

Några av nackdelarna med kassettmagasin är följande:

- Högre anläggningskostnader än t ex. makadammagasin.
- Reningseffekterna på dagvattnet är i princip obefintliga.



Figur 8. Körbar dagvattenkassett samt anläggande av kassettsystem. Bildkälla: Wavin.se.

BILAGA 2 – RENINGSEFFEKTER STORMTAC

-- Simuleringsresultat, urval av alternativa reningssteg --

1. ENDAST GRÄSDIKEN

Mot Vulserödsbäcken (delområde 1). 5% av reducerad area. Fördröjningsvolym 630 m³.

Renings effekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	0	12	33	16	28	0	21	30	7.8	36	73	9.7

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	0	6.9	0.081	0.099	0.59	0	0.051	0.072	0.000082	600	11	0.000089

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	4.5	48	0.17	0.54	1.6	0.010	0.19	0.17	0.00098	1100	4.1	0.00083
	BEF BELASTN.	1,1	19	0,11	0,33	0,92	0,0042	0,1	0,13	0,00037	710	4,2	0,00021

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	59	630	2.2	7.0	20	0.14	2.5	2.2	0.013	14000	54	0.011
A1	BEF BELASTN.	15	270	1.7	4.8	13	0.062	1.5	1.8	0.0054	10000	62	0.0031
RV	Miljöförvaltningen	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	1000	0,05

Mot Hake Fjord (delområde 3 och 4) 8% av reducerad area. 1060 m diken 1100 m³ utjämningsvolym.

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A5	Efter exploatering	0	17	36	20	36	0	28	36	11	44	77	14

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A5	Efter exploatering	0	13	0.13	0.17	1.0	0	0.11	0.12	0.00020	1100	20	0.00022

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A5	Efter exploatering	6.6	63	0.22	0.70	1.8	0.016	0.29	0.22	0.0016	1400	5.9	0.0014
A3	Hakefjord Bef - delvis avr via ledning	1.2	22	0.13	0.38	1.1	0.0049	0.12	0.15	0.00044	820	5.0	0.0002

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A5	Efter exploatering	79	750	2.6	8.3	21	0.19	3.4	2.6	0.019	16000	70	0.016
A3	Hakefjord Bef - delvis avr via ledning	16	280	1.7	4.8	14	0.063	1.5	1.9	0.0056	11000	64	0.0032
RV	Miljöförvaltningen	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	1000	0,05

2. VÄXTBÄDDAR FÖLJT AV GRÄSDIKEN

Vulserödsbäcken, delområde 1. 880 m² växtbädd – eff vol: 640 m³. Diken, eff vol: 260 m³

Renings effekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	48	38	77	49	77	63	51	75	52	68	88	69

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

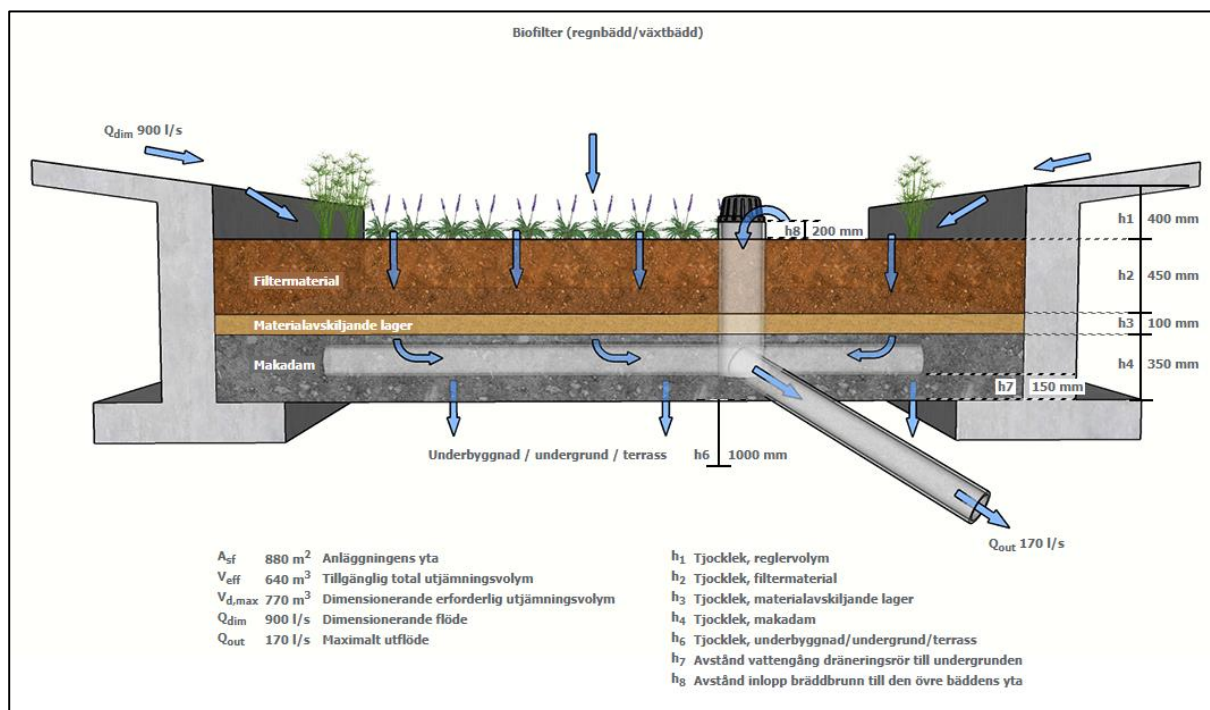
#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	2.1	21	0.19	0.31	1.6	0.0065	0.12	0.18	0.00055	1100	13	0.00060
	Total	2.1	21	0.19	0.31	1.6	0.0065	0.12	0.18	0.00055	1100	13	0.00060

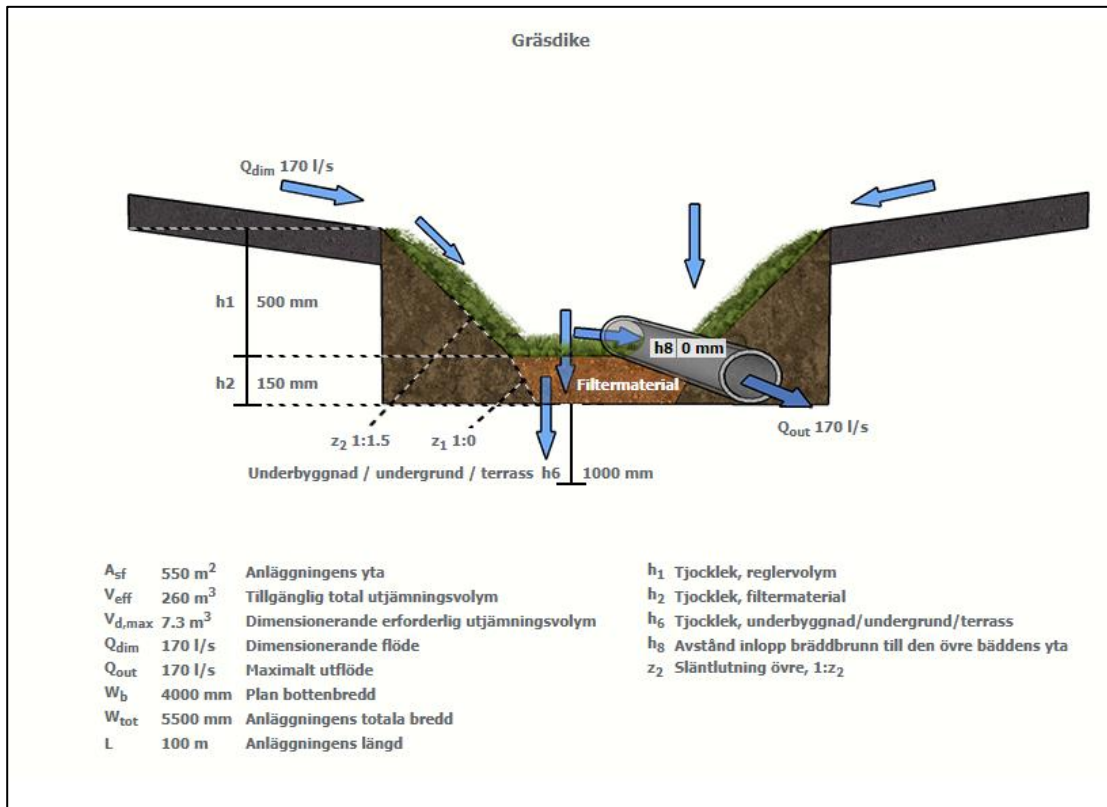
Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	2.3	34	0.056	0.32	0.48	0.0038	0.12	0.060	0.00050	530	1.9	0.00027
	BEF BELASTN	1,1	19	0,11	0,33	0,92	0,0042	0,1	0,13	0,00037	710	4,2	0,00021

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	31	440	0.73	4.2	6.3	0.050	1.5	0.78	0.0066	7000	25	0.0035
A1	BEF BELASTN	15	270	1.7	4.8	13	0.062	1.5	1.8	0.0054	10000	62	0.0031
RV	Miljöförv	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	1000	0,05





3. GRÄSDIKEN FÖLJT AV MAKADAMMAGASIN

Vulserödsbäcken, effektiv volym diken: 260 m³.

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	29	41	81	55	69	47	57	52	44	71	88	56

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	1.3	23	0.19	0.34	1.4	0.0048	0.14	0.13	0.00046	1200	13	0.00049

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	3.2	32	0.047	0.28	0.64	0.0055	0.10	0.11	0.00059	480	1.9	0.00038
	BEF BELASTN	1,1	19	0,11	0,33	0,92	0,0042	0,1	0,13	0,00037	710	4,2	0,00021

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A4	Efter exploatering	42	420	0.61	3.7	8.4	0.072	1.3	1.5	0.0077	6200	25	0.0050
A1	BEF BELASTN	15	270	1.7	4.8	13	0.062	1.5	1.8	0.0054	10000	62	0.0031
RV	Miljöförvaltningen	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	1000	0,05

Hake fjord, delområde 3 och 4

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A7	Efter expl, delområde 3	42	52	86	66	80	73	70	71	50	85	93	64
A8	Efter expl, delområde 4	52	65	92	80	89	83	79	77	59	89	93	76

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A7	Efter expl, delområde 3	3.6	47	0.38	0.67	2.8	0.015	0.30	0.27	0.00083	2500	26	0.0012
A8	Efter expl, delområde 4	2.3	28	0.21	0.40	1.5	0.0088	0.17	0.14	0.00041	1400	12	0.00068
	Total	5.9	74	0.58	1.1	4.2	0.023	0.47	0.41	0.0012	3900	38	0.0018

Summa belastning kg/år efter rening

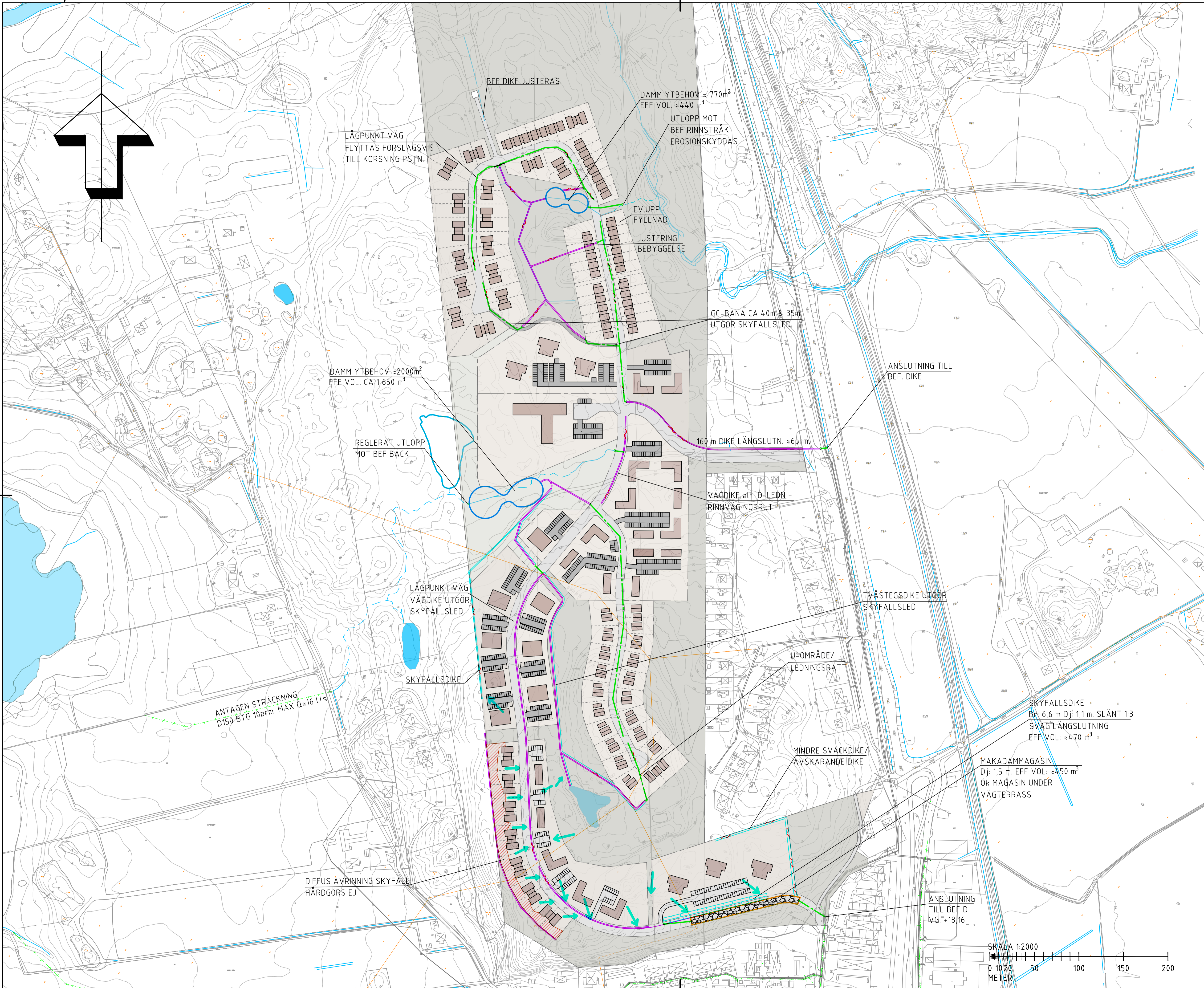
#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A7	Efter expl, delområde 3	5.1	43	0.060	0.35	0.71	0.0054	0.13	0.11	0.00084	460	1.9	0.00064
A8	Efter expl, delområde 4	2.0	15	0.018	0.10	0.18	0.0018	0.045	0.042	0.00028	180	1.00	0.00021
	Total	7.1	58	0.078	0.45	0.88	0.0072	0.18	0.15	0.0011	630	2.9	0.00086
A3	Hakefjord Bef - delvis avr via ledning	1.2	22	0.13	0.38	1.1	0.0049	0.12	0.15	0.00044	820	5.0	0.0002

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
A7	Efter expl, delområde 3	68	570	0.80	4.7	9.5	0.072	1.8	1.5	0.011	6200	25	0.0086
A8	Efter expl, delområde 4	80	580	0.72	4.0	6.9	0.072	1.7	1.6	0.011	6900	39	0.0083
	Total	71	580	0.78	4.5	8.8	0.072	1.8	1.5	0.011	6300	29	0.0086
A3	Hakefjord Bef - delvis avr via ledning	16	280	1.7	4.8	14	0.063	1.5	1.9	0.0056	11000	64	0.0032
RV	Miljöförvaltningen	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	1000	0,05

TECKENFÖRKLARING

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- BEF. SPILLVATTENLEDNING
- BEF. VATTENLEDNING
- BEF. DAGVATTENLEDNING
- BEF. BRANDPOST
- BEF. NEDSTIGNINGSBRUNN
- BEF. KUPOLBRUNN
- BEF. DAGVATTENBRUNN
- BEF. DAGVATTEN IN/UTLOPP
- BEF. EL LUFLEDDNING
- BEF. BÄCK/DIKE/VATTENLINJE
- FLÖDESRIKTNING DAGVATTEN
- FÖRESLAGEN DAMM
- FÖRESLAGET DIKE/ TVÅSTEGSDIKE
- FÖRESLAGET SKYFFALLDIKE
- FÖRESLAGET MAKADAMMAGASIN
- FÖRESLAGEN DAGVATTENLEDNING
- NYTT INLOPP/UTLOPP
- NY NEDSTIGNINGSBRUNN DAGV.
- NY KUPOLBRUNN
- FLÖDESRIKTNING SKYFFALL
- YTA DÄR SKYFFALLSLÖDEN AVRINNAR I VÄSTLIG/SYDVÄSTLIG RIKTNING



REVIDERAD 231206

BET ÄNDRINGEN AVSER DATUM SIGN

VA-DAGVATTENUTREDNING
KVARNHÖJDEN
 Stenungsunds kommun

WSP Transport & Infrastructure
 BOX 10033
 412 50 GÖTEBORG
 010-722 50 00
 www.wsp.com



UPPDRAG NR 10349768	RITAD/KONSTRUERAD AV PN	HANDLAGGARE PN
DATUM 2023-11-03	ANSVARIG PER NORBERG	

BEFINTLIGT VA
 FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING
 FÖRESLAGEN SKYFFALLSHANTERING

SKALA 1:2000	NUMMER BILAGA 3	BET 1
-----------------	--------------------	----------

