



Dagvattenutredning Brunnsjöberget 1:122, Hedemora

Hedemora kommun

Slutversion 1.0, 2022-11-11

TITEL	Dagvattenutredning Brunnsjöberget 1:122
RAPPORTNUMMER	2022-1869-A
BESTÄLLARE	Hedemora kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Jonathan Arnlund, WRS
FÖRFATTARE	Adam Engström Svanberg, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2022-11-11
OMSLAGSBILD	Adam Engström Svanberg

Sammanfattning

Söder om Brunnsjön i Hedemora kommun planeras exploatering av villatomter och radhus på fastigheten Brunnsjöberget 1:122. Kommunen arbetar med att ta fram en detaljplan som syftar till att möjliggöra för bebyggelse av 30–40 bostadshus (villor och radhus). Planområdet är cirka 9,6 hektar stort och utgörs i dagsläget av kuperad skogsmark och en befintlig bilväg som gränsar till ett villaområde.

WRS har fått i uppdrag av Hedemora kommun att i ett tidigt skede av detaljplaneprocessen utreda dagvattenhanteringen för den planerade exploateringen av Brunnsjöberget 1:122. Dagvattenutredningen ska redogöra för områdets förutsättningar samt redovisa förslag på lämpliga åtgärder för omhändertagande av dagvatten och skyfall efter exploatering. Åtgärderna syftar även till att skydda recipienten Brunnsjön från påverkan i form av ökad närings- och föroreningsbelastning.

Planområdet avvattnas idag via naturliga diken och lågpunkter i skogsmarken i nordostlig respektive nordvästlig riktning. Vägdiken och dagvattenrummor leder vattnet vidare via öppna diken och dagvattenledningar mot recipienten Brunnsjön. Inom planområdet löper ett långt vägdike utmed Västkustvägen som idag står för en stor del av uppsamlingen av avrinnande vatten från planområdet.

Flödesberäkningar visar att det totala dimensionerande flödet från planområdet vid ett 10-årsregn ökar 5,8 gånger efter exploatering. Utjämning av de ökade flödesvolymerna föreslås ske i infiltrationsdiken, ett långsträckt svackdike samt dammar. Därtill föreslås åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten inom villa- och radhustomter för att det dimensionerande flödet inte ska öka i framtiden.

Föroreningsbelastningen från planområdet väntas enligt beräkningar öka från planområdet efter exploatering, vilket är väntat då marken idag består av skogsmark. Med föreslagna öppna diken och dammar halveras till stor del den framtida föroreningsbelastning enligt beräkningarna, jämfört med utan åtgärder. Den framräknade belastningsökningen för fosfor från planområdet, med föreslagna åtgärder, handlar om i storleksordningen 1–2 kg per år vilket är ca 0,3–0,5 % av förbättringsbehovet enligt Vattenmyndigheten och Länsstyrelserna. Sammanfattningsvis bedöms därför exploateringen, med föreslagna åtgärder, ej påverka Brunnsjöns möjligheter att uppnå god ekologisk och kemisk status till 2027.

För att säkerställa att föreslagna åtgärdsförslag är genomförbara och inte påverkar nedströmsliggande fastigheter krävs att Hedemora kommun utreder och säkerställer rådighet för de dagvattenledningar och markavvattningsföretag som mottar dagvatten från planområdet. Även ansvar för dagvattenanläggningar och diken på allmän plats behöver utredas i ett tidigt skede, för att möjliggöra ändamålsenlig drift och underhåll av anläggningarna i framtiden.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	5
1.2	Avgränsningar.....	5
2	Förutsättningar	6
2.1	Nuvarande och historisk markanvändning.....	6
2.2	Geologi och topografi	6
2.2.1	Markföroreningar.....	8
2.3	Ytvattenrecipient	8
2.4	Hydrologi och grundvattenförekomst.....	9
2.5	Nuvarande dagvattenhantering	10
2.5.1	Markavvattningsföretag.....	12
2.6	Riktlinjer för dagvattenhantering	12
2.7	Planerad exploatering	13
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	14
3.1	Markanvändning.....	14
3.2	Flöden nuläge och framtid	17
3.3	Magasinsbehov.....	18
3.4	Skyfall och översvämningsrisk.....	19
3.5	Närsalts- och föroreningsberäkningar.....	20
4	Förslag på dagvattenhantering.....	22
4.1	Dagvatten inom allmän platsmark	23
4.1.1	Vägdagvatten	23
4.1.2	Svackdike.....	24
4.1.3	Makadamdike.....	26
4.1.4	Dammar.....	27
4.1.5	Avledande dike	29
4.2	Dagvatten inom villa- och radhustomter.....	29
4.3	Skyfall och åtgärder mot översvämning.....	30
5	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder.....	30
5.1	Ytbehov, magasinering och avrinning	30
5.2	Närsalts- och föroreningsbelastning	31
5.3	Behov av ytterligare åtgärder.....	32
6	Slutsatser	33
	Referenser	34

1 Inledning

Hedemora kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för fastigheten Brunnsjöberget 1:122. Detaljplanen ska möjliggöra bebyggelse av cirka 30 till 40 bostadshus (villor och radhus) med möjlighet till kompletterande Attefallshus och/eller garage. Därtill ska även nya vägar anläggas.

Planområdet är beläget strax väster om Hedemora centrum och angränsar i norr till ett befintligt villaområde som ligger precis söder om sjön Brunnsjön. Söder om planområdet ligger det populära strövområdet Brunnsjöberget. I dagsläget består planområdet av sluttande skogsmark som domineras av tall och gran.



Figur 1. Kartan visar planområdet för Brunnsjöberget 1:122 i förhållande till recipienten Brunnsjön samt Hedemora tätort i öster. (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag av Hedemora kommun att i ett tidigt skede ta fram en dagvattenutredning för fastigheten Brunnsjöberget 1:122. Utredningen syftar till att kartlägga områdets nuvarande förutsättningar samt, genom åtgärdsförslag, skapa förutsättningar för omhändertagande av dagvatten efter planerad exploatering. Förslagen ska säkerställa att förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer i mottagande recipient, Brunnsjön, inte försämras.

1.2 Avgränsningar

- I denna utredning har åtgärdsförslag för dagvattenhantering tagits fram begränsats till planområdet. Det kan finnas lämpliga åtgärder att implementera utanför planområdet men dessa inkluderas inte i denna utredning.

2 Förutsättningar

2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

Det tilltänkta planområdet består idag av sluttande skogsmark som angränsar till ett villaområde i norr mot Brunnsjön. Söder om planområdet ligger skogsområdet Brunnsjöberget med promenadstigar, skidspår och utsiktsplatser i barrblandskogen. Skogen inom planområdet är av varierande ålder och täthet och innehåller endast ett antal upptrampade gångstigar. I områdets nordligaste kant går Västkustvägen som i planområdets nordvästra del övergår i en grusväg. En bit nordväst och sydost om planområdet finns jordbruksmark.

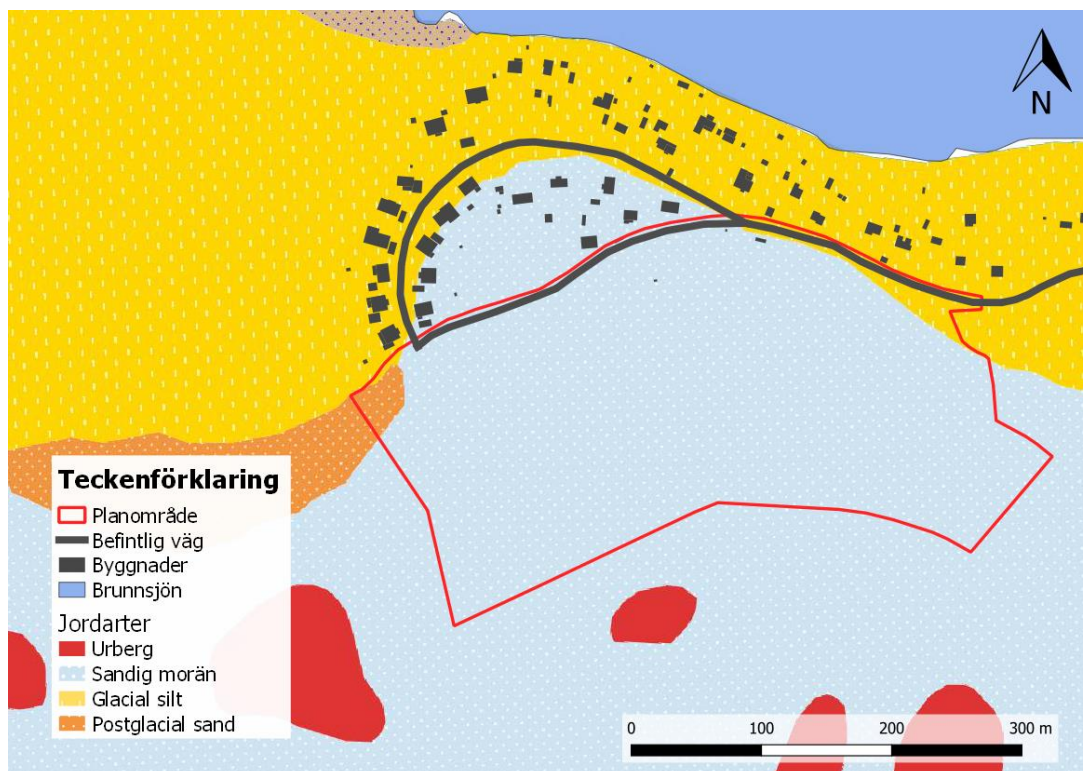
Historiska kartor från Lantmäteriet (© Lantmäteriet, u.å.) vittnar om att markanvändningen inom planområdet har varit skogsbruk de senaste 60 åren.



Figur 2. Översikt över planområdet (markerat med röd linje) och omkringliggande vägar, vattenförekomster och områden. Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

2.2 Geologi och topografi

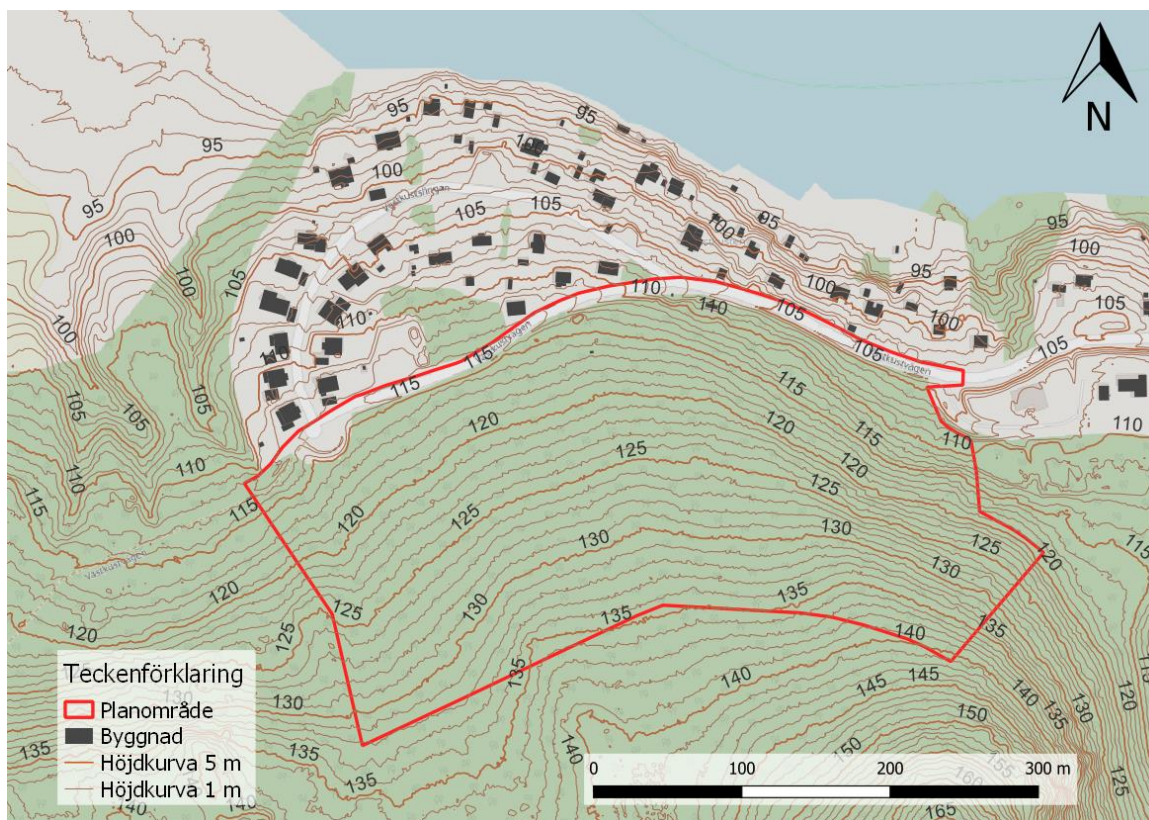
Marken inom planområdet består huvudsakligen av sandig morän. I områdets ytterkanter finns två mindre områden med postglacial sand och glacial silt (Figur 3). Enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU) bedöms marken som fastmark med medelhög genomsläpplighet för partierna bestående av sandig morän. För partierna med postglacial sand anges hög genomsläpplighet (© Sveriges geologiska undersökning, 2022). Jorddjupen beräknas vara mellan 5-10 meter inom planområdets södra delar och upp emot 30 meter i planområdets norra delar, enligt SGU:s kartvisare (SGU, 2022). Dessa jorddjup är dock mycket osäkra och bör fastställas genom en geoteknisk undersökning, innan exploatering.



Figur 3. Jordarter vid Brunnsjöberget 1:122 samt befintliga vägar och byggnader i området. Bakgrundsfigur: (© Sveriges geologiska undersökning, 2022)

Riskerna för ras och skred bedöms som låga enligt SGU:s kartvisare (2022). En geoteknisk besiktning från år 2020, utförd av Sweco, redovisade samma slutsats och bedömde att området har goda förutsättningar för bebyggelse. Besiktningen rekommenderade en mer ingående geoteknisk undersökning av området när placering av radhus och eventuella suterränghus bestämts.

Topografiskt ligger planområdet i en sluttning med höjdnivåer mellan 102 till 140 meter över havet (RH2000). Kraftigast lutning observeras i områdets östra del där branter med upp emot 20 % lutning påträffas. Övriga delar av området utgörs av mer jämnt sluttande skogsmark mot nord-nordväst som på sina ställen har 10 % lutning. Skillnaden mellan planområdets högsta och lägsta punkt är cirka 35 meter. De högsta punkterna finns i områdets sydöstra del (138–140 meter över havet) och de lägsta punkterna återfinns i planområdet nordöstra del (102–105 meter över havet) (Figur 4).



Figur 4. Topografi inom och runt planområdet Brunnsjöberget 1:122. Marknivåer anges i höjdsystemet RH2000. Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

2.2.1 Markföroreningar

Enligt Länsstyrelsens geodataportal finns det varken inom fastigheten Brunnsjöberget 1:122 eller i anslutning till fastigheten några kända markföroreningar (Länsstyrelserna, 2021).

2.3 Ytvattenrecipient

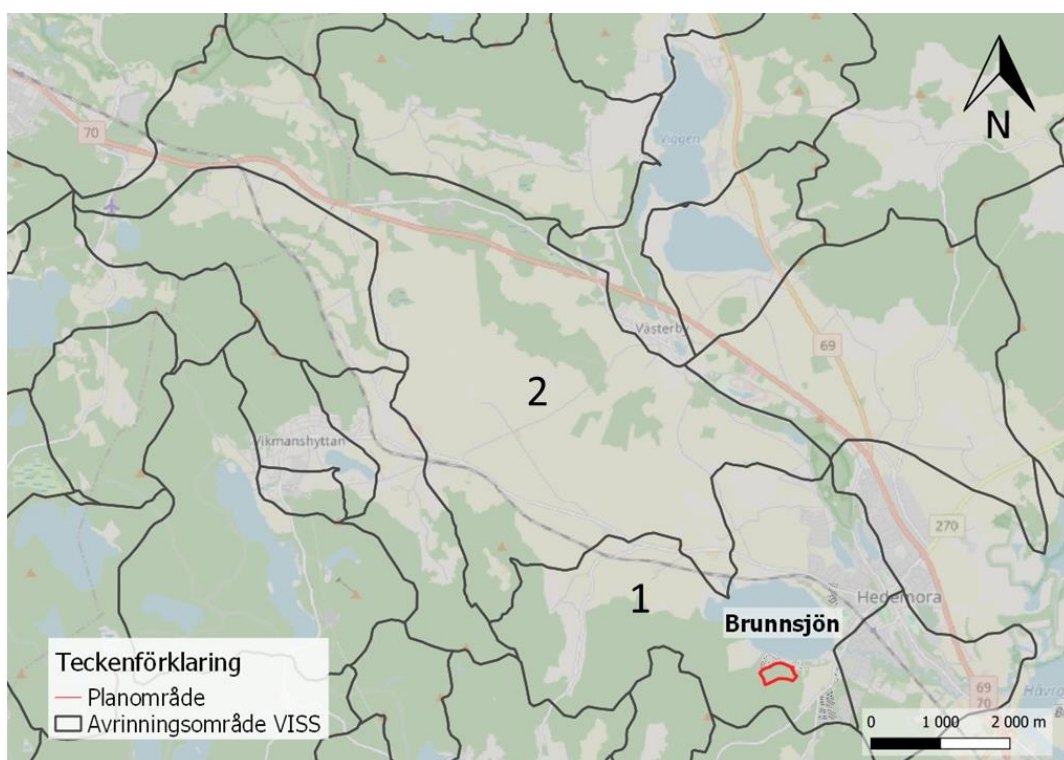
Europaparlamentet beslutade år 2000 att påbörja ett arbete med att uppnå vattenkvalitet med god status inom hela EU. Detta gjordes genom införandet av ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet. Redskapet som tagits fram för att bedöma vattenkvalitet kallas miljökvalitetsnormer (MKN) och är kvalitetsmål för vattenförekomster. Målet för Sverige var att ha uppnått god kemisk och ekologisk status till år 2015 i de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. Detta mål har dock i många fall inte uppnåtts och det är tydligt att ytterligare åtgärder krävs. Det är Länsstyrelserna, Vattenmyndigheterna och Havs- och vattenmyndigheten som tagit fram miljökvalitetsnormerna för de vattenförekomster som ingår i vattenförvaltningsarbetet. Arbetet bedrivs i förvaltningscykler om sex år vilket innebär att en vattenförekomst får en ny statusklassning enligt miljökvalitetsnormerna var sjätte år. Nuvarande förvaltningscykel avslutas år 2027.

Planområdet kommer efter exploatering bidra med dagvatten till vattenförekomsten Brunnsjön som ingår i Dalälvens huvudavrinningsområde. Brunnsjön ingår även i delavrinningsområdet "Utloppet av Brunnsjön" (SUBID: 10454) (SMHI Vattenwebb och Havs- och Vattenmyndigheten, 2022). Delavrinningsområdet visas inom område 1 i Figur 5.

Sjön har i dagsläget dålig ekologisk status (VISS-Vatteninformationssystem Sverige, 2022a). Anledningen till klassningen är enligt VISS den höga fosforbelastningen samt det dåliga

siktdjupet i sjön. Fosforbelastningen bedöms komma från punktkällor i avrinningsområdet och sannolikt även från intern belastning från sjöns bottensediment. Avrinningsområdet nordväst om Brunnsjön (område 2, Figur 5) består till stor del av jordbruksmark och bidrar sannolikt till en del av fosforbelastningen till recipienten. I VISS står att "Brunnsjöns fosforstatus bedöms vara dålig, på gränsen till otillfredsställande". Det framräknade förbättringsbehovet i VISS anger att den externa belastningen behöver minska med 372 kg fosfor/år för att kunna nå god status på sikt (VISS-Vatteninformationssystem Sverige, 2022a).

Brunnsjön uppnår ej god kemisk status till följd av att halterna av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE) överskrider de satta gränsvärdena på 20 mikrogram per kilogram våtvikt ($\mu\text{g/kg vv}$) respektive 0,0085 $\mu\text{g/kg vv}$. Kviksilver och PBDE är ämnen som i Sverige beskrivs som "överallt överskridande ämnen" till följd av att historiska utsläpp av ämnena medfört storskalig atmosfärisk deposition och luftburen spridning (VISS-Vatteninformationssystem Sverige, 2022a). Vidare klassas Brunnsjöns försurningsstatus som hög.



Figur 5. Avrinningsområdet till recipienten Brunnsjön enligt VISS (VISS-Vatteninformationssystem Sverige, 2022a). Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

2.4 Hydrologi och grundvattenförekomst

Inga grundvattenförekomster eller enskilda vattentäkter finns registrerade inom eller i anslutning till planområdet enligt SGU:s kartvisare. Öster om planområdet finns en sand- och grusförekomst som löper genom Hedemora tätort (SE668733-150625, VISS-Vatteninformationssystem Sverige, 2022b).

2.5 Nuvarande dagvattenhantering

Planområdet består idag nästintill uteslutande av naturmark vilket innebär att det i nuläget inte uppkommer något dagvatten i området förutom på bilvägen Västkustvägen som avgränsar området norrut (Figur 6).

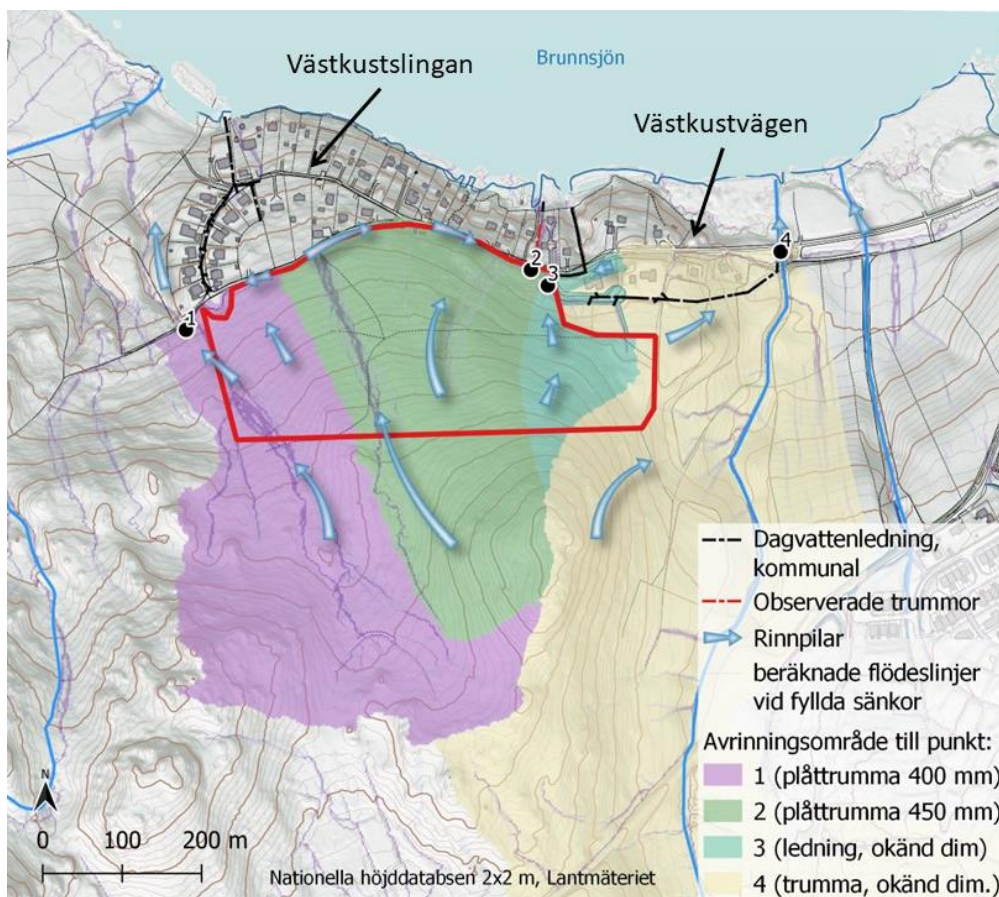
Avrinningen sker idag huvudsakligen via naturliga sänkor och lågpunkter i skogsområdet innan vattnet når vägdiken eller befintliga dagvattentrummor eller dagvattenbrunnar. Planområdet har delats in i fyra delavrinningsområden där den största delen av avrinningen sker österut via ett vägdike som löper längs med Västkustvägens södra sida (Figur 6). Delavrinningsområdena i områdets östra del avvattnas via dagvattenledningar eller öppna diken.

Avrinningsvägar har kunnat bestämmas med hjälp av att studera höjdkurvor och utföra en lågpunktsanalys i programmet Scalgo Live. Därtill har observationer under fältbesök och uppgifter från Hedemora kommun använts vid bedömningen av hur områdets avvattnas idag.

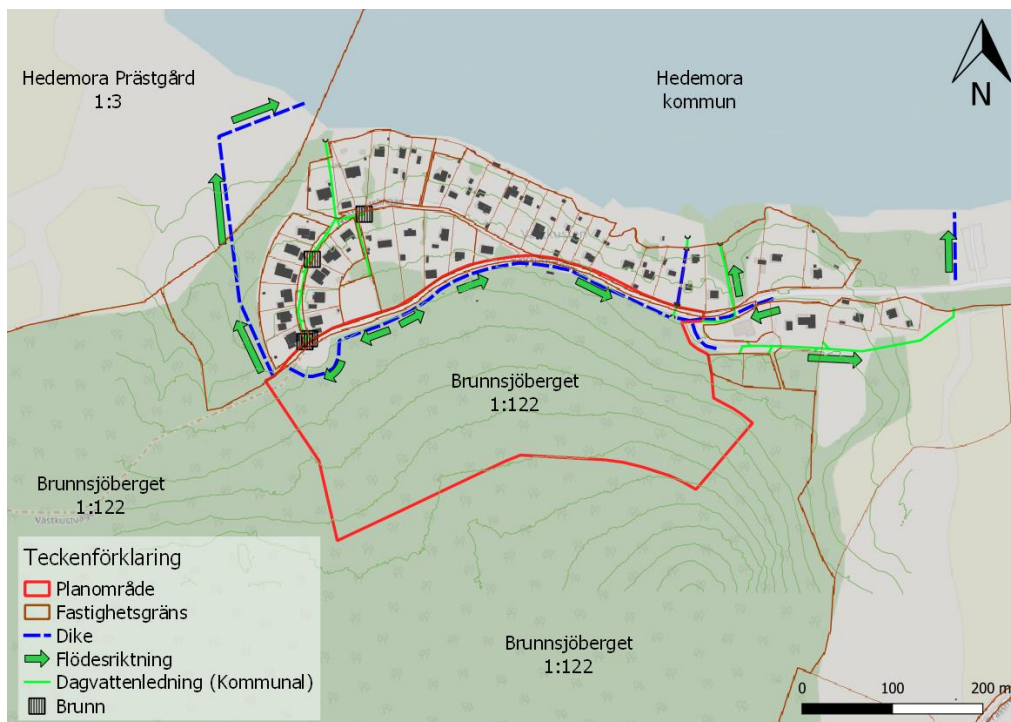
Nedan beskrivs hur delavrinningsområdena inom planområdet avvattnas samt hur vattnet leds via det befintliga dagvattensystemet till recipienten Brunnsjön.

- Område 1 i planområdets västra del avvattnas mot ett dike utmed Västkustvägen som leder vattnet västerut cirka 100 meter mot en nyinstallerad plasttrumma (400 mm) (Figur 6). Från trumman, som är belägen strax utanför planområdet längs Västkustvägen, sker avrinningen norrut via ett öppet dike. Diket passerar strax väster om tomtgränserna och ansluter till ytterligare ett dike som tillhör Prästgården, Svenska kyrkan, som slutligen mynnar i Brunnsjön (Figur 7).
- Avrinningen från område 2 innefattar större delen av planområdet och visas i Figur 6. Efter uppsamling i diket utmed Västkustvägen leds vattnet som längst cirka 300 meter i östlig riktning och omhändertas slutligen i en plåtrumma (450 mm). Trumman leder vattnet norrut under Västkustvägen och det leds sedan via en dagvattenledning (300 mm) ut till recipienten (Figur 7).
- Ett mindre avrinningsområde i den östra delen av planområdet avvattnas av en plastkulvert (400 mm). Vattnet lämnar planområdet i östlig riktning i ett dike utmed Västkustvägens södra sida (se punkt 3, Figur 6). Under platsbesök lokaliserades inga trummor eller ledningar norr om Västkustvägen dit avvattning av diket bör ske (Figur 7).
- En vändplan inom avrinningsområde 3 (utanför planområdet) avvattnas via en dagvattenledning mot trumma 4 i öst (Figur 6). Trumman leder i sin tur vattnet under bilvägen och slutligen ut i Brunnsjön.
- Slutligen avvattnas mindre delar av planområdet i östlig riktning mot trumma 4 (Figur 6). Vattnet leds till trumman via naturliga lågpunkter och det öppna dike som rinner i nordlig riktning cirka 150 meter öster om planområdet.

Eftersom planområdet är placerat i en sluttning behöver avrinning från områden med högre terräng beaktas för att undvika att detta vatten skapar problem för framtida bebyggelse.



Figur 6. Nuvarande avvattning av planområdet Brunnsjöberget 1:122 med delavrinningsområden, generella flödesriktningar och utflöden. Karta från Hedemora kommun.



Figur 7. Nuvarande avvattning med flödesriktningar, kommunalt dagvattenledningsnät, brunnar och diken. Ledningsnät: Hedemora kommun. Bakgrundsför: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.).

2.5.1 Markavvattningsföretag

Det finns ett markavvattningsföretag cirka 300 meter nordväst om planområdet (Hedemora kommun, 2022a). Företaget kallas "Brunnsjöns sänkningsföretag" och mottar i dagsläget vatten från planområdet (Figur 7). Information kring dikningsföretaget går ej att finna via Länsstyrelsernas webbtjänst och vid eftersökning i Riksarkivet hittades inga företag som geografiskt gick att knyta till området.

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Hedemora kommun har i nuläget inga policydokument med riktlinjer för dagvattenhanteringen i kommunen. I samråd med beställaren har funktionskrav och dimensionering enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019) använts i denna utredning.

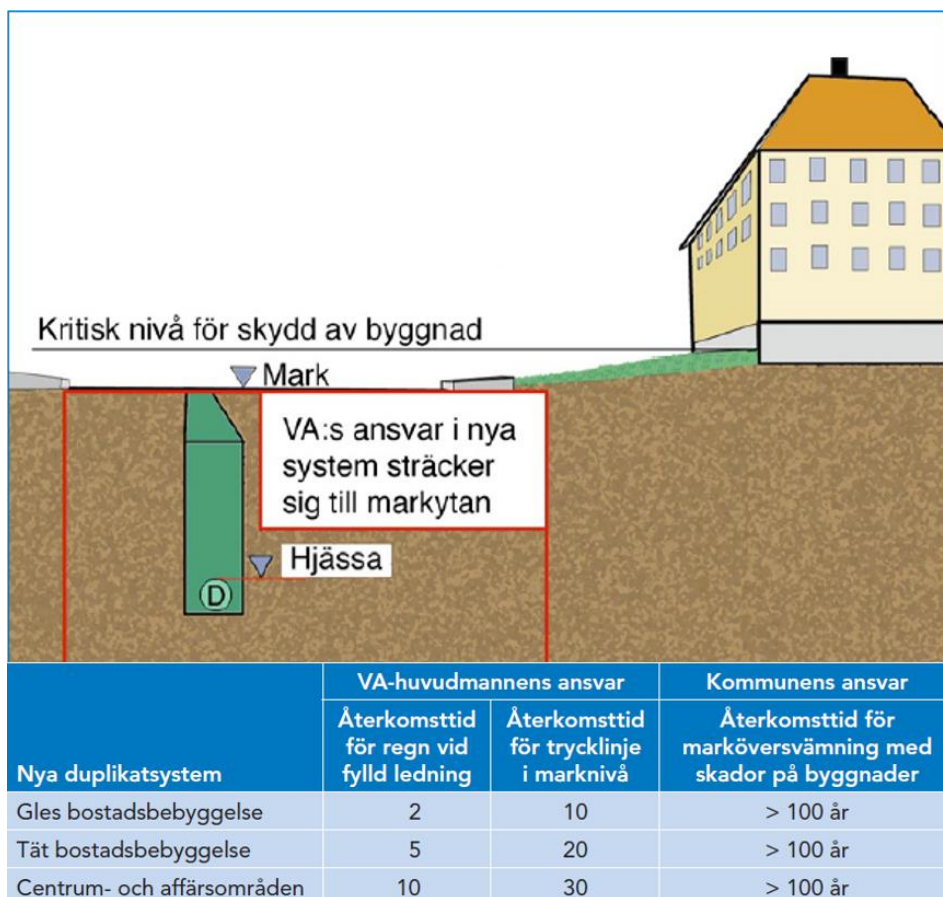
Funktionskraven innefattar bland annat möjlighet till fördröjning av vatten och därmed reduktion av toppflöden samt föroreningsbelastning. Vidare ska reningen av dagvattnet bestämmas utefter recipientens känslighet. Därtill innefattar funktionskraven att avledning av vatten ska ske på ett sätt så att skaderisken för anläggningar och fastigheter minimeras. Slutligen bör både kvartermark och allmän platsmark finnas tillgänglig för fördröjningsåtgärder i de fall det finns behov ur översvämningssynpunkt (Svenskt Vatten, 2019).

Dimensionering av dagvattensystem bör enligt Svenskt Vatten (2019) delas in i tre nivåer där de två första nivåerna normalt ligger inom VA-huvudmannens ansvarsområde. Den tredje nivån ligger inom kommunens ansvar. Nivåerna anger hur högt vattnet når i dagvattenledningssystemet samt med vilka återkomsttider dessa nivåer beräknas återkomma. Återkomsttid (T) anger sannolikheten att ett visst flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10.

Första nivån benämns "hjässdimensionering" vilket innebär att vattenmängden under ett regntillfälle fyller den rörledning som ska hantera dagvattnet (Figur 8). Återkomsttiden för ett sådant regntillfälle bedöms för aktuell exploatering, "gles bostadsbebyggelse", vara två år.

Andra nivån innebär att ett regntillfälle fyller rörledning och brunn upp till marknivå. Nivån benämns "markdimensionering" och beräknas ha en återkomsttid på tio år för "gles bostadsbebyggelse" (Figur 8).

Tredje dimensioneringsnivån är en kritisk nivå där dagvattnet översvämmar marken och når omkringliggande bebyggelse med risk för skador som följd. Denna kritiska nivå beräknas ha en återkomsttid på 100 år oavsett vilken typ av exploatering som planeras (Figur 8).



Figur 8. Beskrivning av dimensionering och återkomsttider för avledning av dagvatten redovisade i Svenskt Vattens publikation 110 (Svenskt Vatten, 2019).

Eftersom befintlig status och skick på dagvattenledningsnät och trummor nedströms planområdet är okänd i nuläget, har fördröjningsåtgärder inom planområdet dimensionerats utifrån att flödet inte ska öka vid ett 10-års regn inklusive klimatkraftfaktor på 1,25, efter exploatering.

För att inte försämra förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer i mottagande recipient Brunnsjön, ska föroreningsmängden från planområdet i så hög utsträckning som möjligt, inte öka efter exploatering.

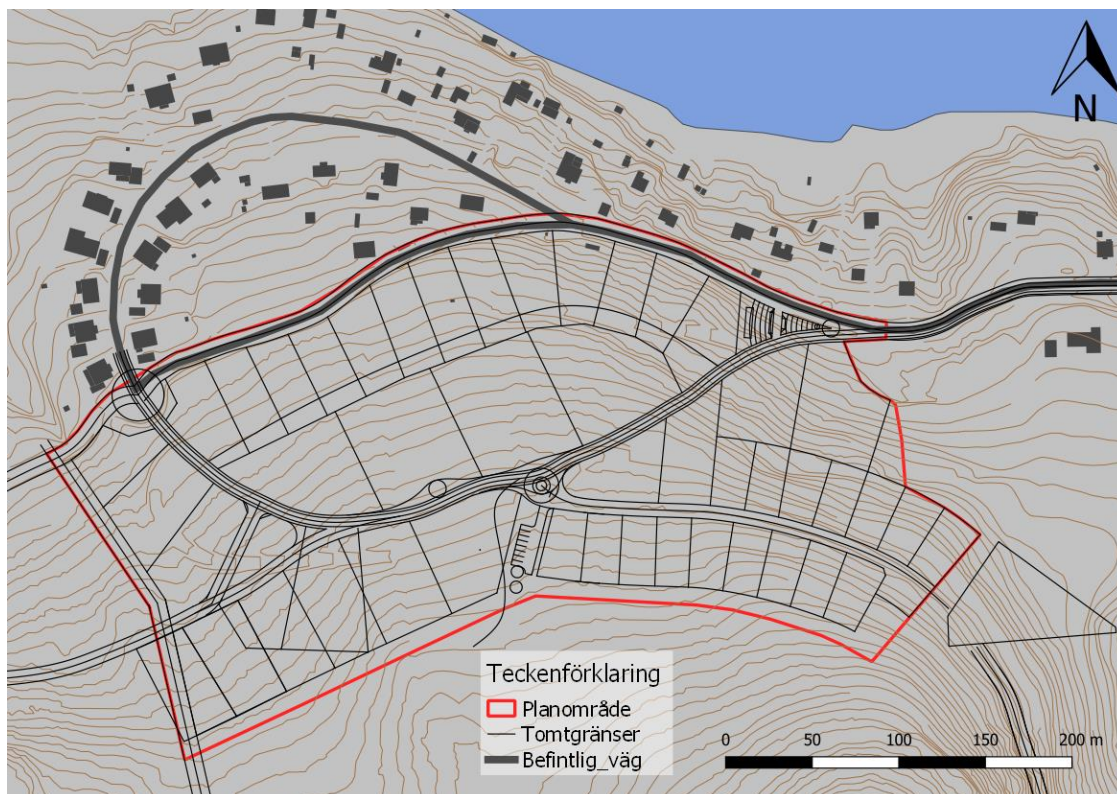
2.7 Planerad exploatering

Planområdet planeras att bebyggas med villor och radhus med möjlighet till tillbyggnad av attefallshus och/eller garage inom tomtgränserna (Hedemora kommun, 2022b). I den östra delen av planområdet där terrängen sluttar kraftigare mot nordost överväger kommunen att planera för suterränghus som vilar på pålar.

Ytan som beräknas tas i anspråk för hela exploateringen ligger på omkring 6,8 hektar där cirka 30 villatomter på 120–160 m² ska upprättas. Den totala bebyggda arean beräknas till drygt 6000 m² enligt Hedemora kommun. Därtill planeras anläggning av vägar genom området (Figur 9).

Andelen hårdgjord yta beräknas till ungefär 30 % av planområdets area. Kommunen är öppen för att inte asfaltera exempelvis vägar och garageuppfarter utan istället använda mer genomsläppliga material med likvärdig hållfasthet (Hedemora kommun, 2022b).

I nuläget planerar kommunen inte för att planområdet ska ingå i verksamhetsområde för dagvatten i framtiden. Det kommer dock ingå i verksamhetsområde för spill- och dricksvatten (Hedemora kommun, 2022b).



Figur 9. Illustrationsplan framtagen av Hedemora kommun. Figuren visar tomtgränser, befintliga och planerade bilvägar samt planområdesgräns. Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (Stormtac, 2022). I överenskommelse med Hedemora kommun har flöden beräknats för 2-, 10-, och 100-årsregn. Magasinsbehov beräknas utifrån ett 10-årsregn.

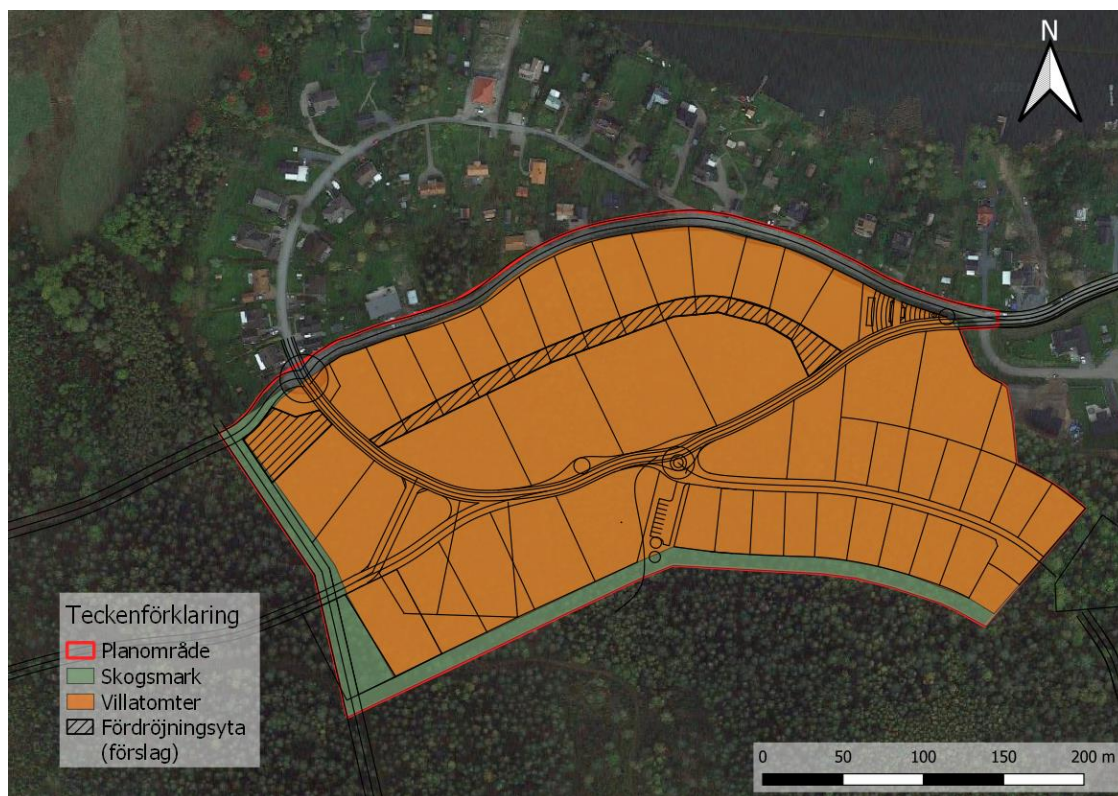
3.1 Markanvändning

Området består idag av sluttande skogsmark. I den norra delen av planområdet ligger en befintlig asfaltsväg som bidrar med en annan typ av avrinning än övrig mark (Figur 10). Klassificeringen av markanvändningstyp enligt P110 och avrinningskoefficienter (ϕ) som legat till grund för beräkningar av flöden för nuläget redovisas i Tabell 1. Skogsmarken inom planområdet har vid flödesberäkningar kategoriserats som ”Kuperad bergig skogsmark”.



Figur 10. Nuvarande markanvändning inom planområdet Brunnsjöberget 1:122. Ortofoto: (Google Satellite, u.å.)

Enligt planerad exploatering kommer framtida markanvändning huvudsakligen utgöras av villatomter med villor och radhus. Markanvändningen inkluderar parkeringar, vägar och mindre grönytor. Vid flödesberäkningar för framtida markanvändning, efter exploatering, har områden avsatta för villatomter inkluderats i kategorin "Villor, tomter > 1000 m²" och topografin har bedömts som kuperad. Dessutom kommer mindre områden med skogsmark samt den asfalterade Västkustsvägen som avgränsar planområdet mot befintlig bebyggelse i norr kvarstå. Hedemora kommun har planerat att reservera ett par områden inom planområdet för eventuella dagvattenåtgärder. Figur 11 redovisar hur markanvändningen i stora drag kommer att se ut efter exploatering.



Figur 11. Framtida markanvändning inom planområdet Brunnsjöberget 1:122. Ortofoto: (Google Satellite, u.å.)

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i området att öka från en avrinningskoefficient (ϕ) på 0,15 till 0,29 (Tabell 2). Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner och är för urbana områden ett indirekt mått på hur hårdgjort ett område är. Den reducerade arean är, likt avrinningskoefficienten, ett uttryck för hårdgörningsgraden och erhålls genom att multiplicera arean (A) med avrinningskoefficienten (ϕ). Följaktligen erhålls den sammanvägda avrinningskoefficienten genom att dividera den reducerade arean med den totala arean.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget, före exploatering.

Markanvändning	Markanvändning typ (P110)	Area [ha]	Avr. koeff [φ]	Reducerad area [ha]
Skogsmark	Kuperad bergig skogsmark	8,9	0,1	0,9
Väg	Betong- och asfaltsyta	0,64	0,8	0,5
Sammanvägd avrinningskoefficient		-	0,15	-
Summa		9,6	-	1,4

Tabell 2. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning efter exploatering.

Markanvändning	Markanvändning typ (P110)	Area [ha]	Avr. koeff [φ]	Reducerad area [ha]
Villatomter	Villor, tomter > 1000 m². Kuperat	6,9	0,3	2,1
Skogsmark	Kuperad bergig skogsmark	2,1	0,1	0,2
Väg	Betong- och asfaltsyta	0,64	0,8	0,5
Sammanvägd avrinningskoefficient		-	0,29	-
Summa efter exploatering		9,6	-	2,8

3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016). Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(tr)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid (T) och dimensionerande varaktighet (tr)

kf = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$$

Areor (A) och avrinningskoefficienter (φ) har använts enligt Tabell 1 och Tabell 2.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som är 39 minuter före detaljplanläggning och 10 minuter efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet.

Nederbördsintensiteten beror även på återkomsttiden (T), som anger en sannolikhet att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Dimensionerande flöden har i överenskommelse med Hedemora kommun beräknats för regn med 2-, 10- och 100-års återkomsttid i denna utredning. Det bör poängteras att 100-års-flöden beräknade med rationella metoden bör användas och tolkas med stor försiktighet då metoden inte tar hänsyn till dämningseffekter eller förändringar av avrinningskoefficienter som kan uppstå vid kraftiga regn och efterföljande flöden.

Avslutningsvis används i den rationella metoden en klimatfaktor (kf) för att ta hänsyn till nederbördens ökade intensitet och mängd i framtiden. För regn med kortare varaktighet än en timme rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 enligt Svenskt Vattens P110 (2019).

I Tabell 3 redovisas resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning, för 2-, 10- och 100-årsregn. Det dimensionerande dagvattenflödet för ett 2-års regn förväntas

öka från 81 l/s till 470 l/s. Vid ett 10-års regn förväntas flödet öka från 136 l/s till 790 l/s. Ett 100-årsregn resulterar i en förväntad ökning från 289 l/s till 1700 l/s enligt beräkningarna i rationella metoden, men resultatet för 100-års regn bör som tidigare nämnts tolkas med stor försiktighet.

Beräkningarna visar att det totala dimensionerade flödet från planområdet ökar 5,8 gånger (varav 25 % klimatfaktorpåslag) efter exploatering.

Tabell 3. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder för hela planområdet. Kf = klimatfaktor.

	Kf	Varaktighet	2-årsregn	10-årsregn	100-årsregn
<u>Nuläge</u>	1,00	39 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			57	96	205
Flöde Q [l/s)			81	136	289
<u>Efter exploatering</u>	1,25	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			168	285	611
Flöde Q [l/s)			470	790	1700

3.3 Magasinsbehov

Magasinsbehovet för avrinningen inom planområdet som idag tillrinner befintliga diken och dagvattentrummor har beräknats utifrån ett 10-års regn för nuvarande och framtida markanvändning. Målsättningen är att flödet i framtiden inte får överstiga dagens flöde vid ett 10-årsregn på 136 l/s (Tabell 3).

Magasinsberäkningar utifrån detta krav har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016) med värden från Tabell 1 och Tabell 2 (Ekvation 2).

Ekvation 2. Magasinsvolym beräknat med rationella metoden (ekvation 9.1 i P110).

V = specifik magasinsvolym (m^3/ha_{red})

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)

t_{regn} = regnvaraktighet (min)

t_{rinn} = rinntid (min)

K = specifik avtappning från magasinet (l/s, ha_{red})

$$V = 0,06 \left(i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 t_{rinn}}{i_{regn}} \right)$$

För anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD-anläggningar) sker oftast avrinningen från anläggningarna först när de är fyllda och nederbördsintensiteten är högre än infiltrationskapaciteten. För att beräkna magasinsbehov vid dessa förutsättningar antas en tappning motsvarande den via rör eller överfall där full kapacitet inte erhålls initialt. Då multipliceras en så kallad reducerad flödesfaktor (vanligen 0,67) med maxtappflödet. En minskning av maxtappflödet ger i sin tur ett större erforderligt magasinsbehov.

För att flödet vid ett 10-årsregn inte ska överstiga fördröjningsmålet krävs en utjämningskapacitet på 415 m³ vid ett konstant tappflöde med flödesregulator och 525 m³ om flödesregulator ej används (Tabell 4). För att ta höjd för att flödesregulatorer inte anläggs vid framtida dagvattenanläggningar, förutsett volymen på 525 m³ vara den dimensionerande erforderliga magasinsvolymen.

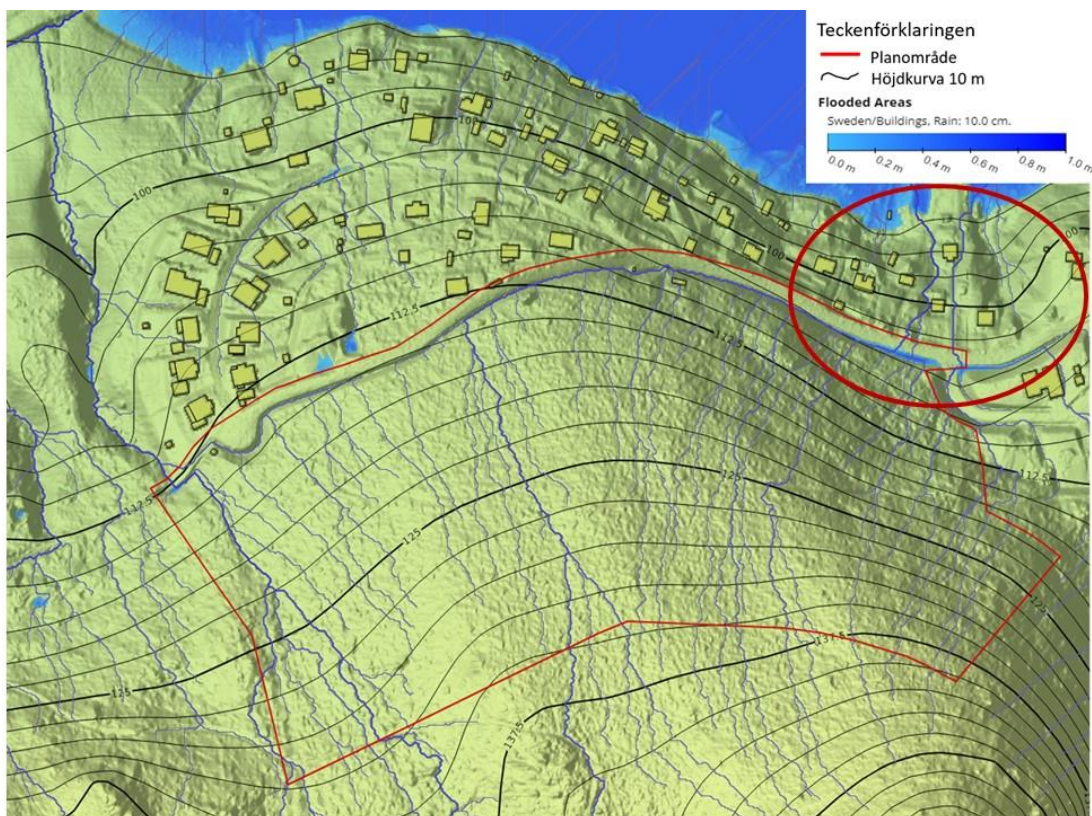
Tabell 4. Erforderlig magasinsvolym vid 10-årsregn, med och utan flödesregulator, för att flödet ej ska öka jämfört med naturmark. Den dimensionerande erforderliga magasinsvolymen är fetmarkerad.

Återkomsttid regn [år]	Magasinsvolym med flödesregulator [m ³]	Magasinsvolym utan flödesregulator [m ³]
10	415	525

3.4 Skyfall och översvänningsrisk

En lågpunktskartering har genomförts i programmet Scalgo Live för befintlig situation. Regnvolymen 100 mm har använts, som motsvarar alstrad volym vid ett 100-års regn efter fyra timmar inklusive klimatfaktor. Karteringen visar att inga tydliga lågpunkter finns inom eller i anslutning till planområdet, då området är kuperat och sluttar ner mot Brunnsjön. I den nordöstra delen av planområdet rinner vattnet över Västkustvägen, förbi befintlig bebyggelse innan det når Brunnsjön vid ett skyfall (inringat område i Figur 12). Enligt Lantmäteriets höjdmodell ser befintliga villor utmed denna rinnväg ut att ligga tillräckligt högt för att inte drabbas av översvämning.

I diket utmed Västkustvägen uppstår vattendjup på knappt 1 meter, innan vattnet rinner över vägen. Inga större vattendjup väntas uppstå på Västkustvägen som kan påverka framkomligheten. Däremot bör Västkustvägens beständighet vid denna punkt undersökas, för att minska risken för erosionsskador vid ett eventuellt skyfall.



Figur 12. Översiktsbild över Brunnsjöberget som redovisar en lågpunktskartering efter ett 100-millimeters regn (med en varaktighet på 4 timmar). Bakgrundsfigur: Scalgo Live

3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac. Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar (Stormtac, 2022). Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 717 mm använts (SMHI, 2022). Delavrinningsområdet ifrån vilket den korrigerade nederbörden har hämtats benämns ”Utloppet av Brunnsjön” (SUBID: 10454). Planområdet ligger inom detta delavrinningsområde.

För kategorisering av markanvändningsslag har nuvarande markanvändning bedömts motsvara kategorierna *skogsmark* samt *väg* i Stormtac. För framtida markanvändningen valdes kategorierna *skogsmark*, *villaområde* och *väg* i Stormtac. Markanvändningen *väg* bidrar med en föroreningsbelastning baserat på vägens årsmedelsdygnstrafik (ÅDT), alltså hur många fordon som brukar vägen varje dygn. Resultaten i Tabell 5 är baserade på beräkningar där ÅDT är uppskattat till 30 fordon per dygn. Efter exploatering förväntas denna siffra öka men det är i detta skede svårt att förutspå med hur mycket. Därmed har samma värde för ÅDT använts i beräkningarna för både före och efter exploatering.

Stormtac visar att belastningen från hela planområdet ökar för samtliga studerade ämnen efter exploatering utan åtgärder (Tabell 5). Detta beror på att planområdet till största delen består av skogsmark i nuläget, vilket resulterar i att exploatering medför ökade föroreningsmängder. Förändringen i föroreningsbelastning redovisas i Tabell 5 som minimi- och maximi-värden av årsmängden samt procentsatser av den förväntade ökningen.

Tabell 5. Beräknad närings- och föroreningsbelastning, innan och efter exploatering, utan reningsåtgärder för dagvatten som belastar Brunnsjön. Belastningen innefattar hela planområdet. Värdena presenteras som ett intervall mellan minsta och högsta värde, baserat på osäkerheter i indata och beräkningar.

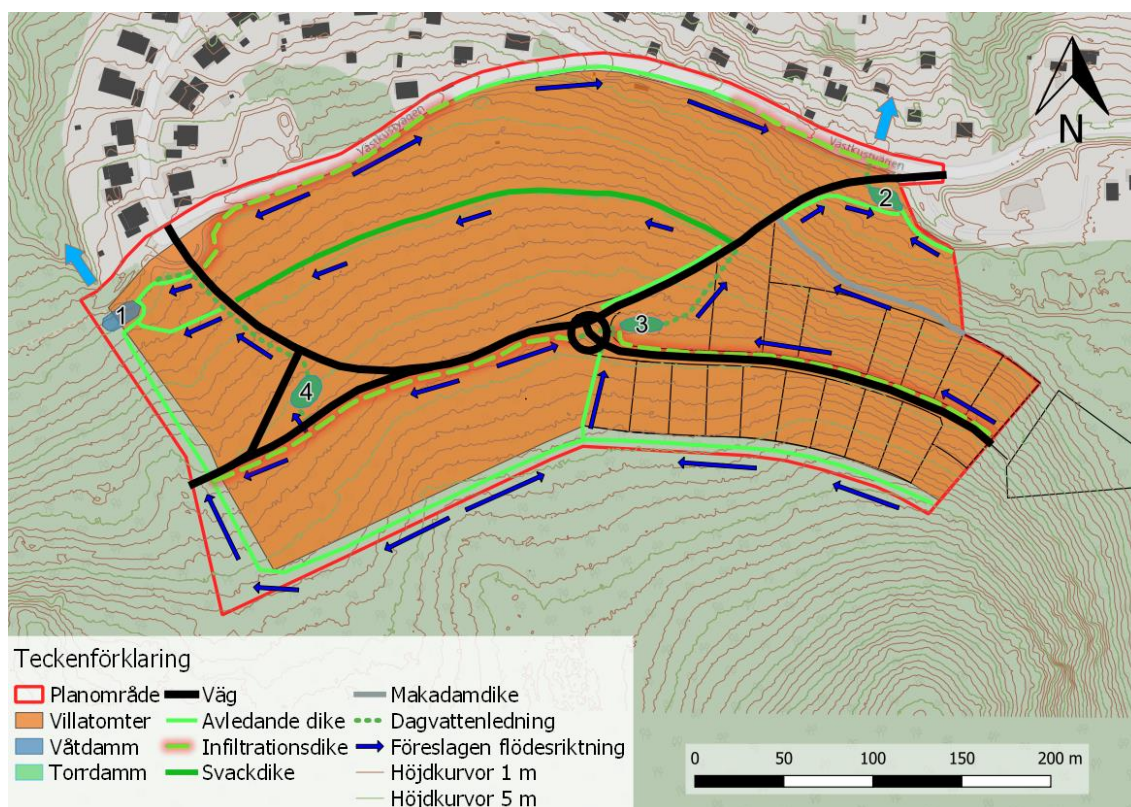
Förorening		Innan exploatering		Efter exploatering		Förändring (%)		
		Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P [kg/år]	0,57	0,93	3,2	5,6	240	till	880%
Kväve	N [kg/år]	9,0	15	33	55	120	till	510%
Bly	Pb [g/år]	0,05	0,09	0,15	0,29	80	till	500%
Koppar	Cu [g/år]	0,12	0,20	0,31	0,55	55	till	560%
Zink	Zn [g/år]	0,30	0,48	1,18	2,0	145	till	570%
Kadmium	Cd [g/år]	0,0022	0,0040	0,0068	0,013	70	till	475%
Krom	Cr [g/år]	0,09	0,10	0,113	0,21	20	till	130%
Nickel	Ni [g/år]	0,07	0,08	0,12	0,20	50	till	170%
Suspenderat material	SS [kg/år]	360	680	790	1410	15	till	290%

Viktigt att poängtera angående transporten av tungmetaller är att beräkningarna i Stormtac är baserade på schablonhalter från äldre områden. Halterna har tagits fram med hjälp av mätningar på olika typer av verkliga avrinningsområden som representerar en specifik markanvändning, så som villaområde med flera. Äldre byggnation kan i många fall innehålla material som ger upphov till urlakning av tungmetaller, så som förzinkade material. Eftersom schablonhalterna just baserats på äldre områden och att problematiken kring problematiska material idag uppmärksammas behöver ökningen av tungmetaller inte öka lika drastiskt som belastningsberäkningar redovisar. Detta förutsätter att det ställs tydliga krav på materialanvändning vid framtida exploatering.

4 Förslag på dagvattenhantering

Målet inom planområdet är att minimera riskerna för översvämning för såväl ny bebyggelse som befintlig bebyggelse. Vidare bör dagvattenhanteringen syfta till att inte riskera en försämring av recipienten Brunnsjöns ekologiska samt kemiska status och heller inte försvåra att god status kan uppnås. Viktiga principer för att uppnå dessa mål är att arbeta med fördröjning och infiltration av dagvatten inom planområdet, så långt det är möjligt. Genom att försöka använda dagvatten som en resurs, för exempelvis bevattning, uppnås fördröjning och infiltration som följd. Det kan därför vara till hjälp att se på dagvatten som ett hjälpmedel och en tillgång snarare än ett problem, för att enklare kunna applicera tankesättet kring hållbar dagvattenhantering i planeringsprocessen.

Dagvattnet inom planområdet föreslås avledas med hjälp av svackdiken och makadamdiken till uppsamlingsplatser för fördröjning. Dikena föreslås utformas med otät botten i största möjliga mån, för att möjliggöra för infiltration av dagvattnet till underliggande jordlager. Åtgärderna är utformade på ett sådant sätt att dagvattnet ska kunna avledas med självfall och markens höjdsättning blir därför viktig att ta i beaktande. I Figur 13 redovisas lokalisering av dagvattenåtgärder inom planområdet och tänkt flödesriktning.



Figur 13. Åtgärdsförslag för dagvattenhanteringen inom planområdet Brunnsjöberget 1:122 med föreslagen flödesriktning. Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

4.1 Dagvatten inom allmän platsmark

Dagvattnet föreslås hanteras inom allmän platsmark i första hand. Anläggningarna som ingår i åtgärdsförslagen för allmän platsmark är dimensionerade för att omhänderta hela magasinets behovet för planområdet, baserat på volymer genererade vid ett 10-årsregn.

4.1.1 Vägdagvatten

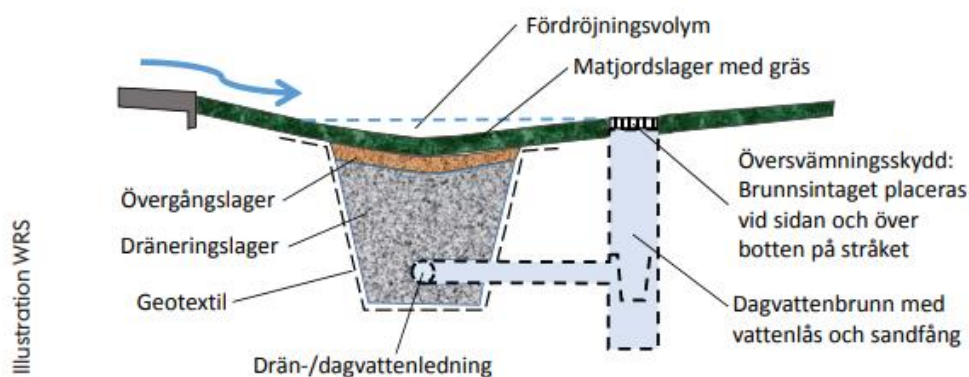
Dagvatten från vägar inom planområdet föreslås avledas mot öppna diken i största möjliga mån, vilka i sin tur leder dagvattnet vidare mot uppsamlingsplatser. Befintligt dike utmed Västkustvägen behöver troligen åtgärdas för att i framtiden kunna hantera och infiltrera en större mängd dagvatten. I partier med kraftig lutning (över 2–3%) föreslås att diken endast utformas för avledning av dagvatten mot en fördröjningsyta eller flackare dikessektion. Det finns även möjlighet att anlägga terrasserade diken, för att kvarhålla vattnet vid kraftiga lutningar (Figur 15). Med denna metod kan fördröjningen och reningen förbättras ytterligare.

Diken i flackare terräng föreslås utformas som infiltrationsstråk där dagvatten kan infiltrera genom en växtbäddad yta och samtidigt kan tillåtas fyllas upp för att skapa en fördröjningsvolym. Detta skapar förutsättningar för rening av dagvatten från vägar och gator. För att försäkra sig om att vatten kan infiltrera i diken byggs de vanligtvis upp med dräneringslager i botten. Uppbyggnaden består då av en makadamfyllning i botten, följt av ett grusskikt och därefter sandblandad matjord. Avslutningsvis överlagras diket med ett vegetationsskikt, lämpligen gräs. Har underliggande mark god genomsläpplighet behövs ingen dräneringsledning utan bräddbrunnar kan istället installeras för att hantera flöden högre än de dimensionerade. Planområdet består till största delen av sandig morän (Figur 3) som har medelhög genomsläpplighet. Det rekommenderas att infiltrationskapaciteten i moränen undersöks innan beslut fattas kring hur infiltrationsdiken ska utformas.

För att omhänderta allt vägdagvatten förslås att dagvattendiken placeras utmed ena sidan om alla vägar där lutningen inte är för kraftig. På den sida av vägen som inte avvattnas av ett dike behöver dagvattenbrunnar anläggas. Dessa brunnar, tillsammans med eventuella bräddfunktioner till infiltrationsdiken, kopplas lämpligen till ett dagvattennät som leder vattnet mot lämplig fördröjningsyta, exempelvis svackdike eller damm.

Enligt förslaget blir den totala dikessträckan med möjlighet till infiltration cirka 700 meter. För att uppnå en fördröjning av dagvattnet från vägar och gator bedöms diken behöva vara omkring 2 meter breda och 0,2 meter i medeldjup. Dimensionerna är tilltagna för att ge utrymme för tillrinning från kvartersmark. Vid full kapacitet bedöms diken kunna magasinera 175 m³, vid strypt utlopp. Där diken korsar infarter eller gator kan galler eller trummor anläggas för att möjliggöra för överfart med fordon.

Exempel på utformning av infiltrationsdiken och terrasserade svackdiken visas i Figur 14 respektive Figur 15.



Figur 14. Principiell utformning av ett infiltrationsdike.



Figur 15. Dike utformat med terrasser för att kvarhålla vatten så att det kan infiltrera.

4.1.2 Svackdike

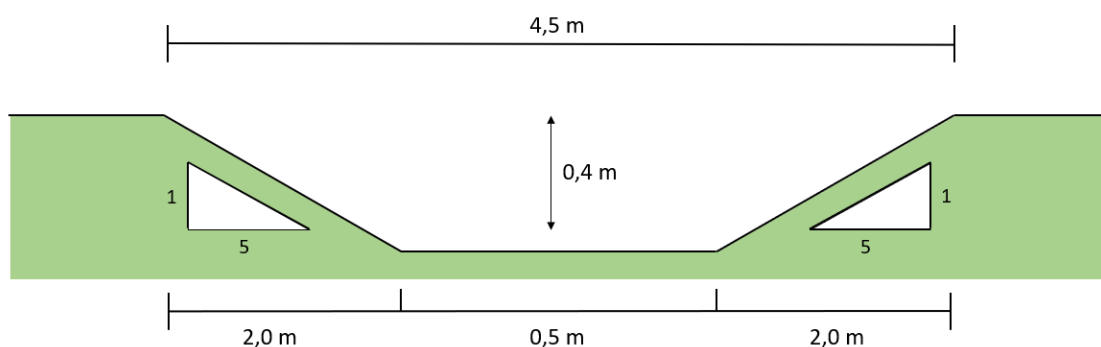
I planområdets norra del har ett stråk avsatts för dagvattenåtgärder. Inom detta område föreslås anläggning av ett svackdike. Syftet med ett svackdike är att reducera flödeshastigheten på dagvattnet, tillåta infiltration samt skapa magasinering. Därför behöver fördröjningsytan i illustrationsplanen flyttas söderut något, för att möjliggöra ett kontinuerligt, flackt fall på svackdiket inom fördröjningsytan (Figur 13).

Dagvatten tillförs svackdiket från kvartersmark söder om stråket. Därtill bedöms diket kunna ta emot vatten från högre belägna platser inom området där magasinering och infiltration är

svårare att åstadkomma. Till skillnad från de diken som är planerade utmed vägar och gator utnyttjar svackdiket sin bredd för att sakta ner flödet och magasinera större volymer dagvatten. Slänterna anläggs med relativt flack lutning för att vatten på bred front ska kunna tillrinna diket från intilliggande gång- och cykelväg samt kvartersmark. Detta skapar även bättre förutsättningar för rening av dagvattnet.

Ett svackdike bidrar, vid regelbunden skötsel och underhåll, till en vacker grönyta som bidrar med växttillgängligt vatten och ökade förutsättningar för biologisk mångfald. Därtill skapas funktioner för vattenrening och flödesutjämning genom filtrering genom gräsytor, infiltration och magasinering. Även svackdiken kan vid behov anläggas med dämmen om längslutningen är så stor att den påverkar magasineringsförmågan negativt.

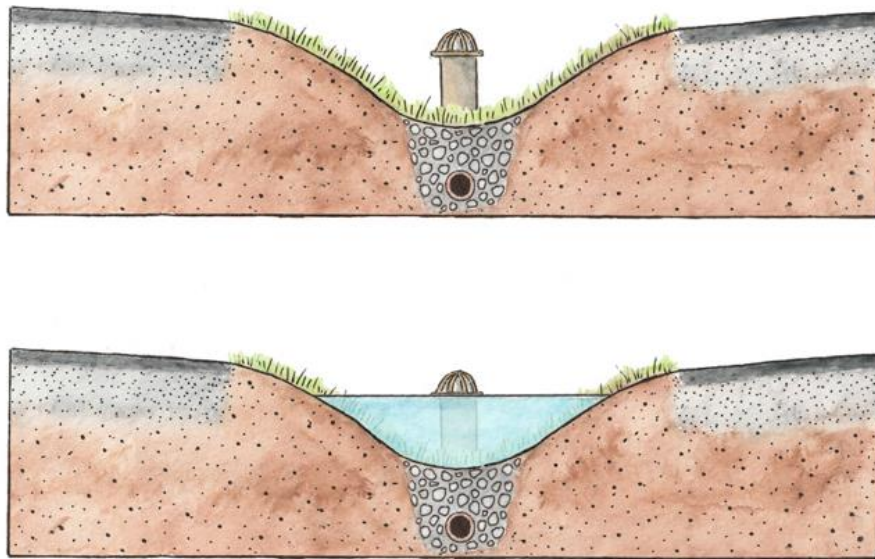
Svackdiket beräknas kunna vara cirka 280 meter långt med en bredd i marknivå på omkring 4,5 meter. För att uppnå goda förutsättningar för flödesreduktion och rening bedöms djupet på diket behöva vara cirka 0,4 meter och bottenbredden cirka 0,5 meter (Figur 16). Detta skapar förutsättningar för en magasininsvolym på 280 m^3 vid full kapacitet och strypt utlopp.



Figur 16. Dimensioner på föreslaget svackdike.

Vid anläggning av ett svackdike bör dikets slänter och botten snarast besås med snabbväxande gräs som ger skydd mot erosion och ogräs. Lyckas en tät gräsyta väl etablera sig är diket därefter relativt lättskött. Underhållet består av gräsklippning, renhållning samt rensning av eventuellt sediment som kan ansamlas på dikesbotten. Växthöjden i diket rekommenderas vara mellan 5-15 cm för att större partiklar ska kunna renas från dagvattnet (Svackdiken | VA-guiden, u.å.).

Exempel på hur svackdiken kan utgöra tillfälliga magasin för dagvatten visas i Figur 17. Bräddfunktion i form av en dagvattenbrunn bör placeras på en höjd som tillåter svackdiket att fyllas upp och endast brädda till brunnen då flödet överskrider dimensioneringen för diket.



Figur 17. Illustration som visar höjdsättning för bräddbrunnar i ett svackdike. Illustration: © VA-guiden

4.1.3 Makadamdike

Ett makadamdike föreslås i den nordöstra delen av planområdet (Figur 18). På grund av den starka lutningen i dessa delar av planområdet, bör dagvatten från de högre belägna tomterna samlas upp i t.ex. ett makadamdike, som leder dagvattnet västerut till vägen. Dagvatten från uppfarter och takytor bör främst ledas söderut till den allmänna vägen, men där detta inte är möjligt finns det risk att genererat dagvatten kommer påverka lägre belägna tomter. För att undvika problem och möjliggöra för infiltration på tomtmark, kan det föreslagna makadamdiket samla upp dagvattnet och skapa säker bortledning och även till viss del rening.



Figur 18. Föreslagna flödesriktningar och makadamdike för bortledning av dagvatten från villatomter i nordöstra delen av planområdet. Bakgrundsfigur: (© OpenStreetMaps bidragsgivare, u.å.)

4.1.4 Dammar

Inom planområdet har tre platser identifierats för så kallade torrdammar och en plats för en dagvattendamm i planområdets nordvästra del (Figur 13).

En dagvattendamm bidrar till rening av dagvattnet i form av reduktion av mindre partiklar och kolloider. Dessutom bidrar de till att dagvattnets flöde och erosiva krafter minskar.

Utformningen av dammarna föreslås vara långsmala med en släntlutning mellan 1:3-1:4 (Larm och Blecken, 2019).

Djupet på den våta dammen i nordväst bör vara omkring 1 meter i medeldjup. Detta skapar förutsättning för sedimentation i djupare partier samt möjliggör för etablering av växlighet i grundare släntpartier. Fördelen med djupare dammar är att en större volym sediment kan ansamlas innan rensning av dammen krävs. En grundare damm minskar risken för syrefria bottnar och läckage av metaller och näringsämnen (Larm och Blecken, 2019). Viktigt att komma ihåg är att även dagvattendammar bör förses med en bräddningsfunktion i händelse av skyfall eller överdimensionerande flöden. Den föreslagna dammen har beräknats uppta en yta på cirka 200 m² vilket med hänsyn till en släntlutning på 1:3 ger en total volym på 140 m³. En närmare beräkning kring dammens utformning och dimensionering rekommenderas i kommande skeden då detaljplanerna för området är bestämda.

Det föreslagna svackdiket har sitt tilltänkta utlopp i dammen som placerats i den nordvästra delen av planområdet. I detta område består marken av postglacial sand enligt SGU:s jordartskarta, vilket tyder på att mycket dagvatten kan infiltrera vid den tänkta dammen, och därmed avlasta belastningen av dagvatten nedströms. Denna damm föreslås därför utformas med en översilningsyta vid in- eller utlopp, där dagvattnet kan infiltrera. För att få en permanent

vattenyta i dammen kan botten behöva tätas med lera, beroende på de geotekniska förhållandena på platsen. En damm med permanent vattenyta ger även ett vackert uttryck i ett område och bidrar ännu mer till den biologiska mångfalden än torrdammar (Figur 19).



Figur 19. Exempelbild på hur en dagvattendamm kan utgöra ett vackert inslag i en bostadsmiljö. Foto: WRS

Torrdammar anläggs utan en tät botten och bidrar därmed inte med ett stående vatten. Syftet med en torrdamm är att kunna magasinera vatten vid kraftiga regn och tillåta vattnet att infiltrera ner i markprofilen. För god funktion bör infiltrationskapaciteten i ytan möjliggöra för en infiltration som gör att dammen töms inom 24–48 timmar. Ett alternativ för jordar med låg genomsläpplighet är att installera en brunn med strypt utlopp i botten.

Föreslagna torrdammar kan utformas som en nedsänkt parkmiljö då funktionen för dammarna är att ta emot dagvatten under kraftig nederbörd med höga flöden som följd. I dessa situationer skapas en vattenspegel på ytan. Under vintern kan ytan även utgöra en lämplig plats att magasinera snö.

Inom planområdet utgör torrdammarna uppsamlingsplatser för det dagvatten som avleds med diken längs vägar och gator. Vattnet kan ledas till dammarna via de öppna diken eller med dagvattenledningar där slutningen gör att diken är olämpliga. Bräddbrunnar som planeras i diken kan kopplas till en närliggande torrdamm nedströms brunnen.

Torrdammarna beräknas vara mellan 150-240 m² stora med ett medeldjup på 1 meter. Dimensioneringen medför att dammarna vid behov kan magasinera mellan 100-170 m³ dagvatten innan maxkapacitet nås. Eftersom föreslagna infiltrationsdiken längs vägarna bedöms kunna hantera normala till höga dagvattenflöden utgör torrdammarna en säkerhet vid kraftiga regn.

Två exempel på hur torrdammar kan utformas och gestaltas visas i Figur 20 nedan.



Figur 20. Tv, exempel på en torrdamm i Huddinge för magasinering av dagvatten vid behov. Th, exempel på en större torrdamm i Basel där dammen integrerats som park. Foton: WRS

4.1.5 Avledande dike

Det avledande dike som är föreslaget för uppsamling av tillrinnande vatten från högre terräng söder om planområdet kan på svagt sluttande sträckor anläggas med dränerande bottenlager. Detta förutsätter att markens genomsläpplighet ger upphov till naturlig perkolation till undre jordlager. Stora delar av de sträckor där ett avledande dike har föreslagits har däremot för kraftig lutning och kommer därmed endast fungera som avledning, utan möjlighet till infiltration eller fördröjning. Det vatten som leds in mot planområdet föreslås rinna via en dagvattenledning till den centralt belägna torrdammen för fördröjning (damm 3, se Figur 13). De sträckor av det avledande diket som leder vattnet i nordvästlig riktning ut mot dammen i områdets hörn bedöms inte kunna fungera för fördröjning. Avledande diken bedöms behöva ha en bredd på cirka 1,5 meter och då flödes hastigheten i dessa diken kommer vara högre än i andra typer av diken föreslås erosionsskydd, i form av exempelvis grövre makadam i botten.

Då det föreslagna avledande diket syftar till att skydda framtida bebyggelse från tillrinnande vatten från högre terräng, kan detta räknas som markavvattning. Därför behöver Hedemora kommun under planprocessen utreda om det kommer krävas dispens från det allmänna markavvattningsförbudet samt tillstånd för markavvattning.

4.2 Dagvatten inom villa- och radhustomter

Dagvatten inom villa- och radhustomter bör i största möjligaste mån omhändertas lokalt. På grund av stora höjdskillnader i området försvårar detta dock möjligheterna för t.ex. infiltration och fördröjning på tomtmark. Nedan ges exempel på några möjliga lösningar.

Genom att ansluta stuprören till vattentunnor kan takdagvattnet samlas in och användas för bevattning inom den egna tomten. Vattentunnorna bör anslutas till någon typ av brädd som antingen leder ut överskottsvatten i den egna trädgården eller som kopplar till ett lokalt dagvattennät som leder ut dagvattnet i diken längs med gatorna.

Ett annat exempel är att leda ut takdagvattnet på grönytor på tomten som vid behov även kan utformas med förstärkt infiltration. Detta förutsätter att marken har tillräckligt hög infiltrationskapacitet och att vattnet samlas upp i ett dike eller ledning, så att det inte rinner in på andra fastigheter (se exempel i avsnitt 4.1.3).

4.3 Skyfall och åtgärder mot översvämning

Vid exploatering behöver skyfallssituationen säkerställas genom höjdsättning av byggnader och vägar. Idag finns inga lokala lågpunkter inom planområdet (förutom i diket utmed Västkustvägen) och det är viktigt att i framtiden inte skapa lokala lågpunkter intill byggnader där vatten kan ställa sig vid skyfall.

Det föreslagna svackdike kommer fånga upp mycket skyfallsvatten och leda det västerut, tillsammans med diken och den nya vägen genom området. Detta väntas minska risken för översvämning vid fastigheterna nordöst om området (se Figur 12). Översvämningsrisken är dock liten redan idag och blir därför alltså ännu mindre med föreslagna flödesriktningar.

Byggnader inom planområdet bör höjdsättas med lutning från byggnaderna för att undvika skada. Villatomter och radhusområden bör höjdsättas med lutning mot lokalgatorna i möjligaste mån.

Föreslaget avledande dike utmed planområdets södra del minskar risken för att den naturliga tillrinningen från skogsområdet leds in på fastigheter nedanför vid kraftiga och/eller ihållande regn.

Då risk finns för att trummorna under Västkustvägen i planområdets nordvästra och nordöstra ände riskerar att gå fulla vid skyfall, så att vattnet rinner över vägen, bör vägens stabilitet undersökas vid dessa punkter. Eventuellt kan erosionsskydd komma att behövas för att minska risken för erosionsskador och därmed säkerställa tillgängligheten till området vid skyfall.

5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

Dimensionering av fördröjningsåtgärder i denna utredning bygger på flödet från planområdet inte ska öka efter exploatering jämfört med nuläget. Detta gäller för ett dimensionerande 10-årsregn för trycklinje i marknivå. Magasinsbehovet för hela planområdet blir därmed 525 m³.

Föreslaget svackdike är beräknat att kunna utjämna omkring 280 m³ vid full kapacitet. Infiltrationsdiken längs vägar och gator, vars gemensamma sträcka bedöms bli cirka 700 meter, kan enligt beräkningar rymma 175 m³ dagvatten. Detta utan hänsyn till potentiell infiltrationskapacitet i underliggande jordlager. De tre torrdammarna har en gemensam volym på cirka 375 m³ vid full kapacitet. Våtdammen i planområdets nordvästra del beräknas kunna utjämna en mindre volym dagvatten. Detta då denna damm är tänkt att ha en permanentyta för att möjliggöra för flödesutjämning och rening. Därmed kan endast en del av denna volym inräknas som fördröjningsvolym för dagvatten. I Tabell 6 visas en sammanställning av föreslagna anläggningars magasinvolym och ytbehov inom planområdet.

Tabell 6. Beräknade magasinvolym och ytbehov för föreslagna dagvattenåtgärder vid full kapacitet.

Anläggning	Våtdamm	Torrdammar	Svackdike	Infiltrationsdiken	Avledande diken	Summa
Yta [m ²]	200	560	1260	1400	1300	4700
Magasinsvolym [m ³]	-	375*	280*	175*	-	830
Magasinsbehov [m ³]						525

*Utan hänsyn till potentiell infiltration

Sammanfattningsvis visar utredningen att det finns goda möjligheter att med hjälp av svackdiken, infiltrationsdiken och dammar erhålla det erforderliga magasinins behovet inom planområdet. I ett senare skede kan magasininsvolymerna fördelas mellan de olika anläggningarna i planområdet, utefter förutsättningar och andra önskemål.

5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

De föreslagna åtgärderna med rening av förorenat dagvatten genom infiltration och sedimentation med hjälp av infiltrationsdiken, makadamdiken, svackdiken samt våta och torra dammar väntas ge en stor positiv effekt på föroreningsbelastningen efter exploatering. Föroreningsberäkningen som tagits fram bygger på antagandet att LOD-åtgärder införs inom det område i planområdet som är markerat som villatomter (Figur 13). Då dagvattenåtgärder som infiltrationsdiken och dammar i nuläget inte är dimensionerade i detalj anses beräkningen motsvara den rening som kan förväntas i dessa anläggningar. Det föreslagna svackdiket i planområdets norra del har adderats som ytterligare ett reningssteg i beräkningarna.

Resultatet för beräkningen med och utan LOD-åtgärder redovisas tillsammans med föroreningsbelastningen innan exploatering i Tabell 7.

Tabell 7. Beräknad närings- och föroreningsbelastning innan och efter exploatering samt efter exploatering med LOD-åtgärder för hela planområdet. Värdena presenteras som ett intervall mellan minsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar.

Förorening			Innan exploatering		Efter exploatering med åtgärder		Förändring (%)		
			Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P	[kg/år]	0,57	0,93	2,3	3,6	140	till	520%
Kväve	N	[kg/år]	9,0	15	22	36	50	till	300%
Bly	Pb	[kg/år]	0,05	0,09	0,07	0,13	-20	till	170%
Koppar	Cu	[kg/år]	0,12	0,20	0,19	0,33	0	till	170%
Zink	Zn	[kg/år]	0,30	0,48	0,7	1,2	50	till	310%
Kadmium	Cd	[kg/år]	0,0022	0,0040	0,0037	0,0067	10	till	210%
Krom	Cr	[kg/år]	0,09	0,10	0,07	0,13	-30	till	40%
Nickel	Ni	[kg/år]	0,07	0,08	0,082	0,14	0	till	80%
Suspenderat material	SS	[kg/år]	360	680	440	780	-40	till	120%

Resultatet visar att närings- och föroreningsbelastningen väntas öka efter exploatering, trots LOD-åtgärder. För vissa ämnen är dock ökningen osäker, det skulle till och med kunna bli en minskning av föroreningsbelastningen för dessa ämnen (negativa värden i kolumnen ”Förändring”, Tabell 7). Eftersom föroreningsbelastningen från området i nuläget är väldigt låg då marken är obebyggd skogsmark, ger en mindre faktisk belastning (i kilo eller gram) upphov till en stor procentuell ökning. Då majoriteten av dagvattnet kommer ledas västerut mot ett ca 350 m långt öppet dike innan det når Brunnsjön, kan även ytterligare avskiljning ske här.

Enligt VISS bedöms en belastningsminskning på 372 kg fosfor per år av den externa belastningen krävas för att kunna uppnå god ekologisk status på sikt för recipienten Brunnsjön. Den framräknade belastningsökningen för fosfor från planområdet, med föreslagna åtgärder, handlar om i storleksordningen 1–2 kg per år vilket är cirka 0,3–0,5 % av förbättringsbehovet. Därmed bör de totalt cirka 1–2 kg fosfor per år som exploateringen maximalt riskerar att ge

upphov till i ökad fosforbelastning till Brunnsjön, inte riskera att förhindra möjligheterna att uppnå god ekologisk status till år 2027.

Sammanfattningsvis bedöms exploateringen, med föreslagna åtgärder, ej påverka Brunnsjöns möjligheter att uppnå god ekologisk och kemisk status till 2027.

5.3 Behov av ytterligare åtgärder

Åtgärder som behövs för att föreslagna åtgärder ska vara genomförbara och uppnå god funktion är att utsläppspunkterna för dagvatten utanför planområdet kontrolleras. Den trumma med efterföljande ledningar som avvattnar planområdet i nordöstlig riktning bör inspekteras och i det fall det är nödvändigt åtgärdas. Detta för att säkerställa att dagvatten från diket längs Västkustvägen och den föreslagna dammen kan avledas utan komplikationer för villa- och tomtägare nedströms. Även det faktum att kommunens dagvattenledningar ligger på privat mark utgör en stor risk, då underhåll och förnyelse av ledningsnätet riskeras. Förslagsvis upprättas ett servitut för dessa ledningssträckor.

Kommunen bör även tidigt ta ställning till om planområdet ska ingå i verksamhetsområde för dagvatten eller ej, för att minska risken att 6§ i *Lagen om allmänna vattentjänster* triggas i ett senare skede. Ansvar för dagvattenanläggningar och diken på allmän plats behöver därför utredas, för att möjliggöra ändamålsenlig drift och underhåll av anläggningarna i framtiden.

Markavvattningsföretaget "Brunnsjöns sänkingsföretag" behöver utredas för att Hedemora kommun ska kunna få tillstånd att avleda dagvatten till det dike som rinner ut i Brunnsjön nordväst om planområdet. Bedömningen är att det vore fördelaktigt för kommunen att vara delaktiga i markavvattningsföretaget för att ha rådighet att använda såväl som att underhålla diket.

Föreslagna avledande diken i planområdets södra del bör utredas vidare av Hedemora kommun med avseende på ifall dessa faller inom kategorin markavvattning. Om så är fallet kan det komma att krävas dispens från det generella markavvattningsförbudet och ansökan om tillstånd för markavvattning.

6 Slutsatser

Utredningen har resulterat i följande slutsatser och rekommendationer till det fortsatta detaljplanarbetet:

- Den planerade exploateringen medför att dagvattenflödena från planområdet förväntas öka då planområdet i nuläget utgörs av sluttande skogsmark medan det i framtiden kommer att bebyggas villa- och radhusbebyggelse. Flödet vid ett dimensionerande 10-årsregn förväntas öka från 140 l/s till 790 l/s utan införda dagvattenåtgärder.
- Dagvattnet inom planområdet föreslås avledas med hjälp av infiltrationsdiken, svackdiken och makadamdiken till uppsamlingsplatser för fördröjning. Dikena föreslås utformas med otät botten i största möjliga mån, för att möjliggöra för infiltration av dagvattnet till underliggande jordlager. Vid tre punkter föreslås torrdammar och vid en punkt föreslås en våt damm. Utöver detta föreslås även att lokala åtgärder på kvarteretsmark uppmuntras och informeras om. Detta avser installation av regntunnor och utkastare för att möjliggöra fördröjning och infiltration från takytor och uppfarter inom villa- och radhusområdena.
- Med föreslagna fördröjningsåtgärder på allmän platsmark förväntas flödet vid ett 10-årsregn inklusive klimatfaktor inte öka efter exploatering. Exploateringen förväntas därför inte medföra en ökad belastning på det befintliga dagvattensystemet. I ett senare skede kan magasinvolymerna fördelas mellan de olika anläggningarna i planområdet, utefter förutsättningar och andra önskemål.
- Föroreningsbelastningen från planområdet väntas enligt beräkningar öka från planområdet efter exploatering, vilket är väntat då marken idag består av skogsmark. Med föreslagna öppna diken och dammar halveras till stor del den framtida föroreningsbelastning enligt beräkningarna, jämfört med utan åtgärder. Den framräknade belastningsökningen för fosfor från planområdet, med föreslagna åtgärder, handlar om i storleksordningen 1–2 kg per år vilket är ca 0,3–0,5 % av förbättringsbehovet enligt Vattenmyndigheten och Länsstyrelserna. Sammanfattningsvis bedöms därför exploateringen, med föreslagna åtgärder, ej påverka Brunnsjöns möjligheter att uppnå god ekologisk och kemisk status till 2027.
- Hedemora kommun bör utreda och säkerställa rådighet och status på de dagvattenledningar och markavvattningsföretag som mottar dagvattnet från planområdet innan det leds vidare till Brunnsjön. Detta för att säkerställa att dagvatten från planområdet i framtiden kan avledas utan komplikationer för markägare nedströms. Även ansvar för dagvattenanläggningar och diken på allmän plats behöver utredas i ett tidigt skede, för att möjliggöra ändamålsenlig drift och underhåll av anläggningarna i framtiden.

Referenser

- © LANTMÄTERIET, u.å. Min Karta.
- © OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, u.å. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- © SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, 2022. SGUs Jordarter 1:25 000-1:100 000, kartvisare.
- GOOGLE SATELLITE, u.å. Google Satellite (WMS).
- HEDEMORA KOMMUN, 2022a. Avstämningsmöte. Microsoft Teams.
- HEDEMORA KOMMUN, 2022b. Startmöte. Microsoft Teams.
- LARM, T. och BLECKEN, G., 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. *Svenskt Vatten Utveckling Nr 2019-20*.
- LÄNSSTYRELSENA, 2021. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/> [Hämtad 2020-9-29].
- SGU, 2022. SGUs Kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100000 [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2022-2-14].
- SMHI, 2022. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2022-1-12].
- SMHI VATTENWEBB och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2022. Modelldata per område | SMHI - Vattenwebb [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2022-9-26].
- STORMTAC, 2022. StormTac Web v.22.1.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- Svackdiken | VA-guiden, u.å.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Svenskt Vatten.
- VISS-VATTENINFORMATIONSSYSTEM SVERIGE, 2022a. VISS [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-9-26].
- VISS-VATTENINFORMATIONSSYSTEM SVERIGE, 2022b. Sand- och grusförekomst SE668733-150625 [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-10-18].