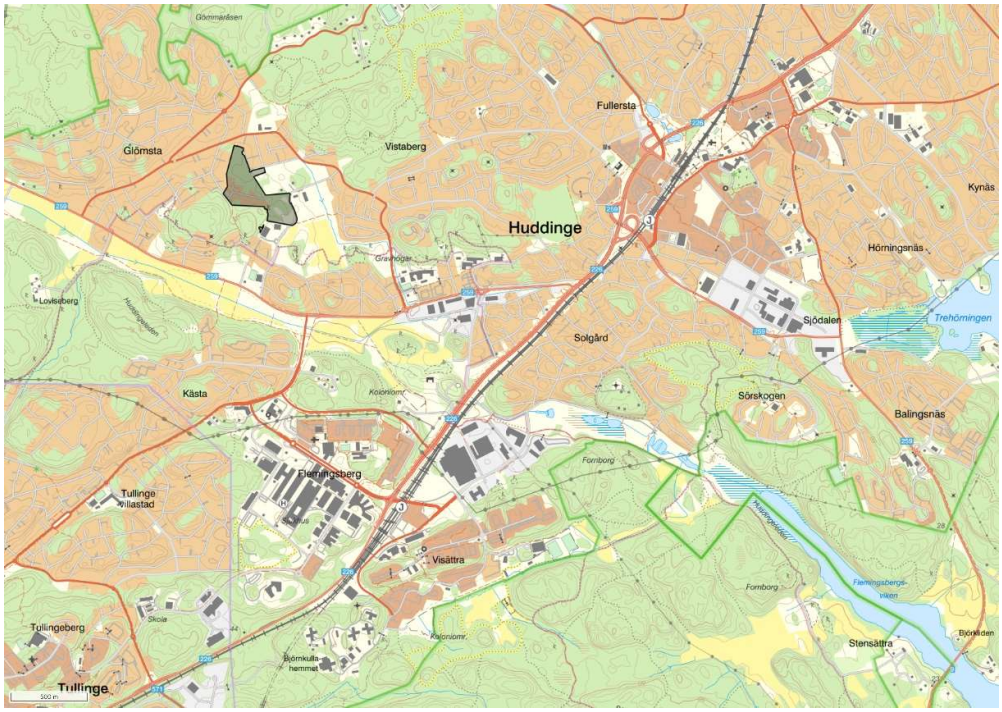


Dagvattenutredning och skyfallskartering

Detaljplan Lövstastigen, Huddinge kommun

Status: Slutgiltig handling

Datum: 2025-03-26 (rev. 2025-09-08)

Handläggare
Vera de Val Wiklund

Handläggare
Anna Eriksson

Uppdragsledare:
Philip Okada

Granskare
Hedvig Winther

Datum
2025-03-05

Datum
2025-03-26

Projekt-ID
D0204470

Mottagare
Huddinge kommun
Jacob Lindkvist

Reviderades 2025-09-08 för att inkludera Bilaga 2.

Innehåll

Sammanfattning 6

1 Inledning 7
1.1 Bakgrund 7
1.2 Uppdragsbeskrivning och syfte 7

2 Förutsättningar 8
2.1 Underlag 8
2.2 Dagvattenstrategi och riktlinjer 8
2.2.1 Funktionskrav enligt P110 8
2.2.2 Dagvattenstrategier 9
2.2.3 Krav enligt miljökvalitetsnormer (MKN) 10
2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder 11
2.3.1 Flöden 11
2.3.2 Magasinsvolym 11

3 Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation 12
3.1 Platsbeskrivning 12
3.2 Geotekniska förhållanden 12
3.2.1 Markförhållanden 12
3.2.2 Grundvattennivåer 14
3.2.3 Miljöföroreningar 14
3.3 Avrinning och recipienter 14
3.3.1 Naturlig avrinning 14
3.3.2 Teknisk avrinning 15
3.3.3 Vattenskyddsområde 16
3.3.4 Markavvattningsföretag 17
3.3.5 Recipienter och MKN för vatten samt statusklassning 18
3.3.6 Lokala åtgärdsprogram (LÅP) 19

4 Flödesberäkningar 20
4.1 Markanvändning 20
4.1.1 Kvartersmark 20
4.1.2 Vägytor 22
4.1.3 Uppströms område 24
4.2 Dagvattenflöden 24
4.3 Behov av utjämning 26
4.3.1 Kvartersmark 26
4.3.2 Vägområden 27

5 Föroreningsberäkningar 28

6 Föreslagen dagvattenhantering 30
6.1 Dagvattenhantering för varje delområde 31

6.1.1 Kvartersmark 31
6.1.2 Vägområden 32
6.2 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning 33
6.2.1 Påverkan på MKN 35
6.3 Allmänna rekommendationer 36
6.3.1 Miljöanpassade material 36
6.4 Generell beskrivning av dagvattenlösningar 36
6.4.1 Dagvattendamm 36
6.4.2 Torrdamm 37
6.4.3 Träd i skelettjord 37
6.4.4 Regnbädd 38
7 Slutsats och rekommendationer 41
8 Vidare utredningar 42
9 Referenser 43

Bilagor

Bilaga 1 Skyfallsanalys och skyfallshantering Lövstastigen
Bilaga 2 Alternativ för dagvattenrening Lövstastigen

Sammanfattning

AFRY har fått i uppdrag av Huddinge kommun att utföra en utredning för dagvatten och skyfallsanalys inför detaljplan för Lövstastigen i Glömsta, Huddinge. AFRY har tidigare (2023) tagit fram ett utkast för hantering av dagvatten- samt skyfall för detaljplaneförslaget. Efter kommentarer från samråd och mindre förändringar av detaljplanen fanns behov att revidera dagvattenutredningen. I detta PM med skyfallsbilaga presenteras reviderad utredning.

Befintlig markanvändning består främst av skog och fritidshusområde samt vägar. För den planerade situationen behålls några områden som naturmark, medan övrig mark planeras till tomtmark för villa/radhusområde, parkmark, en förskola samt vägområden.

Den planerade utvecklingen i planområdet påverkar dagvattensituationen i och nedströms planområdet. Detaljplaneförslaget beräknas leda till både ökade dagvattenflöden och ökade föroreningstransporter. För att hantera detta har utredningen tagit fram ett förslag på dagvattenhantering för planområdet.

Det är en stor utmaning att inte försämra situationen för dagvattenföroreningar för att uppnå MKN när man exploaterar i naturmarksområden. Därför behövs det omfattande dagvattenlösningar i planområdet.

Fördröjningsmässigt kommer delar av marken inom planområdet behöva tas i anspråk för att kunna fördröja flöden ned till nivåer som motsvarar den befintliga situationens dagvattenflöden vid ett 10-årsregn.

Utredningens förslag på dagvattenhantering i planområdet består av åtgärder i form av regnbäddar, skelettjordar med trädplantering, en torrdamm, och en dagvattendamm. Dessa åtgärder fördröjer och renar dagvattnet för att uppnå krav på fördröjning, flödesutjämning och rening.

Den föreslagna dagvattenhanteringen omfattatar en total fördröjningsvolym på 346 m^3 på kvartersmark och 258 kubikmeter i anslutning till vägytor. Dessa volymer är något större än de erforderliga fördröjningsvolymerna då hanteringsåtgärderna ska kunna uppnå en bättre renande effekt.

Med föreslagna dagvattenlösningar för planerad situation når föroreningshalter och -mängder nivåer som är lika eller under befintlig situations föroreningsbelastning för alla förutom ett av de utredda föroreningsämnena, kvicksilver (Hg). Med denna ökning av kvicksilver i dagvattnet bidrar planområdet efter föreslagen rening med 0.0000564 µg/l i recipienten Orlången. Denna halt ligger under rapporteringsgränsen för kvicksilver och bedöms därmed att inte vara mätbar i recipienten. Därmed är ökningen av kvicksilver från planområdet efter exploatering i recipienten ej mätbar och möjligheten att uppnå MKN för Orlången bedöms inte äventyras.

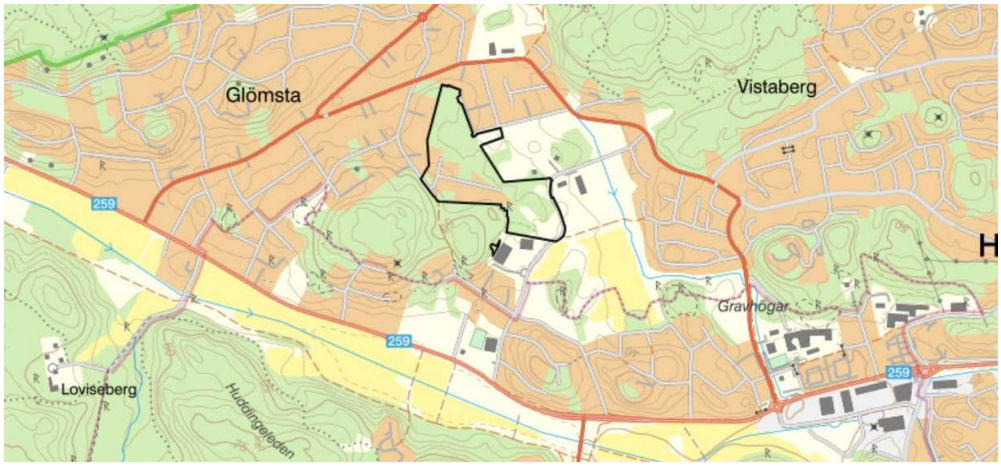
Om man vill uppnå att inte försämra ämnestransporterna av kvicksilver från planområdet skulle en ytterligare åtgärd krävas. Detta kan röra sig om ett ytterligare reningssteg nedströms planområdets nya vägområden eller alternativt en kompensationsåtgärd i ett mer förorenat område i recipienten Orlångens avrinningsområde. En åtgärd i ett mer förorenat område skulle sannolikt vara mer kostnadseffektiv och bidra med en större förbättring för Orlången.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Huddinge kommun har påbörjat arbete med en detaljplan för nya bostäder vid Lövstastigen i Glömsta. Detaljplanens lokalisering i förhållande till Huddinge kommun visas i Figur 1-1. Området behöver även utvecklas med mer kommunal service som förskolor samt allmänna ytor såsom mötesplatser och lekplatser. Att möjliggöra för förskola och lekplats ingår i detaljplanen. Uppdraget från Huddinge kommun omfattar en dagvattenutredning och en skyfallsanalys för nämnda detaljplan (Lövstastigen). Utredningen presenterar resultat av skyfallsanalys i Bilaga 1.

AFRY har tidigare (2023) tagit fram ett utkast för hantering av dagvatten- samt skyfall för detaljplaneförslaget. Efter kommentarer från samråd och mindre förändringar av detaljplanen fanns behov att revidera dagvattenutredningen. I detta PM med skyfallsbilaga presenteras reviderad utredning.



Figur 1-1 Översiktskarta över planområdet (bakgrundskarta hämtad från Lantmäteriet).

1.2 Uppdragsbeskrivning och syfte

Föreliggande skyfalls- och dagvattenutredning kommer att undersöka dagens skyfall- och dagvattensituation och utifrån områdets förutsättningar ge förslag till omhändertagande av dagvatten och skyfall för framtida behov. Utredningen är i enlighet med Huddinge kommuns dagvattenstrategi och dagvattenchecklista.

I detta PM kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Kartläggning av vilken volym som behövs inom planområdet för att hantera dagvatten.
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Beräkning av erforderliga fördröjningsvolymer utifrån planerad markanvändning.
- Förslag på dagvattenlösning.
- Kartläggning av lämpliga ytor som behövs för att hantera dagvatten inom detaljplaneområdet utifrån framtagen skiss.
- Skyfallsanalys genom en hydraulisk modellering med förslag på åtgärder. Detta redovisas i Bilaga 1.

2 Förutsättningar

Följande rubriker redogör för vilka underlag som finns sedan tidigare, samt relevanta strategier och domar om sådana finns publicerade. Slutligen redogörs för de hydrologiska beräkningsmetoderna.

2.1 Underlag

Nedan redogörs för samtliga underlag, källor, villkor och råd som ligger till grund för utredningen.

Tabell 2-1 Befintliga underlag för utredningen

Underlag	Tillhandahållet/Upprättat
Uppdragsbeskrivning och offert	2024-10-24
Strukturplan / plankarta / gränser för detaljplanområde	2024-10-24
Dagvattenstrategi	Daterad 2013-03-04
Checklista för dagvatten	Daterad 2022-10
Planbeskrivning Detaljplan för fastigheten Glömsta 2:59 med flera (Lövstastigen) inom kommundelen Glömsta, Huddinge kommun	2024-01

Tabell 2-2 Tidigare relevanta utredningar mm.

Tidigare utredningar m.m.	Upprättat
Dagvattenutredning och skyfallskartering Detaljplan Lövstastigen, AFRY	2023-05-23

Tabell 2-3 Underlag som ställer upp krav, villkor och råd m.m.

Övriga underlag och verktyg	Utgivare	Version
P110	Svenskt Vatten	2016
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
Jordartskarta	SGU	
Genomsläpplighetskarta	SGU	

2.2 Dagvattenstrategi och riktlinjer

I denna rubrik redogörs för de strategier och riktlinjer som utredningen omfattas av. Det är dels funktionskraven, dels lokala dagvattenstrategier.

2.2.1 Funktionskrav enligt P110

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt Vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (= förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system, vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar, eftersom nederbörden och därmed

belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 2-4.

Tabell 2-4 Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110. (Svenskt Vatten, 2016)

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

2.2.2 Dagvattenstrategier

Huddinge kommun har en dagvattenstrategi (daterad 2013) vars grundprinciper är:

- Uppkomsten av dagvatten ska minimeras.
- Belastningen på nedströms liggande vattenområden ska vid exploatering, så långt det är möjligt, inte öka.
- Hänsyn ska tas till risker av förväntade klimatförändringar och höga flöden.
- Förorening av dagvatten ska undvikas.
- Förorenat dagvatten ska hållas åtskilt från mindre förorenat dagvatten tills rening genomförts.
- Dagvatten ska, där så är möjligt, i första hand infiltreras och i andra hand fördröjas innan det leds till recipient.
- Dagvatten ska, där så är möjligt, användas som en pedagogisk, rekreativ och estetisk resurs samt gynna den biologiska mångfalden.
- Öppna dagvattenlösningar ska, så långt det är möjligt, väljas före slutna system.
- Befintliga öppna dagvattenlösningar ska, så långt det är möjligt, bevaras.
- Befintliga slutna dagvattensystem ska, där så är möjligt, öppnas upp.
- Dagvattnet ska hanteras så att skador på byggnader och anläggningar och försämrade livsmiljöer för växter och djur undviks samt att risker för människor undviks.

I kommunens checklista för dagvattenutredningar (daterad 2022) konkretiseras att:

- Ingen ökning av flöden från allmän platsmark eller kvartersmark ske jämfört med befintlig situation. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym görs genom jämförelse av 10-årsregn utan klimatfaktor för befintlig situation mot framtida situation med klimatfaktor. För att möta miljökvalitetsnormer (MKN) måste lösningarna vara utformade för rening och grundprincipen är att fördröjning och rening ska ske i så hög utsträckning som möjligt.

- De allmänna ytorna bör avvattnas på ett sätt som även medför rening i syfte att möta MKN. Denna lokala fördröjning ska på samma sätt som för kvartersmark baseras på ett 10-årsregn (utan klimatfaktor för befintlig

situation och med klimatfaktor för framtida situation), men även här är grundprincipen att åstadkomma maximal möjlig fördröjning och rening.

- Beroende på vilken typ av mark som ska bebyggas kan principen innebära olika behov av fördröjning och rening av dagvatten. Grundprincipen för alla projekt är dock att få till en så långtgående rening av dagvattnet som möjligt, inom de ekonomiska och praktiska/tekniska ramarna.

- Ingen ökning av föroreningsmängder (kg/år) bör ske jämfört med befintlig situation. Halter av förorenande ämnen ska även redovisas. Målsättningen för fördröjning och rening är densamma för allmän platsmark och kvartersmark och förväntas ske genom hållbar dagvattenhantering som även kan bidra med klimatanpassning, ge pedagogiska, rekreativa och estetiska värden, samt gynna den biologiska mångfalden.

- Den struktur och höjdsättning som görs ska vara genomtänkt ur ett flödesperspektiv. Dels för den normala nederbörden, för vilken dagvattensystemet dimensioneras, men även för mer extrema tillfällen. För att klara extrema flöden, vilka inte tar vägen genom VA-systemet, krävs att en höjdsättning görs så att höga flöden kan hållas till de platser där det gör minst skada, t.ex. allmänna ytor i form av parkmark och gator. VA-huvudmannen svarar inte för dessa flöden men kan vara behjälplig i planeringen för dessa.

2.2.3 Krav enligt miljökvalitetsnormer (MKN)

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. Ingen vattenförekomsts status får försämras (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Efter förvaltningscykel 3, (2017–2021) infördes ”Förlängningen av förvaltningscykel 3”. Denna var tidigare benämnd som Förvaltningscykel 4 i VISS för att bättre reflektera kontinuiteten i förvaltningsarbetet. Inom ramen för Nationell Vattenförvaltningsplan (NAP) krävs vissa data från övergången mellan förvaltningscykel 3 och 4 (VISS, 2023) (Länsstyrelsen, 2023a).

Vattenmyndigheterna har reviderat indelningen av vattenförekomster, vilket utgör grunden för mycket av arbetet inom svensk vattenförvaltning inför den kommande förvaltningscykeln som sträcker sig från 2027 till 2033 (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Miljökvalitetsnormerna för vatten revideras med sexårsintervall och kan resultera i ändrade normer för specifika vattenförekomster, antingen till följd av ny vetenskaplig kunskap eller förändringar i miljöns status. Förändringar i normerna kan i sin tur påverka förutsättningar när tillstånd för olika verksamheter omprövas (Vattenmyndigheterna, u.å). (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Efter EU-domstolens utslag i den så kallade Weserdomen har kraven skärpts så att statusen för enskilda kvalitetsfaktorer som används för att klassificera vattenförekomster inte får försämras. Projekt eller verksamheter som kan leda till en försämring av vattenkvaliteten riskerar därför att inte tillåtas enligt de skärpta kraven. Om en kvalitetsfaktor redan har den sämsta statusklassen, vilket innebär att den är klassad som dålig, tillåts ingen ytterligare försämring ens på parameternivå enligt de skärpta kraven. (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10-, 5- och 20-årsregn med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30 (Svenskt Vatten AB). För dessa beräkningar används en klimatfaktor på 1,25 (enligt Huddinge kommuns checklista för dagvatten).

2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts (Svenskt Vatten, 2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$T_R = regnvaraktighet\ [minuter]$
$Å = återkomsttid\ [månader]$

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:
$q_{dim} = dimensionerande\ flöde\ [l/s]$
$A = avrinningsområdets\ area\ [ha]$
$\varphi = avrinningskoefficient\ [-]$
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$k = klimatfaktor$
(Svenskt Vatten, 2016)

2.3.2 Magasinsvolym

Fördröjning ska ske till nivå för befintlig situation. Det går att härleda ett generellt uttryck för magasinsvolymen, V, som funktion av regnet varaktighet, t_{regn}. Erforderlig magasinsvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen:

$$V = 0{,}06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

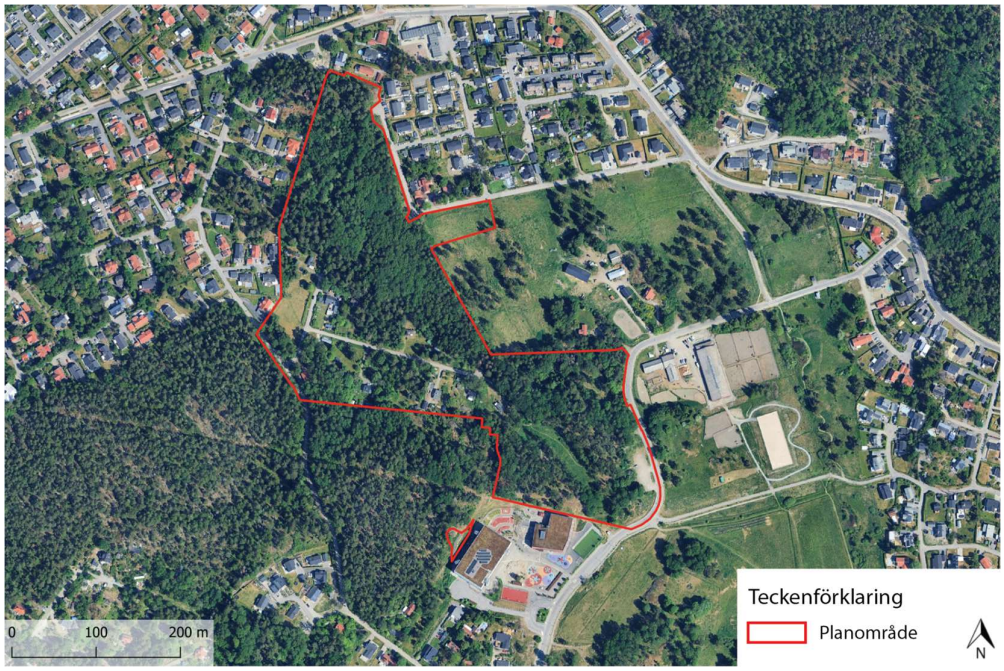
Där:
$V = specifik\ magasinsvolym\ [m^3/ha_{red}\ ]$
$i_{regn} = regnintensitet\ för\ aktuell\ varaktighet\ [l/s\ ha]$
$t_{regn} = regnvaraktighet\ [min]$
$t_{rinn} = rinntid\ [min]$
$K = specifik\ avtappning\ från\ magasinet\ [l/s\ \ ha_{red}]$
(Svenskt Vatten, 2016)

3 Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation

Kommande rubriker redogör för en beskrivning av platsen, befintlig dagvattensituation och befintliga lösningar och förutsättningar för kommande beräkningar och slutsatser eller uppgifter relevanta för att förstå områdets helhet.

3.1 Platsbeskrivning

Planområdet är cirka 10 hektar stort. Planområdet består idag av skog, fritidshus och mindre vägar. Området är kuperat speciellt i de södra och sydöstra delarna varifrån det sedan generellt lutar mot norr (se Figur 3-1).



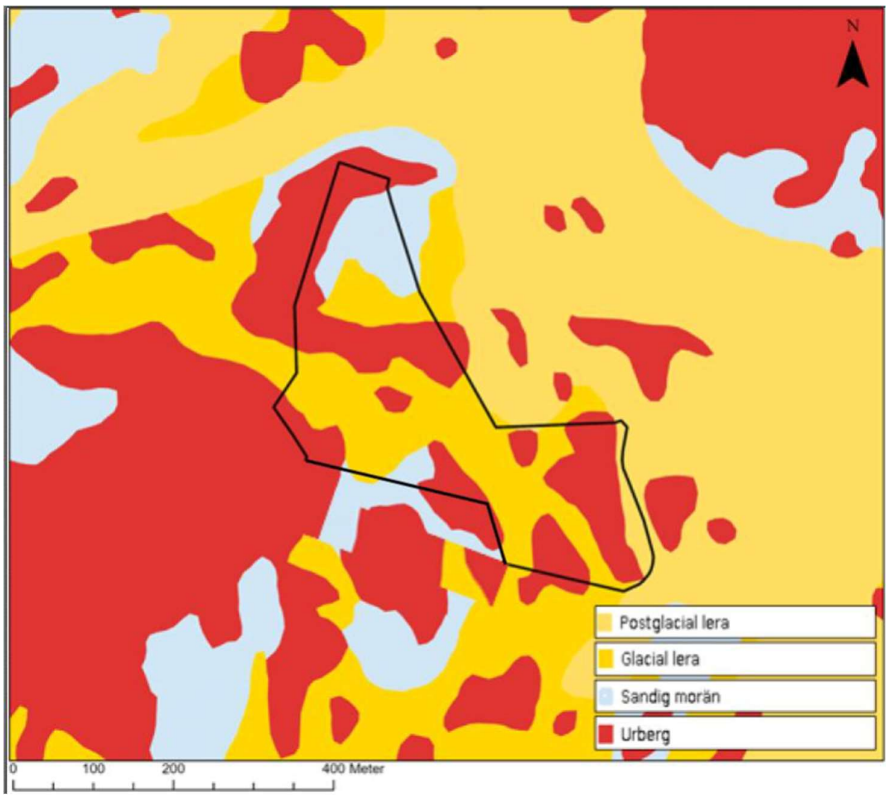
Figur 3-1 Planområdesgräns markerad i röd polygon.

3.2 Geotekniska förhållanden

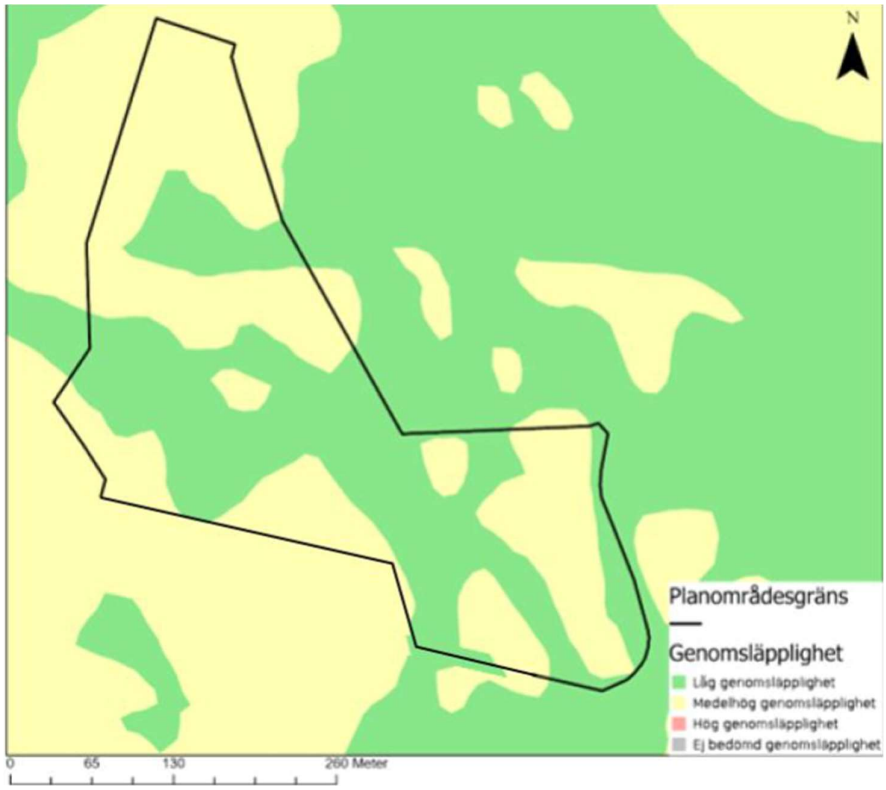
Beskrivning av planområdets geologiska och hydrogeologiska förutsättningar så som jordarter, grundvattenförhållanden, in- och utströmningsområden samt en bedömning av möjligheterna och behovet av infiltration av dagvatten inom planområdet.

3.2.1 Markförhållanden

Kartering enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) visar att jordarter inom planområdet varierar mellan urberg, sandig morän och glacial/postglacial lera (se Figur 3-2). Förekomsten av urberg trots att detta inte syns i ortofoton kan tyda på att djup till berg är små. Områden med sandig morän har något högre infiltrationskapacitet, medan urberg och lera har låg infiltrationskapacitet (se Figur 3-3). Geotekniska undersökningar bör genomföras för att få bättre kunskap om de lokala förhållandena som kan skilja sig från SGU:s kartering.



Figur 3-2 Jordartskarta från SGU med planområde inringat med svart polygon.



Figur 3-3 Genomsläpplighetskarta från SGU med planområde inringat med svart polygon.

3.2.2 Grundvattennivåer

Ingen information gällande grundvattennivåer är i dagsläget tillgängligt/har tillhandahållits.

3.2.3 Miljöföroreningar

Provtagning i planområdet visar på förekomsten av sulfidberg. Tio samlingsprover och totalt 37 provuttag har analyserats (Huddinge kommun, 2024). Resultaten visar på en heterogen fördelning av koncentrationer av sulfid i proverna. Provresultaten visar också att koncentrationen av sulfid i uttagna prover kan variera kraftigt även i prover som är uttagna nära varandra. Detta gör det svårt att få en representativ bild av koncentration och förekomst av sulfid inom området. För att undvika att denna påverkar dagvatten bör sprängning av berg undvikas. Eventuell schaktning bör även utföras med försiktighetsåtgärder.

Det finns i övrigt inga uppgifter om att det finns förorenad mark inom planområdet (Huddinge kommun, 2024). Där det idag ligger småhus har marken tidigare använts för jordbruksändamål. Nuvarande och tidigare markanvändning ger inga indikationer på att det skulle förekomma föroreningar i området och det finns inga kända verksamheter i närheten som skulle innebära risk för föroreningar i mark eller grundvatten. Inget farligt gods transporteras i eller i anslutning till planområdet.

3.3 Avrinning och recipienter

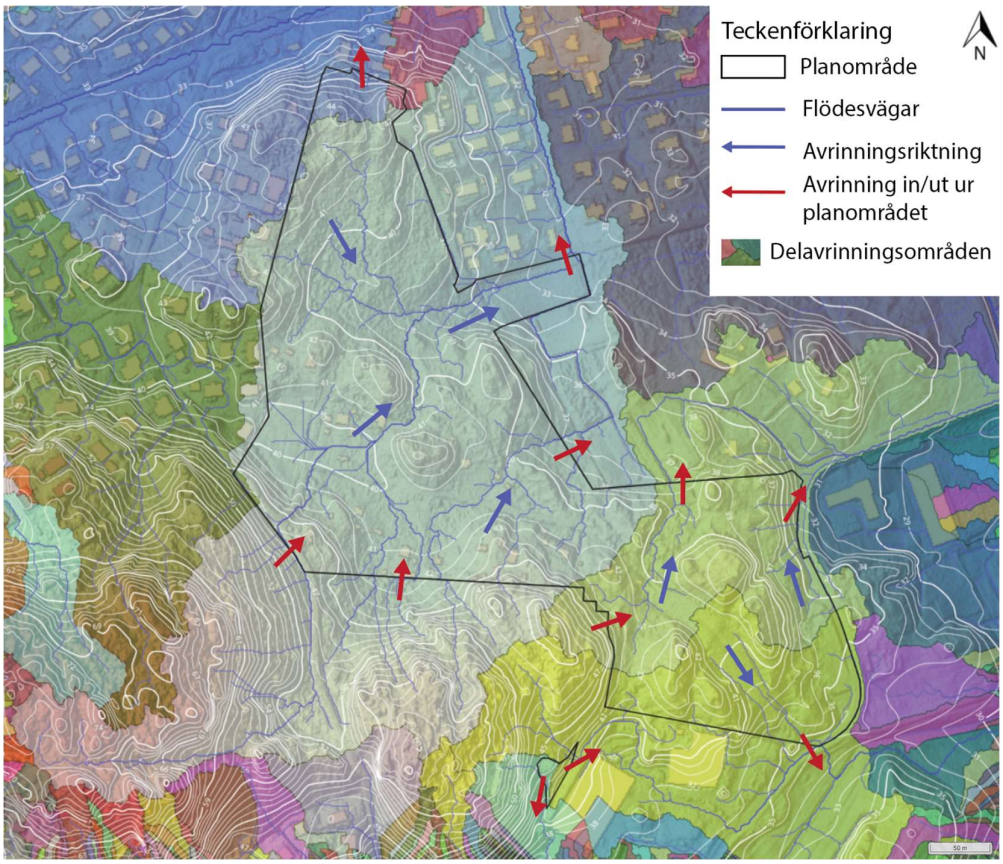
Rubrikerna redogör för förutsättningarna för avrinning, markavvattning och recipienter.

3.3.1 Naturlig avrinning

Planområdet ligger inom det naturliga avrinningsområdet för vattenförekomsten Orlången (SVOA, 2020).

Höjdnivån inom området ligger mellan +32 och +47 meter i RH2000 och utifrån höjdnivåerna har tre betydande avrinningsområden har identifierats för planområdet, se Figur 3-4. Det största avrinningsområdet avrinner norrut ut ur planområdet, de två mindre avrinner åt öster respektive sydöst. Samtliga utflöden ut planområdet samlas nedströms planområdet och går till samma recipient, Orlången.

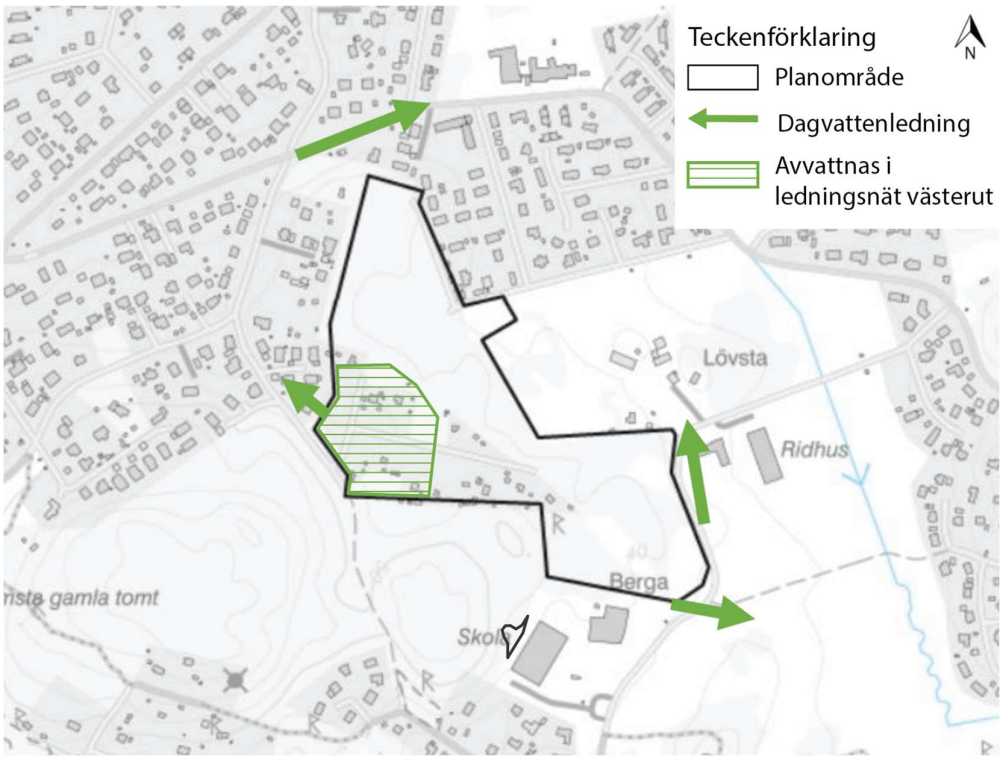
Från sydväst avrinner ett naturområde in i planområdet.



Figur 3-4. Naturlig avrinning från planområdet med avrinningsområden och flödesvägar.

3.3.2 Teknisk avrinning

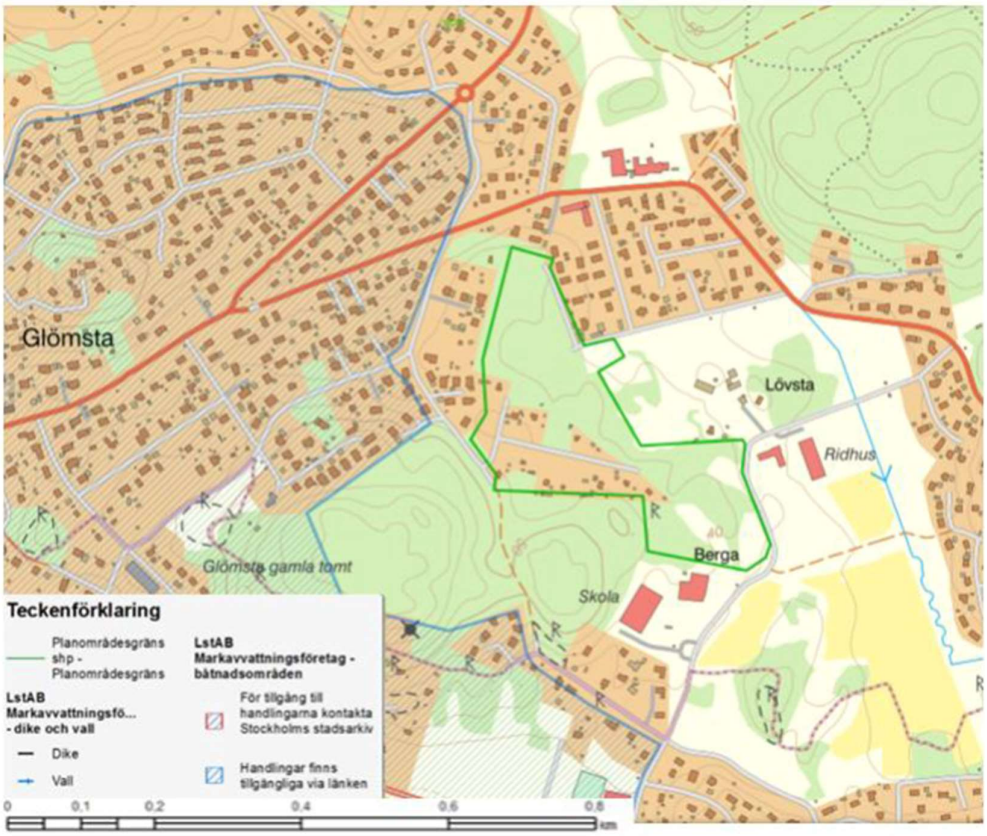
Planområdet ligger inom tekniskt avrinningsområde för Flemingsbergsviken som tillhör vattenförekomsten Orlången (SVOA, 2023). Befintligt dagvattenledningsnät tillhör SVOA som finns utanför utredningsområdet se Figur 3-5. Ett område utmed Lövstastigen i planområdets västra del bedöms idag avrinna till ledningsnätet västerut. Detta skiljer sig därmed från den naturliga avrinningsriktningen.



Figur 3-5. Dagvattennät i omgivningen kring planområdet. Gröna pilar visar på befintliga dagvattenledningar nära planområdet med ungefärlig fortsatt ledningsriktning där det är möjligt att ansluta planområdets framtida ledningsnät. Grönmarkerat område bedöms avrinna till dagvattennätet västerut.

3.3.3 Vattenskyddsområde

Planområdet ligger strax utanför sekundär skyddszon för vattenskyddsområde för Östra Mälaren, se Figur 3-6. Eftersom ytavrinnande vatten från planområdet avrinner mot nordöst och senare mot sydöst mot recipienten Orlången bedöms inte planområdet påverka vattenskyddsområdet.



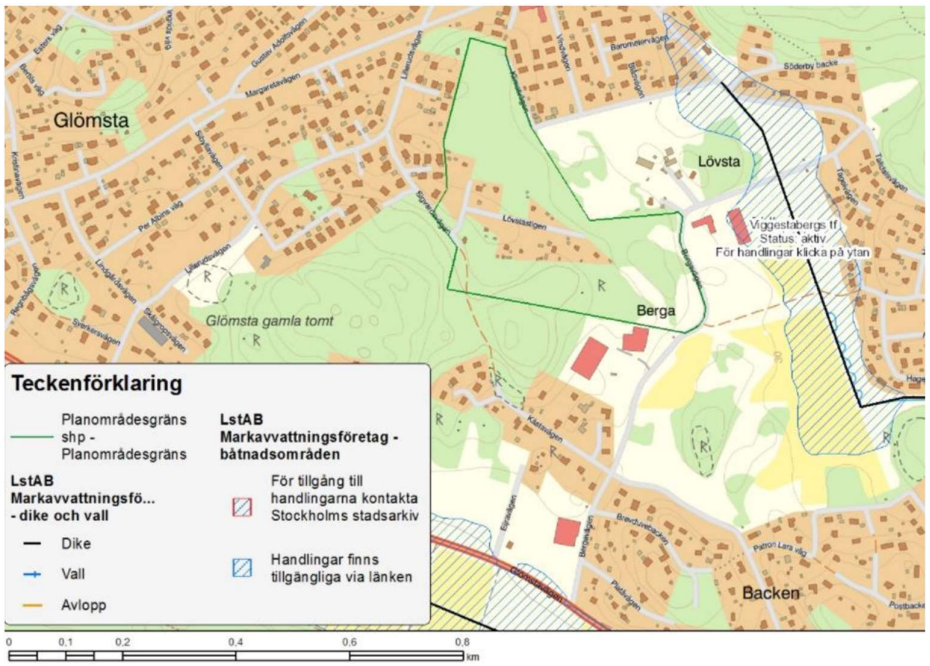
Figur 3-6 Östra Mälarens vattenskyddsområde, sekundär zon ligger i närheten av planområdet. Källa: Stockholms läns länskarta

Utsläpp av dagvatten från nya eller ombyggda hårdgjorda ytor där risk för vattenförorening föreligger, t.ex. större vägar, broar och parkeringsanläggningar, får inte ske direkt till ytvatten utan föregående rening. Dräneringssystem vid sådana anläggningar samt längs järnvägsspår ska vara försett med möjlighet till fördröjning och uppsamling i samband med t.ex. kemikalieolyckor.

3.3.4 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag är gemensamhetsanläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras. (Länsstyrelsen, 2015)

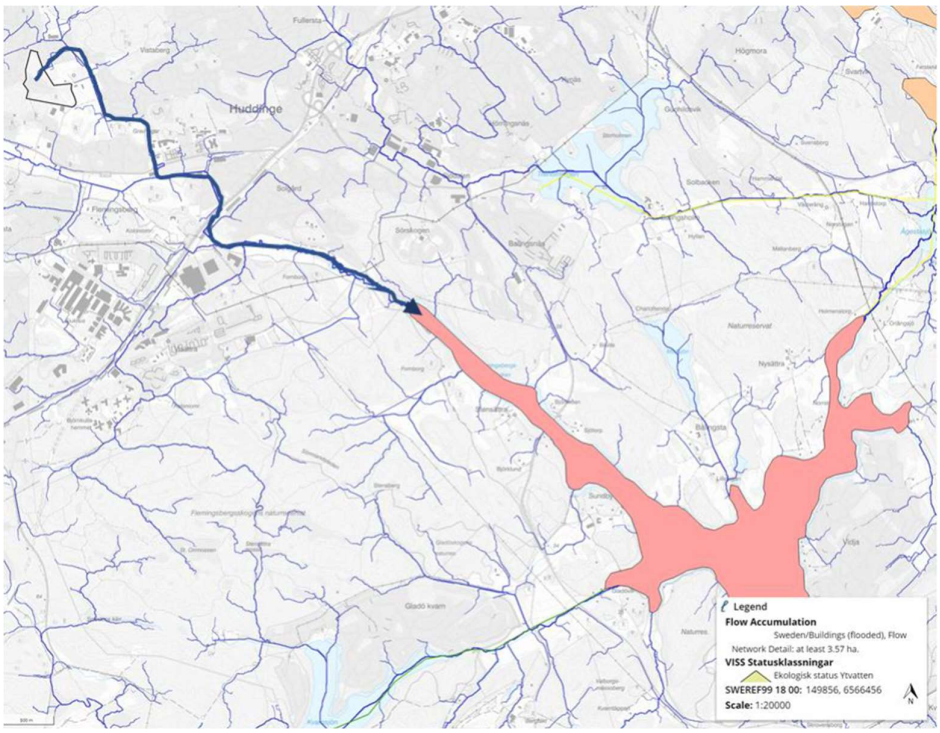
Idag finns ett markavvattningsföretag nedströms planområdet. Om flöden från planområdet inte tillåts öka kommer nyexploateringen inte ha någon påverkan på markavvattningsföretaget, se Figur 3-7.



Figur 3-7. Markavvattningsföretaget till öster om planområdet. Källa Stockholms läns länskarta.

3.3.5 Recipienter och MKN för vatten samt statusklassning

Den aktuella ytvattenrecipienten för planområdet är sjön Orlången som är en vattenförekomst med miljökvalitetsnormer, Figur 3-8. Planområdet har ingen grundvattenförekomst som recipient.



Figur 3-8 Planområde (svart linje) med avrinningsväg (mörkblå pil) mot recipienten Orlången (röd markering). Karta: Scalgo Live.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 3-1. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2021 respektive 2019 i den tredje förvaltningscykeln.

Tabell 3-1 VISS statusklassificering av recipienten Orlången från 2023-05-02.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	**MKN** (framtida mål)	**Status** (dagsläge)	**MKN** (framtida mål)
Orlången SE656833-162888	Dålig ekologisk status	God ekologisk status 2033	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Orlångens vatten är klassificerat till dålig ekologisk status. Övergödning är utslagsgivande för denna klassning, där kvalitetsfaktorerna växtplankton och totalfosforhalt har dålig status. Kvalitetsfaktor morfologiska förändringar och kontinuitet, och särskilt förorenande ämnen (SFÄ) på grund av ammoniak, har måttlig status.

Den kemiska statusen uppnår ej god status. Ämnena som överstiger gränsvärden är bromerad difenyletrar (PBDE), kvicksilver och kvicksilverföreningar (Hg) och perfluoroktansulfonsyra och dess derivater (PFOS).

3.3.6 Lokala åtgärdsprogram (LÅP)

I Huddinge kommun tas Lokala åtgärdsprogram (LÅP) fram för kommunens vattenförekomster. De lokala åtgärdsprogrammen syftar till att uppnå miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten med hjälp av olika åtgärder. En typ av åtgärd är att rena avrinning från befintlig bebyggelse.

Orlången har ett LÅP för tidperioden 2015-2021 (Huddinge kommun, 2014). Utefter detta program har ett antal åtgärder vidtagits för att förbättra sjöns status under de senaste åren, främst för att hantera övergödning och minska halterna av näringsämnena fosfor och kväve. Detta gäller bland annat inventering av dagvattenanläggningar, en informationssatsning, projektering och genomförande av åtgärder i olika delavrinningsområden till sjön och fällning av fosfor i sjöns sediment. Enligt en utvärdering av arbetet 2021 hade 75% av åtgärderna genomförts (Huddinge kommun, 2021). Pågående arbeten i nuläget omfattar åtgärder i Ebbadalsvikens och Flemingbergsvikens avrinningsområden, samt utbyggnad av kommunalt VA-nät (Huddinge kommun, 2024). Åtgärderna överlappar inte med planområdet.

4 Flödesberäkningar

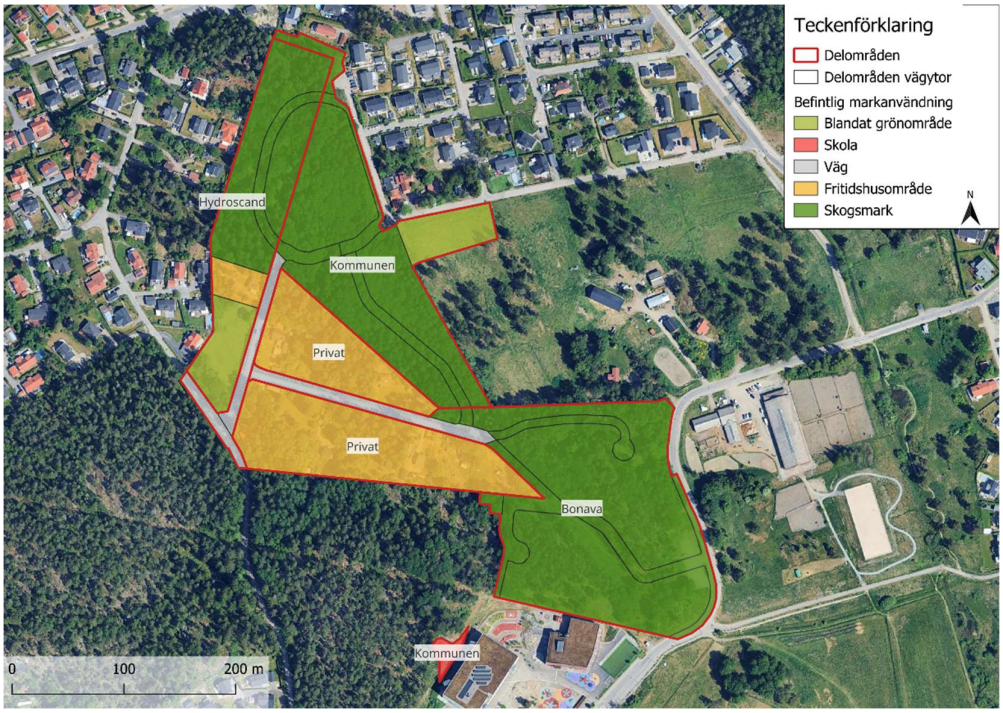
Flödesberäkningarna presenteras under tre rubriker. Först presenteras markanvändningen för kvartersmark och vägytor, både i det befintliga läget och i planerad utformning. Därefter redogörs de beräknade dagvattenflödena och slutligen vilket behov som finns för fördröjning av dagvatten.

4.1 Markanvändning

4.1.1 Kvartersmark

4.1.1.1 Befintlig situation

Markanvändningen inom planområdet består idag av skogsmark, blandat grönområde, vägar och fritidshusområden som bedöms vara permanentboenden med enskilda avlopp. Planområdet ägs av olika fastighetsägare, se Figur 4-1.



Figur 4-1 Befintlig markanvändning för planområdet samt uppdelning av markägande.

Tabell 4-1 beskriver den befintliga markanvändningen för respektive delområde genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

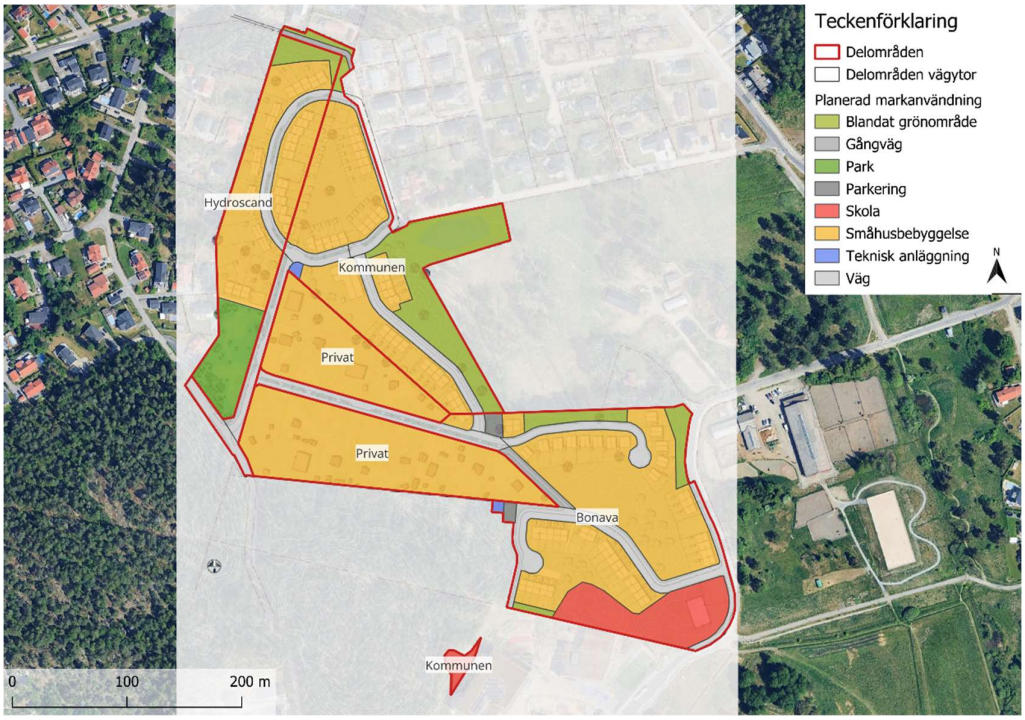
Tabell 4-1 Den befintliga markanvändningen, ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Delområde	Markanvändning	Yta [m²]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [m²]
Hydroscand	Fritidshusområde	1500	0.15	225
	Skogsmark	10 300	0.1	1030
	Blandat grönområde	3500	0.1	350
	SUMMA	15 300		1615
Privat	Fritidshusområde N*	8600	0.15	1290
	Fritidshusområde S**	14 900	0.15	2235
	SUMMA	23 500		3525
Bonava	Skogsmark	27 700	0.1	2770
Kommun	Skogsmark	19 000	0.1	1900
	Blandat grönområde	3 100	0.1	310
	Skolområde	540	0.5	270
	SUMMA	22 640		2480
Total		**89 140**		**10390**

** Fritidshusområde norr om Lövstastigen*
*** Fritidshusområde söder om Lövstastigen*

4.1.1.2 Planerad utformning

Markanvändningen inom planområdet planeras bli tomtmark som främst kommer bestå av villor och radhus, i den sydöstra delen planeras ett förskoleområde och i den västra delen en park, se Figur 4-2. Genom hela planområdet planeras vägar. Området kommer att anslutas till kommunalt VA.



Figur 4-2 Framtida markanvändning för planområdet.

Tabell 4-2 beskriver den planerade markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta.

Tabell 4-2 Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet med avrinningskoefficienter och reducerade ytor.

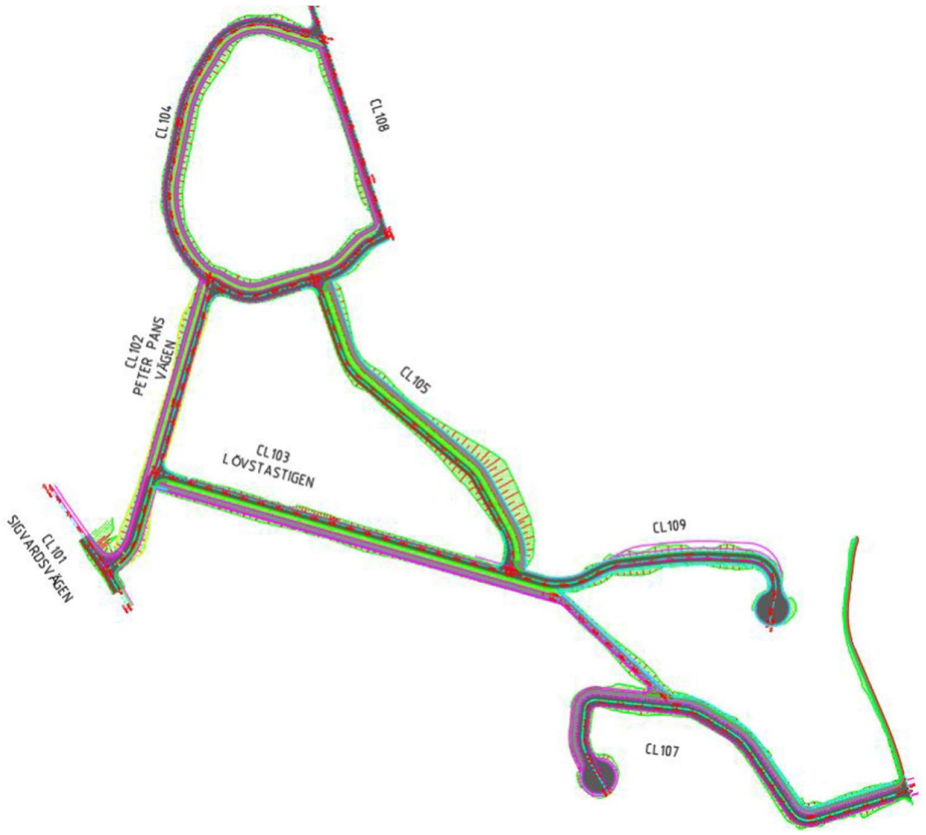
Delområde	Markanvändning	Yta [m^2]	Avrinnings-koefficient	Reducerad yta [m^2]
Hydroscand	Villa-och radhusområde	10 700	0.3	3210
	Parkmark	3500	0.1	350
	Blandat grönområde	1000	0.1	100
	SUMMA	15 200		3660
Privat	Fritidshusområde N*	8600	0.15	1290
	Fritidshusområde S**	14 900	0.15	2235
	SUMMA	23 500		3525
Bonava	Villa-och radhusområde	19 500	0.3	5850
	Skola	5400	0.5	2700
	Parkering	500	0.85	425
	Teknisk anläggning	100	0.9	90
	Blandat grönområde	2100	0.1	210
	SUMMA	27 600		9275
Kommun	Villa-och radhusområde	13 200	0.3	3960
	Teknisk anläggning	120	0.9	108
	Skola	540	0.5	270
	Gångväg	360	0.8	288
	Blandat grönområde	7800	0.1	780
	SUMMA	22 020		5406
Total		**88 320**		**21866**

** Fritidshusområde norr om Lövstastigen*

*** Fritidshusområde söder om Lövstastigen*

4.1.2 Vägytor

Tabell 4-3 beskriver markanvändning för de planerade vägområden inom planområdet i befintligt och planerat läge. Avrinningskoefficienter är ansatta i enlighet med P110. Figur 4-3 visar de planerade vägområdena.



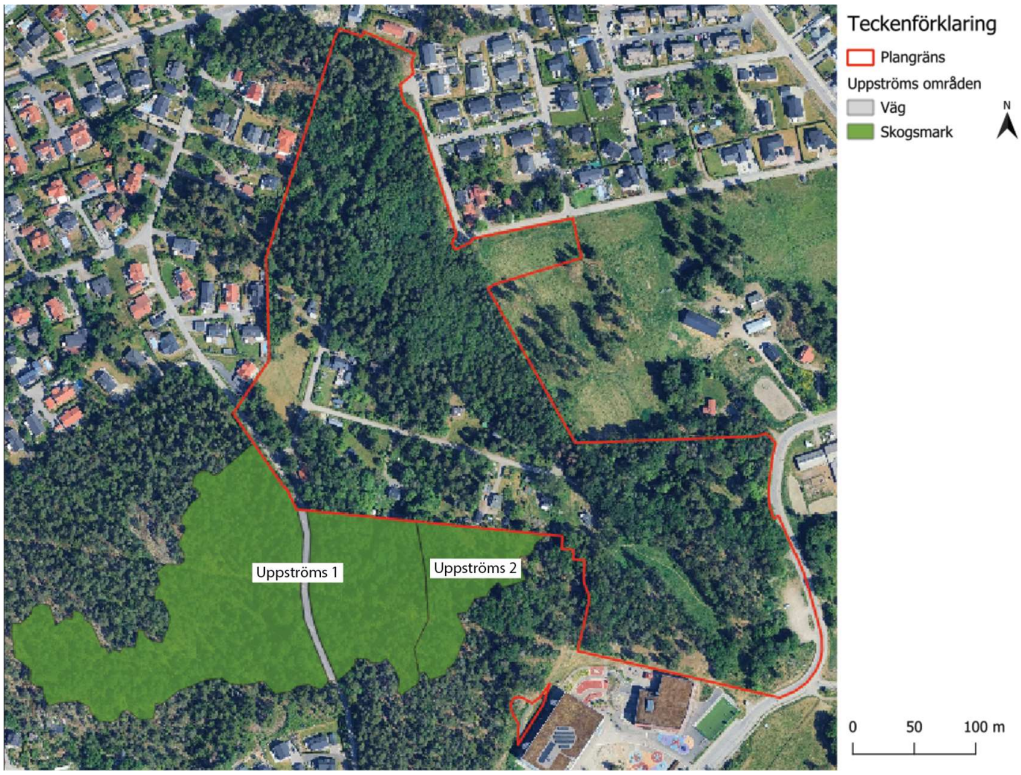
Figur 4-3 Skiss på utformning av vägområden inom planområdet, AFRY.

Tabell 4-3 Areaberäkning för befintlig och planerad markanvändning för vägområden inom planområdet med avrinningskoefficienter och reducerade ytor.

Vägdelning	Situation	Markanvändning	Yta [m2]	Avrinnings-koefficient	Reducerad yta [m²]
CL101	Före exploatering	Väg	940	0.85	799
	Efter exploatering	Väg	940	0.85	799
CL102	Före exploatering	Väg	1700	0.85	1445
	Efter exploatering	Väg	1700	0.85	1445
CL103	Före exploatering	Väg	2500	0.85	2125
	Efter exploatering	Väg	2500	0.85	2125
CL104	Före exploatering	Skogsmark	2200	0.1	220
	Efter exploatering	Väg	2200	0.85	1870
CL105	Före exploatering	Skogsmark	1800	0.1	180
	Efter exploatering	Väg	1800	0.85	1530
CL107	Före exploatering	Skogsmark	4800	0.1	480
	Efter exploatering	Väg	4800	0.85	4080
CL108	Före exploatering	Skogsmark	1000	0.1	100
	Efter exploatering	Väg	1000	0.85	850
CL109	Före exploatering	Skogsmark	1300	0.1	130
	Efter exploatering	Väg	1300	0.85	1105

4.1.3 Uppströms område

Uppströms planområdet i sydväst finns en skogsyta som avrinner in i planområdet, se Figur 3-4. Detta område ligger utanför planområdet och har ingen planerad ändring i markanvändning. Figur 4-4 presenterar markanvändningen och Tabell 4-4 presenterar markanvändningen, avrinningskoefficienter samt den reducerade arean. Området är uppdelat i två avrinningsområden: Uppströms 1 och Uppströms 2. Uppströms 1 avrinner år nordväst i planområdet mot den planerade parken och Uppströms 2 avrinner norrut mot åkermarken öster om planområdet.



Figur 4-4 Markanvändning i uppströms område.

Tabell 4-4 Markanvändningen, ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt dess reducerade yta i uppströms område.

Delområde	Markanvändning	Yta [m²]	Avrinningskoefficient	Reducerad yta [m²]
Uppströms 1	Skogsmark	44 400	0.1	4440
	Gång- och cykelväg	900	0.85	770
	SUMMA	45 300		5210
Uppströms 2	Skogsmark	6600	0.1	660
Total		**51 900**		**5870**

4.2 Dagvattenflöden

Översiktliga flödesberäkningar har utförts för kvartersmark och vägytor enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1, reducerade ytor enligt Tabell 4-1, Tabell 4-2, och Tabell 4-3, och regnvaraktigheter enligt Tabell 4-5.

Tabell 4-5. Varaktigheter för delområden i befintlig respektive planerad situation.

Delområde	Situation	Regnvaraktighet [min]
Hydroscand	Före exploatering	17
	Efter exploatering	10
Privat	Före exploatering	10
	Efter exploatering	10
Kommun	Före exploatering	27
	Efter exploatering	10
Bonava	Före exploatering	22
	Efter exploatering	10
CL101	Före exploatering	10
	Efter exploatering	10
CL102	Före exploatering	10
	Efter exploatering	10
CL103	Före exploatering	10
	Efter exploatering	10
CL104	Före exploatering	20
	Efter exploatering	10
CL105	Före exploatering	13
	Efter exploatering	10
CL107	Före exploatering	15
	Efter exploatering	10
CL108	Före exploatering	20
	Efter exploatering	10
CL109	Före exploatering	10
	Efter exploatering	10

Tabell 4-6 Flöden på kvartersmark.

Delområde	Situation	10-årsflöde exklusive klimatfaktor [l/s]	10-årsflöde inklusive klimatfaktor [l/s]	Dimensionerande flöde enligt P110 inklusive klimatfaktor 1,25	
				Flöde vid 5-årsregn (Fylld ledning) [l/s]	Flöde vid 20-årsregn (Marknivå) [l/s]
Hydroscand	Befintlig situation	30		30	50
	Planerad situation	90	110	90	140
Privat	Befintlig situation	80		80	130
	Planerad situation	80	100	80	130
Bonava	Befintlig situation	40		40	70
	Planerad situation	210	260	210	340
Kommun	Befintlig situation	30		30	50
	Planerad situation	130	160	130	200

Tabell 4-7 Flöden på vägytor.

Delområde	Situation	10-årsflöde exklusive klimatfaktor [l/s]	10-årsflöde inklusive klimatfaktor [l/s]	Dimensionerande flöde enligt P110 inklusive klimatfaktor 1,25	
				Flöde vid 5-årsregn (Fylld ledning) [l/s]	Flöde vid 20-årsregn (Marknivå) [l/s]
CL 101	Befintlig situation	18		18	29
	Planerad situation	18	23	18	29
CL 102	Befintlig situation	32		32	51
	Planerad situation	32	40	32	51
CL 103	Befintlig situation	48		48	75
	Planerad situation	48	59	48	75
CL 104	Befintlig situation	4		4	6
	Planerad situation	43	54	43	68
CL 105	Befintlig situation	4		4	6
	Planerad situation	35	44	35	55
CL 107	Befintlig situation	9		9	14
	Planerad situation	93	120	93	150
CL 108	Befintlig situation	2		2	3
	Planerad situation	19	24	19	30
CL 109	Befintlig situation	3		3	5
	Planerad situation	26	32	26	40

I planerad situation ökar flödena på både kvartersmark och vägytor, se Tabell 4-6 och Tabell 4-7.

Uppströms planområdet i sydväst finns en skogsyta som avrinner in i planområdet. I Tabell 4-8 presenteras tillflödet vid dimensionerande regn från detta område till planområdet. Detta flöde har inga krav på att renas eller fördröjas men tas hänsyn till vid dimensionering av dagvattenhantering för att inte riskera underdimensionering.

Tabell 4-8 Flöden från uppströms skogsområde.

Delområde	Regnvaraktighet [min]	10-årsflöde inklusive klimatfaktor [l/s]
Uppströms 1	50	50
Uppströms 2	20	10

4.3 Behov av utjämning

4.3.1 Kvartersmark

Enligt kommunens strategi för dagvattenhantering ska flödet från området inte öka efter exploatering vilket innebär att dagvatten måste fördröjas på området innan anslutning till kommunalt ledningsnät eller utsläpp till recipient sker. Tabell 4-9 visar

den magasinvolym som behövs för att uppnå kravet om att inte öka flödet ut ur planområdet vid ett 10-årsregn. Magasinsvolymen representerar den volym vatten som ska kunna fördröjas. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 2.3.2. För privatmark har det inte genomförts volymberäkningar då det inte sker förändring i markanvändning och därmed ingen påverkan på flöden för detta område.

Tabell 4-9 Beräknad behov av magasinsvolym för planområdet för att uppnå krav på utjämning.

Delområde	Utflöde före exploatering* [l/s]	Reducerad yta efter exploatering [ha_{red}]	Specifik avtappning ** [l/s ha_{red}]	Genomsnittlig specifik avtappning*** [l/s ha_{red}]	Erforderlig magasinvolym [m^3]
Hydroscand	30	0.366	73	49	52
Bonava	40	0.928	43	29	191
Kommun	30	0.541	57	38	98
TOTALT	**100**	**1.835**	**-**	**-**	**341**

**Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ur föreslaget magasin.*
***Beräknas genom (flödet före exploatering)/(reducerad yta efter exploatering).*
****Motsvarar den avtappning som magasinet dimensioneras efter, dvs. 2/3 av den specifika avtappningen.*

4.3.2 Vägområden

Tabell 4-10 visar de ungefärliga magasinsvolym som kan fördröjas i magasinet för respektive vägdel. Utflöde efter exploatering motsvarar flöde före exploatering vid 10 årsregn för respektive vägdel, vilket är lägre än utflödet som motsvarar den specifika avtappningen. Detta utflöde används för att uppfylla kravet om att inte leda till försämring gällande dagvattenföroreningar.

Tabell 4-10 Magasinvolym för vägområden.

Vägdel	Utflöde före exploatering* [l/s]	Erforderlig magasinvolym [m^3]
CL 101	18	2
CL 102	32	4
CL 103	48	6
CL 104	4	52
CL 105	4	39
CL 107	9	106
CL 108	2	23
CL 109	3	26
TOTALT	**120**	**258**

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och -mängder inom området före och efter exploatering. Koncentrationerna och mängderna har summerats och redovisas i Tabell 5-1 och Tabell 5-2 som planområdets totala föroreningsbidrag till recipienten. De markanvändningar som använts i beräkningarna återfinns i Tabell 4-2 och Tabell 4-3.

De ämnen som analyserats är de 10 standardämnena enligt StormTac plus PBDE (47, 99, 209) och kvicksilver då dessa bidrar till ej god kemisk status i recipienten Orlången samt olja och PAH16 som är vanliga föroreningar i dagvatten.

Årsmedelnederbörden har satts till 670 mm/år utifrån nederbördsdata från SMHIs mätstation Tullinge A.

Tabell 5-1 Föroreningskoncentrationer (µg/l) för hela planområdet före och efter exploatering. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	µg/l	78	130
Kväve (N)	µg/l	1000	1400
Bly (Pb)	µg/l	3.3	5.8
Koppar (Cu)	µg/l	7.9	13
Zink (Zn)	µg/l	23	40
Kadmium (Cd)	µg/l	0.16	0.3
Krom (Cr)	µg/l	3.3	5.9
Nickel (Ni)	µg/l	3.4	5.1
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0.014	0.027
Suspenderad substans (SS)	µg/l	26000	39000
Olja	µg/l	180	410
PAH16	µg/l	0.083	0.23
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0.012	0.029
PBDE 47	µg/l	0.00013	0.00015
PBDE 99	µg/l	0.00016	0.00018
PBDE 209	µg/l	0.015	0.015

Tabell 5-2 Föroreningsmängder (kg/år) för hela planområdet före och efter exploatering. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	kg/år	2.7	5.9
Kväve (N)	kg/år	35	64
Bly (Pb)	kg/år	0.11	0.26
Koppar (Cu)	kg/år	0.27	0.59
Zink (Zn)	kg/år	0.79	1.8
Kadmium (Cd)	kg/år	0.0055	0.013
Krom (Cr)	kg/år	0.11	0.26
Nickel (Ni)	kg/år	0.12	0.23
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0.00049	0.0012
Suspenderad substans (SS)	kg/år	910	1700
Olja	kg/år	6.1	18
PAH16	kg/år	0.0029	0.01
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0.00042	0.0013
PBDE 47	kg/år	0.0000044	0.0000066
PBDE 99	kg/år	0.0000054	0.0000081
PBDE 209	kg/år	0.00052	0.00067

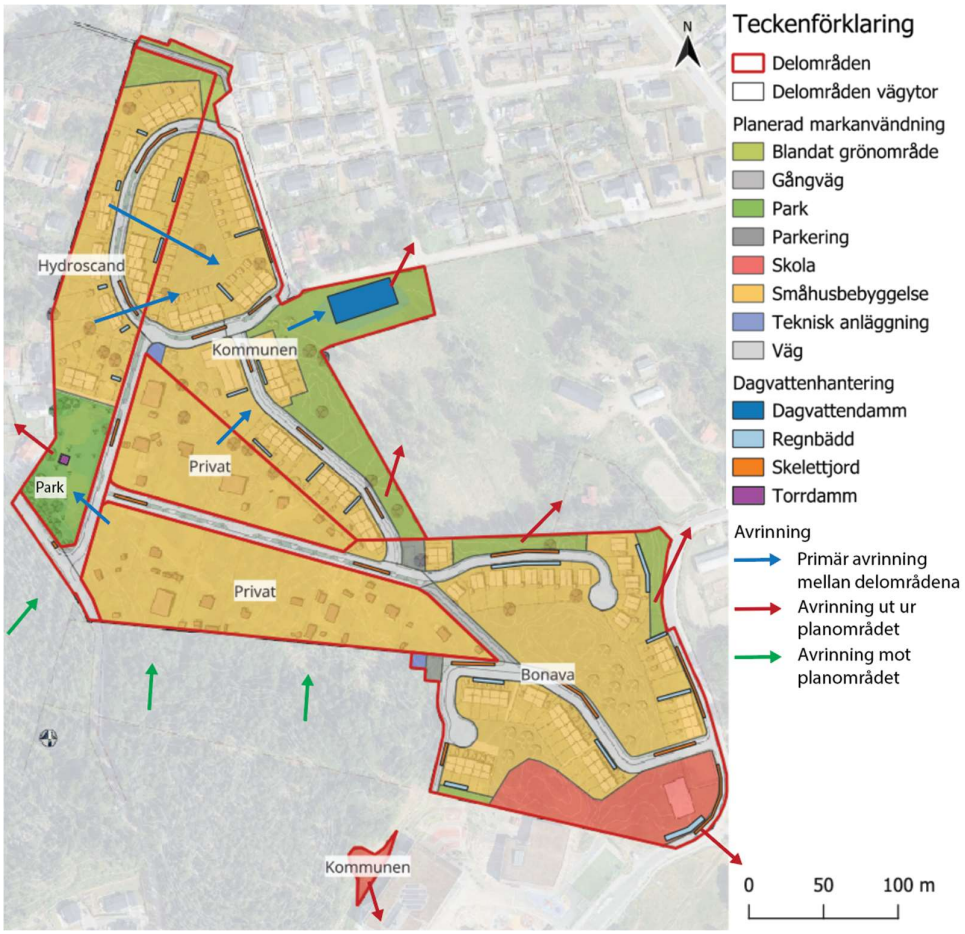
De samtliga föroreningsämnena ökar efter exploateringen för planområdet med undantaget mängden PBDE 209 som är samma. Ökningen beror på att dominerande oexploaterad naturmark omvandlas till vägar och villa-och radhusområde. Denna nya markanvändning leder till ökade ämnestransporter.

6 Föreslagen dagvattenhantering

I rubrik 6 med underrubriker redogörs för föreslagna dagvattenlösningar och hur de påverkar områdets föroreningskoncentrationer och -mängder. Det finns också förslag och rekommendationer för miljöanpassade materialval och även en kort beskrivning av de föreslagna lösningarna och deras för- och nackdelar.

Dagvattenhanteringen följer de riktlinjer som beskrivs i avsnitt 2.2. För kvartersmark rekommenderas enligt kommunens checklista att dagvatten i första hand ska omhändertas lokalt på den yta där det uppkommer. Dagvattenhantering ska även i första hand utformas med öppna system.

Utredningens förslag på dagvattenhantering består av åtgärder i form av regnbäddar, skelettjordar med trädplantering, en torrdamm och en dagvattendamm. Se skiss på åtgärdernas ytbehov samt ungefärliga lokalisering i Figur 6-1. Figuren visar även flödesriktningar mellan delområdena för kvartersmark samt utflöden ut planområdet.



Figur 6-1. Skiss över föreslagen dagvattenhantering i planområdet. Skissen visar på ytbehov och ungefärliga placeringar av åtgärder samt primära avrinningsriktningar. Observera att figuren inte visar exakta placeringar eller utformningar på åtgärder.

Uppströms planområdet finns ett naturområde vars vatten rinner mot planområdet. Detta flöde avrinner till största del genom planområdet via parken där det hanteras i föreslagen torrdamm. En alternativ hantering för att minska belastningen på torrdammen skulle vara att leda det rena vattnet från naturområdet förbi planområdet

i ett dike eller ledning. Detta alternativ skulle kräva vidare utredning då omledningen kan påverka områden utanför planområdet samt kräva omdimensionering av hanteringsförslaget.

Se flöden efter fördröjning i föreslagen dagvattenhantering i Tabell 6-1. Observera att sammanslagna flöden i befintlig situation inte är ett maximalt flöde vid en tidpunkt utan sammanslagna flöden av varje delområdes största flöde. Dessa sker egentligen vid olika varaktigheter. Då åtgärderna i varje delområde är utformade efter områdets befintliga 10-årsflöde uppnås krav på flödesutjämning inom varje delområde. Flödena i Tabell 6-1 är enbart de som uppstår inom planområdet och tar inte med de flöden som passerar genom planområdet från uppströms områden. Detta är därmed inte flöden som ska användas vid dimensionering utan enbart för jämförelse av de olika situationerna. De uppströms flödena förändras inte av planförslaget.

Tabell 6-1. Flöden i befintlig situation, i planerad situation utan dagvattenhantering och med dagvattenhantering. Dessa flöden är enbart de som uppstår i planområdet och exkluderar de oförändrade flöden som passerar området från uppströms områden.

Delområde	Situation	10-årsflöde exklusive klimatfaktor [l/s]	10-årsflöde inklusive klimatfaktor [l/s]	Dimensionerande flöde enligt P110 inklusive klimatfaktor [l/s]	
				Flöde vid 5-årsregn	Flöde vid 20-årsregn
Kvartersytor	Befintlig situation	180*		180*	290*
	Planerad situation	510	630	510	810
	Planerad situation med dagvattenhantering	<170		<170	-
Vägytor	Befintlig situation	120*		120*	189*
	Planerad situation	301	396	296	471
	Planerad situation med dagvattenhantering	<116		<116	-
Summa	**Befintlig situation**	**300***		**300***	**479***
	Planerad situation	**811**	**1026**	**806**	**1281**
	Planerad situation med dagvattenhantering	**<286**		**<286**	**-**

**Sammanslagna flöden ger enbart en uppskattning då områdena har olika regnvaraktigheter utifrån sina olika rinntider. Egentligen bidrar delflödena vid olika tillfällen i olika riktningar.*

6.1 Dagvattenhantering för varje delområde

6.1.1 Kvartersmark

Vid omvandling av områden med mycket naturmark till mer hårdgjorda ytor är det svårt att kvarhålla de låga nivåerna för flöden och föroreningsbelastning. För att inte försämra gällande alla förorenande ämnen behöver rening ske inom tomtmark och allmän platsmark inom planområdet men det behövs även ett andra reningssteg med seriekoppling.

Inom kvartersmark i respektive fastighet föreslås i första hand regnbäddar i anslutning till den tillkommande bebyggelsen. I den planerade parken föreslås en torrdamm. Se dimensionering av anläggningarna för respektive delområde i Tabell 6-2.

Tabell 6-2. Anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten på kvartersmark.

Delområde	Erforderlig magasinvolym [m³] (från Tabell 4-9)	Anläggningar första reningssteg	Area [m²]	Fördröjnings-volym [m³]	Djup [m]	Nedsänkning [m]
Hydroscand	52	Regnbäddar	140	79	0.9*	0.3
		Torrdamm	36	7	0.5	-
Bonava	191	Regnbäddar	540	310	0.9*	0.3
Kommun	98	Regnbäddar	200	110	0.9*	0.3
TOTALT	**341**		**1716**	**503**		

**Anläggningsdjup på filtermaterial under nedsänkningen.*

Som ett andra reningssteg föreslås en dagvattendamm dit stora delar av Hydroscands, och kommunens områden avrinner efter att ha renats lokalt i regnbäddar. Även delar av de privata bostadsområdena inom detaljplanen avrinner hit naturligt och renas därmed även i dammen. Se dimensionering av dammen i Tabell 6-3.

Tabell 6-3. Anläggning för ett andra reningssteg för dagvatten från kvartersmark.

Delområde	Anläggning andra reningssteg	Total ytarea [m²]	Permanent ytarea [m²]	Total vatten-kapacitet [m³]	Permanent vattenvolym [m³]	Totalt djup [m]	Permanent djup [m]
Delar av Hydroscand, kommun och privat mark	Dagvatten-damm	800	700	650	430	1.5	1.2

6.1.2 Vägområden

För vägområden föreslås att skelettjordar med trädplantering anläggs utmed vägarna i området för att rena och fördröja dagvattnet från vägytorna. Se dimensionering av anläggningarna för respektive vägdel i Tabell 6-4.

Tabell 6-4. Anläggningar för dagvattenhantering i anslutning till vägytor.

Vägdel	Erforderlig magasinvolym [m³] (från Tabell 4-10)	Anläggning	Area [m²]	Fördröjnings-volym [m³]	Djup [m]	Nedsänkning [m]
CL 101	2	Skelettjord med träd	9	2	1.25*	0.1
CL 102	4	Skelettjord med träd	27	4.3	1.25*	0.1
CL 103	6	Skelettjord med träd	80	6.7	1.25*	0.1
CL 104	52	Skelettjord med träd	120	59	1.25*	0.25
CL 105	39	Skelettjord med träd	100	45	1.25*	0.25
CL 107	106	Skelettjord med träd	350	120	1.25*	0.25
CL 108	23	Skelettjord med träd	54	26	1.25*	0.25
CL 109	26	Skelettjord med träd	70	31	1.25*	0.25
TOTALT	**258**		**810**	**294**		

**Anläggningsdjup på filtermaterial under nedsänkningen.*

6.2 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

De dagvattenlösningarna som rekommenderas i avsnitt 6.1 används i detta kapitel för översiktliga beräkningar av planområdets slutgiltiga föroreningsbidrag till recipienten Orlången. De ämnen som analyserats är de 10 standardämnena enligt StormTac plus PBDE (47, 99, 209) och kvicksilver då dessa bidrar till ej god kemisk status i recipienten Orlången samt olja och PAH16 som är vanliga föroreningar i dagvatten.

I Tabell 6-5 och Tabell 6-6 redovisas de totala föroreningskoncentrationerna och föroreningsmängderna efter dagvattenåtgärder inom planområdet. Beräkningarna har utförts i databasen StormTac och är beräknade med en årsmedelnederbörd på 670 mm. Koncentrationer och mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Tabell 6-5 Föroreningskoncentrationer (µg/l) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Efter föreslagen dagvatten-lösning	Reduktion [%] *
Fosfor (P)	µg/l	78	130	59	24
Kväve (N)	µg/l	1000	1400	790	21
Bly (Pb)	µg/l	3.3	5.8	1.7	48
Koppar (Cu)	µg/l	7.9	13	4.9	38
Zink (Zn)	µg/l	23	40	10	57
Kadmium (Cd)	µg/l	0.16	0.3	0.093	42
Krom (Cr)	µg/l	3.3	5.9	1.8	45
Nickel (Ni)	µg/l	3.4	5.1	1.8	47
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0.014	0.027	0.014	-
Suspenderad substans (SS)	µg/l	26000	39000	13000	50
Olja	µg/l	180	410	84	53
PAH16	µg/l	0.083	0.23	0.056	33
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0.012	0.029	0.009	25
PBDE 47	µg/l	0.00013	0.00015	0.000078	40
PBDE 99	µg/l	0.00016	0.00018	0.000096	40
PBDE 209	µg/l	0.015	0.015	0.0081	46

** Från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering.*

Tabell 6-6 Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation	Efter föreslagen dagvatten-lösning	Reduktion [%] *
Fosfor (P)	kg/år	2.7	5.9	2.6	4
Kväve (N)	kg/år	35	64	35	-
Bly (Pb)	kg/år	0.11	0.26	0.077	30
Koppar (Cu)	kg/år	0.27	0.59	0.22	19
Zink (Zn)	kg/år	0.79	1.8	0.46	42
Kadmium (Cd)	kg/år	0.0055	0.013	0.0041	25
Krom (Cr)	kg/år	0.11	0.26	0.08	27
Nickel (Ni)	kg/år	0.12	0.23	0.079	34
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0.00049	0.0012	0.00064	-
Suspenderad substans (SS)	kg/år	910	1700	560	38
Olja	kg/år	6.1	18	3.7	39
PAH16	kg/år	0.0029	0.01	0.0025	14
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0.00042	0.0013	0.0004	5
PBDE 47	kg/år	0.0000044	0.0000066	0.0000035	20
PBDE 99	kg/år	0.0000054	0.0000081	0.0000043	20
PBDE 209	kg/år	0.00052	0.00067	0.00036	31

** från befintlig situation till ny situation med föreslagen dagvattenhantering.*

Halter för samtliga föroreningar understiger eller är oförändrade i jämförelse med dagens nivå med hjälp av förslagen på rening av dagvattnet, se Tabell 6-5. Detta gäller även för mängderna föroreningar, med ett undantag. Mängden kvicksilver (Hg) ökar i jämförelse med dagens nivåer även efter rening, se Tabell 6-6. Detta är på grund av området idag till majoriteten utgörs av oexploaterad naturmark medan den efter exploatering kommer bestå av bebyggda och trafikerade ytor. Fordonstrafik är en källa till utsläpp av kvicksilver.

Att rena dagvattnet ner till befintliga värden för kvicksilver skulle kräva mer omfattande och kostsamma dagvattenåtgärder. Förslagsvis ett andra reningssteg för en större del av de nya vägytorna i en dagvattendamm nedströms. Alternativt skulle en kompensationsåtgärd i ett mer förorenat område i recipienten Orlångens avrinningsområde kunna ses över. Denna skulle kunna visa sig vara både mer kostnadseffektiv och mer effektiv för att förbättra sjöns status och möjlighet att uppnå MKN. Om ett ytterligare reningssteg nedströms planområdets nya vägområden adderas är det möjligt att den andra dagvattendammen som är med i detta hanteringsförslag skulle kunna dimensioneras om till en mindre storlek.

Det är viktigt att notera att beräkningarna för ämnen utöver de 10 standardämnena har en högre osäkerhet då antalet referensvärden inte är lika många som för standardämnena. För ämnena Hg och PBDE är det stora osäkerheter i StormTac resultatet då beräkningsunderlaget inte är tillräckligt tillförlitligt. De halter som

presenteras bör endast ses som en indikation på hur föroreningsbelastningen förändras från befintlig jämfört planerad situation och inte som exakta värden.

6.2.1 Påverkan på MKN

Möjligheten att minska eller att inte öka föroreningstransporter från planområdet kan vara svår i och med att området är ett tidigare naturområde som ska exploateras. Naturområden har generellt låga föroreningshalter. Med passande dagvattenåtgärder kan en god rening uppnås, men att uppnå full rening för samtliga föroreningsämnen kan kräva mycket omfattande åtgärder.

Enligt de beräkningar som har utförts i StormTac visar det på en reduktion av samtliga föreningar efter rening jämfört med befintlig situation, med undantaget mängden kvicksilver som ökar.

Planområdet är en mindre del i recipienten Orlångens hela avrinningsområde och påverkan på halterna i sjön är därmed relativt begränsad. För att utvärdera ökningen av kvicksilver genomfördes en undersökning om ämnestransporten av kvicksilver i planerad situation påverkar MKN för recipienten Orlången.

Länsstyrelsen Stockholm (2023) har tagit fram en checklista för granskning av detaljplaner med avseende på miljökvalitetsnormer för vatten (Länsstyrelsen Stockholm, 2023b). Detta för att kontrollera om detaljplaner påverkar möjligheten att berörd vattenförekomst kan följa miljökvalitetsnormer för vatten. Beroende på verksamhetens karaktär behöver olika aspekter beaktas och en bedömning av vilka kvalitetsfaktorer som är relevanta bör genomföras. Dagvattenutredningen behöver redovisa hur den mottagande vattenförekomsten kommer att påverkas av den nya utformningen av detaljplaneområdet. Enligt miljöbalken, 5 kapitlet §4, får vattenförekomstens statusklassning inte försämras till följd av en exploatering. Det har i Länsstyrelsen Stockholms checklista tolkats som att koncentrationer av ämnen i sämsta klassen inte får öka i recipienten.

För Orlången är kvicksilver ett utav de prioriterade ämnena som överskrids vilket resulterar i att god kemisk status inte uppnås i vattenförekomsten. Kvicksilver har därmed utretts för recipienten för att se om exploateringen av detaljplaneområdet påverkar den kemiska statusen negativt. Data har laddats ned från SMHI:s Vattenwebb, där total stationskorrigerad vattenföring (m^3/s) hämtats och omvandlats till liter per år. Den totala föroreningsbelastningen för kvicksilver, som blir för detaljplaneområdet efter rening beräknat i StormTac, har även omvandlats från kg per år till mikrogram per år. För att få fram haltbidraget till recipienten från detaljplaneområdet efter exploatering med rening divideras detaljplaneområdets belastning (µg/år) med korrigerad total vattenföring (l/år).

Tabell 6-7 Påverkan på recipient Orlången av ökningar i kvicksilver i jämförelse med rapporteringsgräns framtagen av Trafikverket (Eurofins, 2024).

Förorening	Tillförd halt från planområdet i befintlig situation [µg/l]	Tillförd halt från planområdet i planerad situation [µg/l]	Trafikverkets rapporteringsgräns [µg/l]
Kvicksilver (Hg)	0.0000432	0.0000564	0.005

I Tabell 6-7 kan det utläsas att det beräknade haltbidraget av kvicksilver från detaljplaneområdet är 0.0000564 µg/l. Den rapporteringsgräns som Trafikverket använder för kvicksilver i vatten vid en analys av ackrediterat labb Eurofins är 0.005

µg/l (Eurofins, 2024). Därmed är ökningen av kvicksilver från planområdet efter exploatering i recipienten ej mätbar och möjligheten att uppnå MKN för Orlången bedöms inte äventyras.

Skulle man oavsett vilja uppnå minska kvicksilvertransporterna ut ur planområdet skulle en ytterligare reningsåtgärd krävas. Detta kan röra sig om ett ytterligare reningssteg nedströms planområdets nya vägområden. Alternativt kan en kompensationsåtgärd i ett mer förorenat område i recipienten Orlångens avrinningsområde implementeras. En åtgärd i ett mer förorenat område skulle sannolikt vara mer kostnadseffektiv och bidra med en större förbättring för Orlången än att rena ytterligare 0.15 gram kvicksilver per år från planområdet.

6.3 Allmänna rekommendationer

6.3.1 Miljöanpassade material

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen, som exempelvis koppar- och zinktak. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.4 Generell beskrivning av dagvattenlösningar

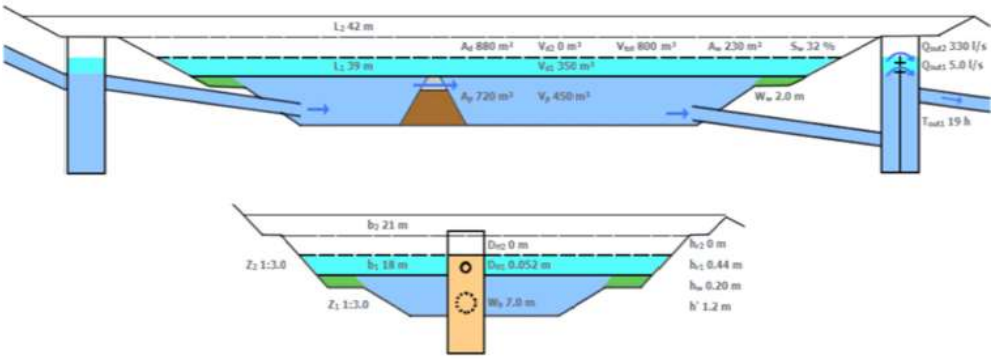
Rubriken presenterar en kort sammanfattning av de föreslagna dagvattenlösningar.

6.4.1 Dagvattendamm

En av de vanligaste reningsanläggningarna för dagvatten är dammar. Dammar används främst som ett sista steg i ett dagvattensystem, där de är det sista reningssteget innan vattnet når recipienten (VA-guiden, 2025a).

Syftet med en dagvattendamm är att utjämna dagvattenflödet, reducera dagvattnets innehåll av föroreningar samt minska belastningen på recipienten i samband med till exempel en ökad exploatering i avrinningsområdet. Reningen sker till största del mellan regntillfällen i form av sedimentation av suspenderat material och växtupptag. Ett växtparti kan anläggas i en damm för att avskilja finare partiklar. För att en damm ska fungera optimalt ur reningssynpunkt ska den vara långsmal och ha inlopp och utlopp placerat i varsin ände av dammen, se Figur 6-2.

Förhållandet mellan dammens längd och bredd rekommenderas i CiRIA SuDS Manual (CIRIA, 2015) vara 3:1 om det är ett inlopp och 4:1 eller 5:1 när det finns flera inlopp. Normalt är djupet på den permanenta vattenytan 1,2 meter. Rekommenderat ytbehov är 1,5–2,5 m² per 100 m² av hårdgjord avrinningsyta (VA-guiden, 2025a). För en liten till mellanstor damm är ett lämpligt djup på den temporära volymen ca 0,5 meter. Det är viktigt att ha en tillräckligt bred och stor bottenyta så att sedimenten inte ackumuleras för snabbt, vilket snabbare skulle minska vattendjupet och därmed reningseffekten med tiden (Larm & Blecken, 2019).



Figur 6-2 Exempel på hur en dagvattendamm kan designas.

6.4.2 Torrdamm

Torrdammar är större nedsänkta gräsytor som används för att fördröja och till viss grad rena dagvatten. Ytorna är dimensionerade för att kunna fördröja och rena mer extrema flöden, till skillnad från mindre grönytor som endast infiltrerar dagvatten med rening som primär funktion (Stockholm Vatten och Avfall, 2025a). Dimensioneringen görs utifrån de utjämningsbehov som finns. De utformas med bottenutlopp som kan strypas, vilket innebär att flödet nedströms regleras. Vid hög avrinning av vatten bildas en tillfällig vattenspegel som sedan försvinner successivt då tillrinningen avtar (Larm & Blecken, 2019).

Torrdammar kan ha en viss reningseffekt på dagvattnet, främst genom sedimentation och infiltration och varierar beroende på utformning och fördröjningstid. Generellt kan dock en stor del av de partikelbundna föroreningarna avskiljas. Även lösta ämnen kan avskiljas om infiltration möjliggörs (VA-guiden, 2025c). Reningskapaciteten beror på hur ytan är utformad och dagvattnets uppehållstid. Är volymen stor och utloppet kraftigt strypt kan förmågan att avskilja partikelbundna föroreningar bli nästan lika hög som i en konventionell damm under de perioder anläggningen är vattenfylld.

Dagvattenlösningen används främst som ett komplement till andra dagvattenlösningar där kapacitet för att hantera mer extrema dagvattenflöden saknas. Torrdammar kan exempelvis anläggas före en dagvattendamm med permanent vattenyta eller ett infiltrationsstråk. Torra dammar är enkla, billiga och driftstabila. De kan användas för att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdgjord yta (Stockholm Vatten och Avfall, 2025a).

6.4.3 Träd i skelettjord

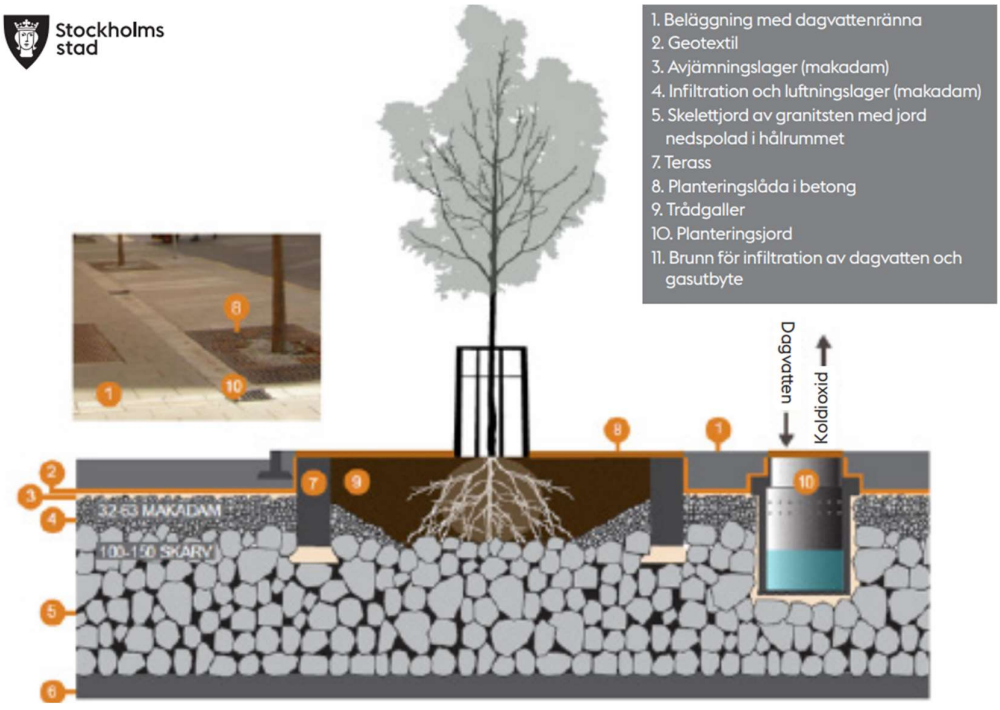
Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grop fylls med grov makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet, medan den nedvattnade jorden

sänker porositeten i underliggande makadamlager (Stockholm Vatten och Avfall, 2025b).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 procent och i luftig skelettjord cirka 30 procent av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord två till fyra procent och för en vanlig skelettjord cirka sex till tolv procent per 100 m^2 avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Stockholm Vatten och Avfall, 2025b).

Figur 6-3 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2025b).

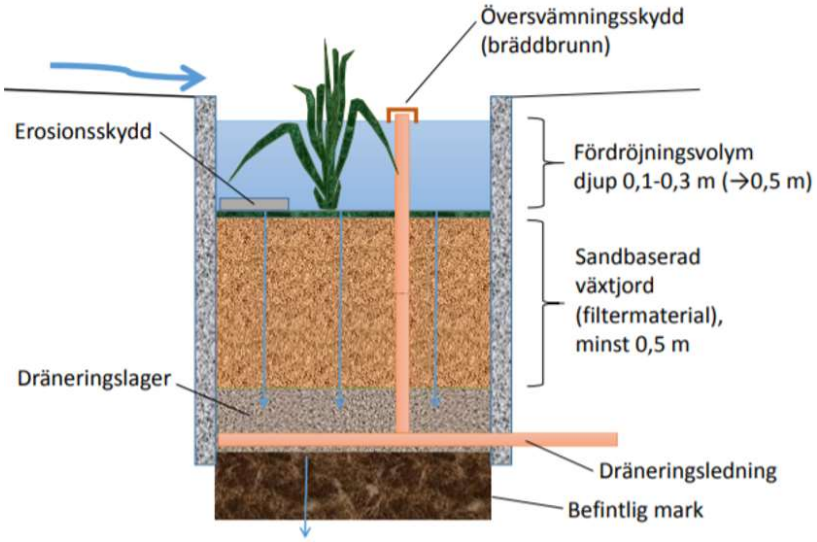


Figur 6-3 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2025b)

6.4.4 Regnbädd

Regnbäddar, eller växtbäddar, används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar regnbäddens filtermaterial. Växterna i en regnbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en regnbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med regnbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Regnbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från regnbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av regnbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i regnbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 6-4 visar en principskiss över en regnbädd och Figur 6-5 visar exempel på nedsänkt regnbädd.



Figur 6-4 Principskiss på regnbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2025c)

Vid lägre temperaturer, till exempel på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysrisken ska minimeras (Stockholm Vatten och Avfall, 2025c).



Figur 6-5 Exempel på nedsänkt regnbädd (Solna Stad, 2019)

a) b)



Figur 6-6 Exempel på upphöjd regnbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (T. Lindfors, 2014)

7 Slutsats och rekommendationer

Den planerade utvecklingen i planområdet påverkar dagvattensituationen i och nedströms planområdet. Detaljplaneförslaget innebär byggande av bostäder, en förskola samt anläggning av vägar på markytor som idag till majoriteten är naturmark. Detta beräknas leda till både ökade dagvattenflöden och ökade föroreningstransporter. För att hantera detta har utredningen tagit fram ett förslag på dagvattenhantering för planområdet.

Det är en stor utmaning att inte försämra situationen för dagvattenföroreningar när naturmarksområden exploateras. Därmed finns det risk för att uppnåendet av MKN äventyras i och med exploatering av naturmark. Därför behövs det omfattande dagvattenlösningar i planområdet.

Fördröjningsmässigt kommer delar av marken inom planområdet behöva tas i anspråk för att kunna fördröja flöden ned till nivåer som motsvarar den befintliga situationens dagvattenflöden.

Utredningens förslag på dagvattenhantering i planområdet består av åtgärder i form av regnbäddar, skelettjordar med trädplantering, en torrdamm, och en dagvattendamm. Dessa är dimensionerade för de olika markägarnas delområden, kommunen, Hydroscand och Bonava, samt för de olika vägdelarna, CL101-CL109. Dessa åtgärder fördröjer och renar dagvattnet för att uppnå krav på fördröjning, flödesutjämning och rening.

Den föreslagna dagvattenhanteringen omfattatar en total fördröjningsvolym på 341 kubikmeter på kvartersmark och 258 kubikmeter i anslutning till vägytor. Dessa volymer är något större än de erforderliga fördröjningsvolymerna då hanteringsåtgärderna ska kunna uppnå en bättre renande effekt.

Med föreslagna dagvattenlösningar för planerad situation når föroreningshalter och -mängder nivåer som är lika eller under befintlig situations föroreningsbelastning för alla förutom ett av de utredda föroreningsämnena, kvicksilver (Hg). Med denna ökning av kvicksilver i dagvattnet bidrar planområdet efter föreslagen rening med 0.0000564 µg/l i recipienten Orlången. Denna halt ligger under rapporteringsgränsen för kvicksilver och bedöms därmed att inte vara mätbar i recipienten. Därmed är ökningen av kvicksilver från planområdet efter exploatering i recipienten ej mätbar och möjligheten att uppnå MKN för Orlången bedöms inte äventyras.

Om man vill uppnå att inte försämra ämnestransporterna av kvicksilver från planområdet skulle en ytterligare åtgärd krävas. Detta kan röra sig om ett ytterligare reningssteg nedströms planområdets nya vägområden eller alternativt en kompensationsåtgärd i ett mer förorenat område i recipienten Orlångens avrinningsområde. En åtgärd i ett mer förorenat område skulle sannolikt vara mer kostnadseffektiv och bidra med en större förbättring för Orlången.

8 Vidare utredningar

Inga grundvattenprovtagningar har utförts inom området. Grundvattennivån påverkar vilka dagvattenanläggningar som kan anläggas och vilken placering de bör ha inom området. För att få koll på grundvattennivåer kan mätning av grundvattennivåer utföras under ett år för att alla säsongsvariationer ska fångas. Det är även av intresse för dagvattenhanteringen om det skulle finnas förhöjda halter av något föroreningsämne i grundvattnet.

Geotekniska undersökningar bör genomföras för att få bättre kunskap om de lokala förhållandena. Speciellt stabilitetsförhållanden och jordlagerföljder för att se om området lämpar sig för infiltration eller inte.

Miljötekniska markundersökningar kan också utvärderas vidare för att säkerställa att marken inte innehåller några föroreningar.

9 Referenser

CIRIA. (2015). CIRIA. The SuDs Manual, 2015 . *CIRIA. The SuDs Manual, 2015* .

Eurofins. (2024). Analysutbud Trafikverket version 15. Trafikverket.

Havs- och vattenmyndigheten. (den 17 november 2016). *Följder av Weserdomen Analys av rättsläget med sammanställning av domar Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:30.* Hämtat från www.havochvatten.se: https://www.havochvatten.se/download/18.53aacfc115874884dc91f2e8/1708800060733/hav-rapport-2016-30-foljder-av-weserdomen.pdf

Havs- och vattenmyndigheten. (den 11 december 2019). *Havs- och vattenmyndigheten*. Hämtat från Miljökvalitetsnormer för vatten vid tillsyn och prövning: https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/provning-och-tillsyn/miljokvalitetsnormer-vid-provning-och-tillsyn.html

Huddinge kommun. (2014). *Åtgärdsprogram för Orlången 2015-2021.*

Huddinge kommun. (2021). *Uppföljning LÅP-åtgärder 2021, KLN 2021-12-22.*

Huddinge kommun. (2024). *Orlången*. Hämtat från https://huddinge.miljobarometern.se/sjoar/orlangen-alla/activities#mbContentMenu

Huddinge kommun. (2024). *Planbeskrivning Detaljplan för fastigheten Glömsta 2:59 med flera (Lövstastigen) inom kommundelen Glömsta.*

Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.* Bromma: Svenskt vatten Utveckling. Hämtat från Vattenbokhandeln.

Länsstyrelsen. (april 2015). *Markavvattningsföretag Vägledning för tillsyn, omprövning och avveckling.* Hämtat från Länsstyrelsen: https://www.lansstyrelsen.se/download/18.6395bf21784b0add956962/1616586589056/2015%20Markavvattningsf%C3%B6retag%20-%20tillsyn,%20ompr%C3%B6vning,%20avveckling.pdf

Länsstyrelsen. (2023a). *Länsstyrelsen*. Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/News.aspx

Länsstyrelsen Stockholm. (2023b). *Checklista för granskning av detaljplaner med avseende på miljökvalitetsnormer för vatten.* Stockholm.

Solna Stad. (den 11 december 2019). *Solna Stad, dagvattenstrategi*. Hämtat från Solna Stad, dagvattenstrategi: https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (2025a). *Överdämningsytor/torra dammar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (2025b). *Skelettjord*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (2025c). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110.* Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten. (2016). *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem, 2016.* Hämtat från Svenskt Vatten: https://www.svensktvatten.se/contentassets/d8812279f38d4a039e9362ac8bb16500/svu-rapport_2016-15.pdf

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). Hämtat från SGU: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon.html

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). Hämtat från SGU: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). Hämtat från SGU: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html

SVOA. (2020). *Naturliga avrinningsområden dagvatten (vattenförekomst).* Hämtat från https://data-svoa.opendata.arcgis.com/datasets/b2fef40053dd4486aab47207aac61997_0/explore?location=59.228728%2C17.981924%2C12.87

SVOA. (2023). *Avrinningsområden dagvatten.* Hämtat från https://data-svoa.opendata.arcgis.com/datasets/9dfc626234a64e4290d448cc5dd61289_0/explore?location=59.230920%2C17.959566%2C15.17

T. Lindfors, H. B.-S. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer.* Vinnova.

VA-guiden. (2025a). *Dammar och våtmarker*. Hämtat från VA-guiden: https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/dammar-och-vatmarker/

VA-guiden. (2025c). *Överdämningsytor*. Hämtat från VA-guiden: https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/overdamningsytor/

Vattenmyndigheterna. (u.d.). *Vattenmyndigheterna*. Hämtat från https://www.vattenmyndigheterna.se/vattenforvaltning/miljokvalitetsnormer-for-vatten.html