

AB ENKÖPING HYRESBOSTÄDER

# KV RYMNINGEN

2024-04-24



wsp

# AB Enköping Hyresbostäder

## KONSULT

### **WSP Samhällsbyggnad**

Dragarbrunnsgatan 41

753 20 Uppsala

Besök: Samuel Permans gata 8

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Ylva Geber

Telefon: 010 – 721 01 03

E-post: ylva.geber@wsp.com

PROJEKT  
Skolvägen bostäder

UPPDRAGSNAMN  
Skolvägen bostäder

UPPDRAGSNUMMER  
10328742

FÖRFATTARE  
Ylva Geber

DATUM  
2024-04-24

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV  
Kristina Wilén

GODKÄND AV  
Lina Stigenskog

# INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>1 BAKGRUND OCH SYFTE</b>	<b>6</b>
<b>2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING</b>	<b>6</b>
2.1 DAGVATTENPOLICY	6
2.2 CHECKLISTA FÖR DAGVATTEN	7
<b>3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>8</b>
3.1 OMRÅDESBESKRIVNING	8
3.2 TOPOGRAFI	9
3.3 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	9
3.4 GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	10
3.5 FÖRORENAD MARK	10
3.6 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN	11
3.7 AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN	12
3.7.1 Markavvattningsföretag	13
3.8 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS	13
3.8.1 MKN för recipienten	14
3.9 FLÖDESVÄGAR OCH INSTÄNGDA OMRÅDEN	16
3.10 VERKSAMHETSOMRÅDE	17
3.11 OMRÅDESSKYDD	17
3.12 ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR	18
3.13 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK	18
<b>4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>21</b>
4.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	21
<b>5 BERÄKNINGAR</b>	<b>22</b>
5.1 BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING	22
5.2 DAGVATTENFLÖDEN	23
5.2.1 Dimensionerande flöde	24
5.3 FÖRDRÖJNINGSVOLYM	24
5.3.1 Erforderlig fördröjning, åtgärdsnivå 10 mm	24
5.3.2 Erforderlig fördröjning, ingen flödesökning	26
5.4 FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN	27
<b>6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING</b>	<b>28</b>
6.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER	28
6.2 BESKRIVNING AV FÖRESLAGNA DAGVATTENANLÄGGNINGAR	29
6.2.1 Infiltration i grönyta	29

6.2.2	Regnbäddar	29
6.2.3	Genomsläpplig beläggning	30
6.2.4	Gräsbeklätt makadamdike	30
6.3	SYSTEMLÖSNING	31
6.4	DIMENSIONERING AV DAGVATTENANLÄGGNINGAR	32
6.5	FÖRORENINGSBELASTNING EFTER ÅTGÄRDER	33
6.6	DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL	35
<b>7</b>	<b>KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER</b>	<b>36</b>
7.1	FLÖDESUTJÄMNING	36
7.2	MILJÖKVALITETSNORMER	36
7.3	SKYFALL	36
<b>8</b>	<b>FORTSATT ARBETE</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>38</b>

## SAMMANFATTNING

I samband med att en ny detaljplan tas fram för fastigheten Rymningen 22:10 i Örsundsbro har WSP upprättat en dagvattenutredning för planområdet. Planområdet har en yta på 5500 m<sup>2</sup> och är idag bebyggt med radhus som planeras att ersättas med nya bostäder. Informationen om befintligt ledningsnät är bristfällig men planområdet antas avvattnas norrut till Örsundaån via befintliga dagvattenledningar.

Föreslagen dagvattenhantering inom planområdet har dimensionerats för att kunna rena och fördröja de första 10 mm vid ett nederbördstillfälle. Denna åtgärdsnivå har föreslagits i samråd med VA-huvudman för att möta målen i Enköpings dagvattenpolicy samt för att inte försvåra möjligheterna att uppnå MKN. 10 mm visar sig dock inte räcka för att uppnå kravet om att flödet inte får öka. Förslag på utökad utformning av de gröna lösningarna med tillhörande fördröjningsvolym som uppfyller flödeskravet redovisas därmed i denna utredning.

Gröna dagvattenanläggningar så som regnbäddar, gräsbeklädda makadamdiken och infiltration i grönytor föreslås, då de både bidrar med fördröjning och rening samt kan samordnas med planerade grönytor i fastighetens utredningsskiss. Genom att nyttja föreslagna ytor till dagvattenhantering bör en flödesminskning kunna säkerställas. Dessutom minskar föroreningsbelastningen från planområdet till recipienten till nivåer under befintlig situation.

Planerade byggnader bör höjdsättas högre än omgivande mark för att undvika skador vid skyfall. Dessutom föreslås grönytor mellan byggnaderna anläggas som översvämningssytor för att avlasta den översvämningssdrabbade skolgården norr om planområdet vid kraftiga regn.

I detaljprojekteringskedet bör en ny flödesberäkning göras för att säkerställa att utflödet inte ökar. Avledningen från föreslagna dagvattenåtgärder till befintligt dagvattennät behöver studeras vidare.

# 1 BAKGRUND OCH SYFTE

AB Enköping Hyresbostäder utreder möjligheten att ersätta befintlig bebyggelse på fastigheten Rymningen 22:10 i Örsundsbro med nya punkthus och radhus. I samband med att en detaljplan tas fram för fastigheten har WSP fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning.

Dagvattenutredningen har som syfte att utreda hur man inom fastigheten säkerställer en hållbar framtida dagvattenhantering som går i linje med principerna i Enköpings kommuns dagvattenplan samt att kartlägga eventuella risker vid översvämningar.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

### 2.1 DAGVATTENPOLICY

Enköpings kommun har en dagvattenpolicy daterad 2015-11-03. Enköpings kommun ska allt dagvatten hanteras i enlighet med följande mål där det är miljömässigt motiverat, tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt:

- Tillförseln av föroreningar till dagvattensystemet ska begränsas.
- Dagvatten ska tas om hand så nära källan som möjligt.
- Föroreningarna ska avskiljas på vattnets väg till sjöar och vattendrag.
- Den naturliga vattenbalansen ska inte påverkas negativt av stadsbyggandet.
- Dagvatten ska hanteras som en tillgång för rekreation och biologisk mångfald.
- Övergödning via dagvatten ska minimeras i sjöar och vattendrag.
- Ny bebyggelse ska planeras så att framtida högre dagvattenflöden kan hanteras på ett hållbart sätt.
- Vid ombyggnad ska dagvattenhanteringen anpassas på ett hållbart sätt för framtida högre flöden.
- Dagvattenanläggningar ska utföras och placeras så att de inte medför olägenheter för byggnader och/eller omgivningen.

Utöver dagvattenpolicyn har Enköpings kommun tagit fram en dagvattenplan daterad 2022-03-14. Utöver målen i dagvattenpolicyn har ytterligare ett mål gällande samordning och ansvar för dagvattenhanteringen tillkommit:

- Dagvattenfrågorna ska samordnas i en tydlig process från tidiga planeringsskeden via genomförande till drift och underhåll där alla aktörer känner till och agerar utifrån sina roller och ansvar.

## 2.2 CHECKLISTA FÖR DAGVATTEN

Dagvattenutredningen följer den checklista som Enköpings kommun tagit fram gällande dagvattenutredningar, daterad 2020-02-05. Enligt checklistan ska dagvattenutredningen innehålla information om följande:

- Dagvattenflöden före och efter exploateringen i området samt flöden motsvarande naturmark för fastigheten. Åtgärder ska redovisas för att få ned flödena till motsvarande naturmark (avrinningskoefficient 0-0,1) efter exploateringen. Vid förtätning på redan bebyggd fastighet ska om möjligt flödena motsvara naturmark men i samråd med VA-avdelningen kan undantag godkännas. Flödena får inte öka i samband med exploateringen.
- Hänsyn tas till förändrade nederbördsmönster i samband med kommande klimatförändringar genom att multiplicera flödena med en klimatkfaktor på 1,25. Flödesberäkningar och dimensioneringar följa branschstandard (Svenskt vattens publikationer P110 och P105).
- Det ska framgå vilken mängd dagvatten som alstras inom fastigheten från tak- respektive körytor samt parkeringar. För ett planområde ska det framgå vilken mängd dagvatten som kommer från kvartersmark respektive allmän mark. Flödeskraven ställs normalt i övergången mellan kvartersmark och allmän mark.
- Hur dagvattnet ska tas omhand nära källan i så öppna infiltrerande lösningar som möjligt. Det ska beskrivas hur dagvattenhanteringen bidrar till att leva upp till Enköpings kommuns dagvattenpolicy.
- Redovisa tillgänglig mark för infiltration. Det ska även framgå hur stor del av dagvattnet som avses infiltreras och hur stora infiltrationsytor som krävs.
- Beskriv planerade åtgärder för att fördröja dagvattnet. Beskriv fördröjningskapaciteten. Redovisa hur stor markyta och volym som fördröjningsåtgärderna kräver. Redovisa även vilken mark som finns tillgänglig för fördröjningen.
- Redovisa områden där det finns risk för att det samlas dagvatten som inte rinner bort, så kallade instängda ytor.
- Utredningen ska titta på den ytmässiga avrinningen från planområdet till den närmsta omgivningen.
- Beskriv aktiviteter i området, inklusive transporter av miljöfarliga ämnen samt trafikmängd. Det ska framgå om det finns behov av oljeavskiljare eller annan typ av säkerhetsåtgärd.
- Dagvattenutredningen ska innehålla en uppskattning av dagvattnets föroreningsinnehåll (halt/belastning) före och efter exploateringen. Det kan genomföras med t.ex. modellen Stormtac. Dagvattenutredningen skall ge förslag på rening av dagvatten när det finns behov (t.ex. parkeringsytor)
- Redovisa hur exploateringen kommer att påverka miljö kvalitetsnormerna för recipienten. Avser både yt- och grundvattenförekomst. Redovisa vilka föroreningar som kommer att tillföras dagvattnet och i vilka halter samt hur det kommer att påverka recipienten.
- Redovisa om markavvattningsföretag finns inom eller i anslutning till detaljplaneområdet och hur dessa påverkas vid en exploatering.
- Ge förslag till detaljplanbestämmelser gällande dagvatten.
- För Enköpings tätort finns en övergripande dagvattenutredning framtagen. Utredningen ska användas som utgångspunkt för de nya detaljplaner som är berörda.



## 3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

### 3.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Örsundsbro är beläget mellan Enköping och Uppsala, se Figur 1. Utredningsområdet sammanfaller med planområdet, som avgränsas av Enköpingsvägen i öst, Skolvägen i väst, Ångsvägen i norr och radhus på annan fastighet i söder. Planområdet är ca 5500 m<sup>2</sup> stort och består idag av en långa radhus, en asfalterad gångväg intill husfasaden, parkering och grönytor.

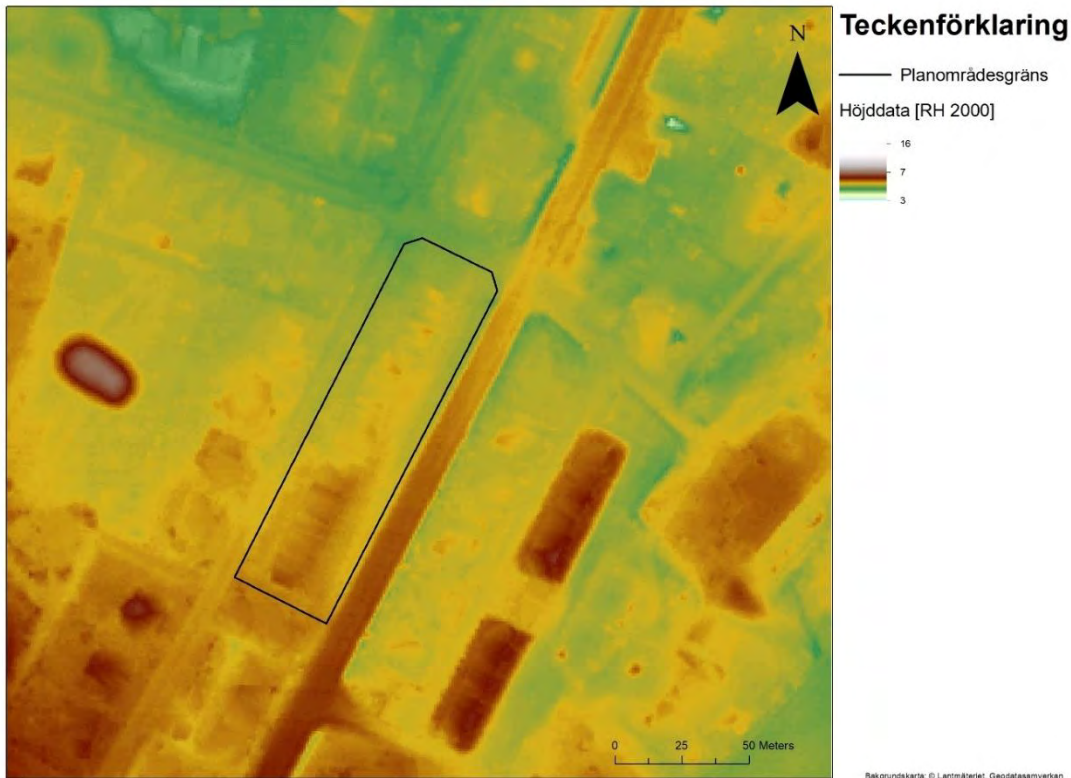


Figur 1. Översiktskarta över planområdets geografiska placering. Planområdet markerat med röd linje. Bildkälla: Lantmäteriet, 2022.



## 3.2 TOPOGRAFI

Befintlig mark inom planområdet varierar mellan ca +6,2 och +7,3 möh. Planområdet sluttar generellt från söder till norr samt från öst till väst. Den nordvästra delen utgör de lägsta marknivån inom planområdet. Planområdets norra hörn vetter mot en skolgård som utgör en lågpunkt, se Figur 2.



Figur 2. Marknivåer i området kring planområdet (Lantmäteriets data från 2022 hämtat via Scalgo Live).

## 3.3 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Inga privata dagvattenledningar ska finnas inom fastigheten enligt fastighetsägaren. Observationer på plats tyder dock på att takvattnet leds direkt på ledning via stuprör. Dessutom noterades en dagvattenbrunn i den asfalterade ytan framför huset på fastigheten, se avsnitt 3.13. Osäkerheten gällande privata ledningar på fastigheten utgör dock inget problem för projektet då man bygger helt nytt.

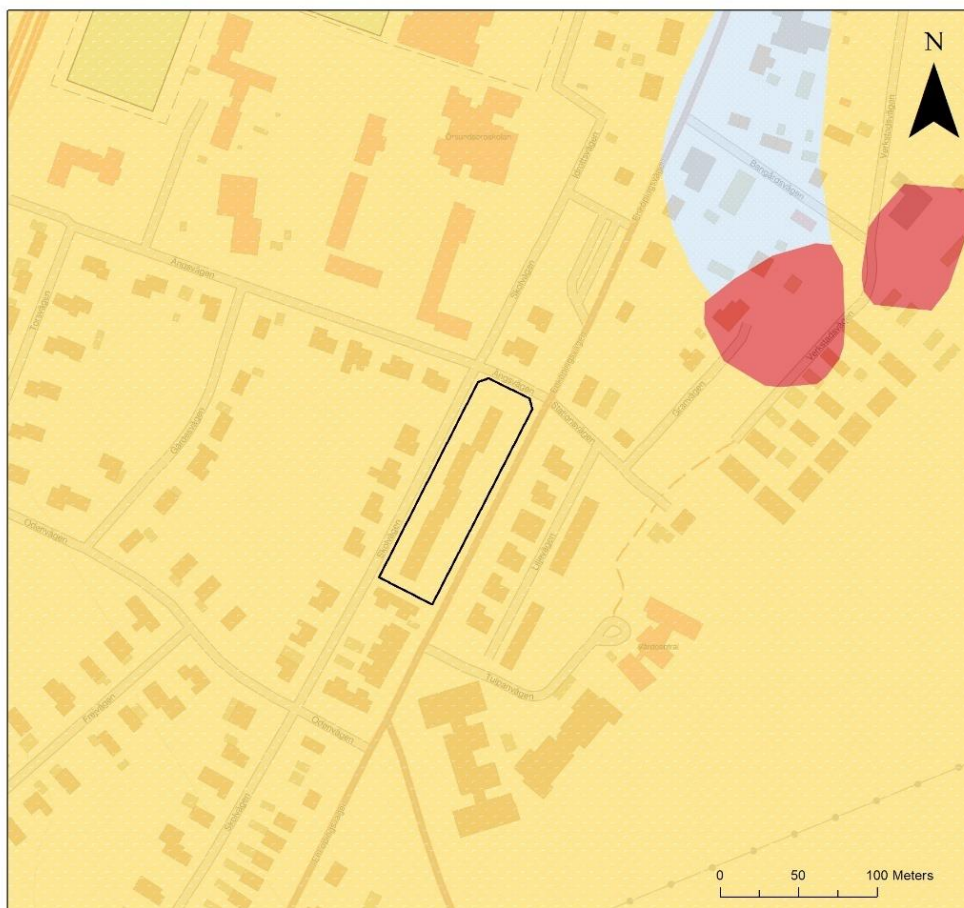
Befintliga kommunala dagvattenledningar finns i västra delen av Skolvägen väster om planområdet samt i Ängsvägen i norr. VA-huvudman saknar uppgifter om var fastigheten har sin servisanslutningspunkt för dagvatten. Ett antagande är att fastigheten har en gemensam anslutningspunkt för VA västerut mot Skolvägen, där servisanslutning för vatten finns noterad i ledningsunderlaget. Dagvattenledningarna i Skolvägen leds norrut mot Örsundaån.

Ingen information finns gällande vilka standarder dagvattenledningsnätet är dimensionerat för, men kapaciteten i ledningsnätet ska vara begränsad enligt VA-huvudman.

Längs med den östra sidan av planområdet som vetter mot Enköpingsvägen finns ett grundare gräsbeklätt dike. På andra sidan Ängsvägen, norr om planområdet, finns ett djupare dike.

### 3.4 GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Enligt SGU:s översiktliga jordartskarta består hela planområdet av glacial lera. Nordost om planområdet finns mindre partier av områden med sandig morän samt berg i dagen, se Figur 3.



Figur 3. SGU:s kartvisare över jordarter (SGU, 2022a). I jordartskartan symboliserar gult glacial lera, rött berg och ljusblått sandig morän. Planområdet redovisas med svart linje.

En geoteknisk undersökning av planområdet har genomförts av WSP under våren 2022 (WSP, 2022b) och en markteknisk undersökningsrapport (MUR) har tagits fram (WSP, 2022a), daterad 2022-04-29. I samband med den geotekniska undersökningen genomfördes en fältundersökning i fem provpunkter.

Fältundersökningarna visar på att jorden på platsen generellt upptas av 0,5 – 1 m fyllning underlagrad av lera. Fyllningen består av varierande sammansättning av sand, grus, silt och lera. Lerans mäktighet inom planområdet har mätts upp till ca 17 – 18 m. De översta 1,5 m av leran består av torrskorpelera.

Av underlagen presenterade här bedöms möjligheterna till infiltration av dagvatten i marken vara begränsade vid avledning av dimensionerande flöden inom planområdet.

### 3.5 FÖRORENAD MARK

Inga potentiellt förorenade områden har identifierats inom planområdet enligt Länsstyrelsens EBH-karta (Länsstyrelsen, 2022b), se Figur 4.



Figur 4. Länsstyrelsens EBH-karta över potentiellt förorenade områden (Länsstyrelsen, 2022b). Planområdet redovisas med svart linje.

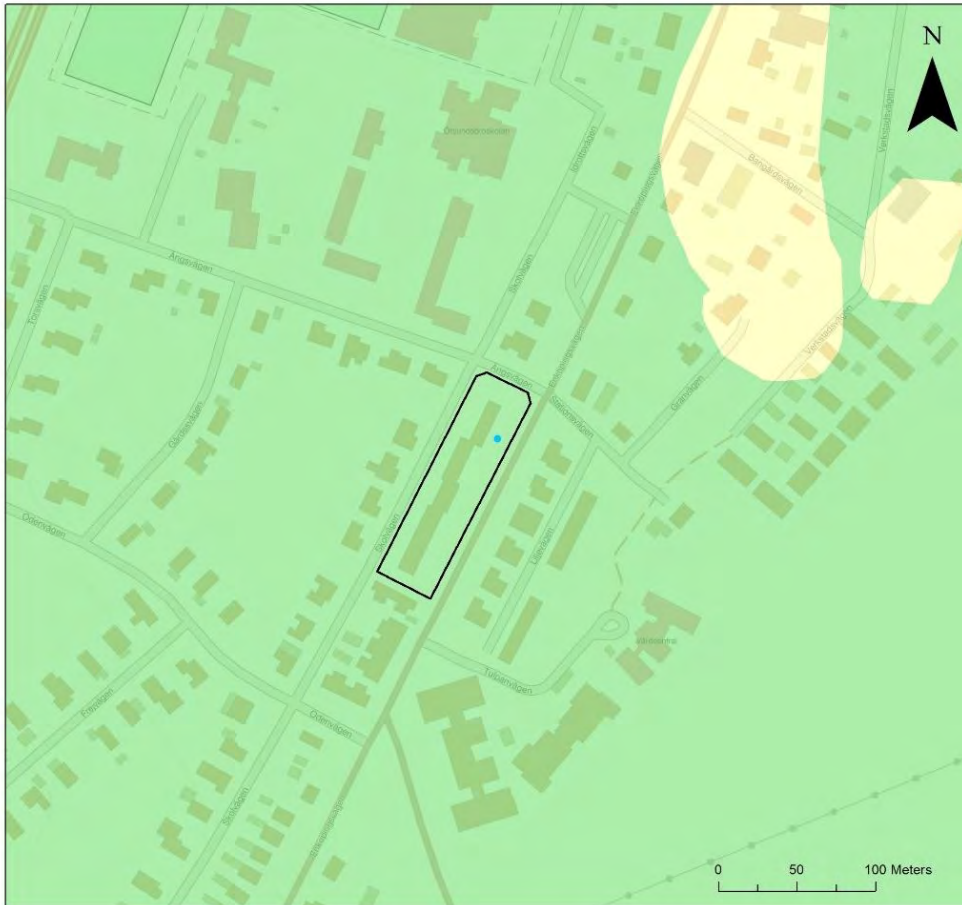
En miljöteknisk markundersökning daterad 2022-04-22 har tagits fram för planområdet av WSP (WSP, 2022c). Enligt undersökning överskrider metallhalter i majoriteten av de undersökta jordproverna riktvärden. Nivåerna bedöms dock bero på naturligt förhöjda bakgrundshalter i området. Därmed bedöms i markundersökningen inga avhjälpande åtgärder vara nödvändiga med avseende på föroreningsituationen och planerad markanvändning.

### 3.6 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN

I samband med den geotekniska undersökningen (WSP, 2022a) installerades ett grundvattenrör i den nordöstra delen av planområdet. Grundvattenytan avlästes till ca 1,5 m under markytan vid avläsningstillfället 2022-03-29. Kompletterande grundvattenmätningar rekommenderas under längre tidsperiod för att kunna följa hur grundvattnets trycknivåer varierar under året.

Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta har hela planområdet en låg genomsläpplighet, se Figur 5.

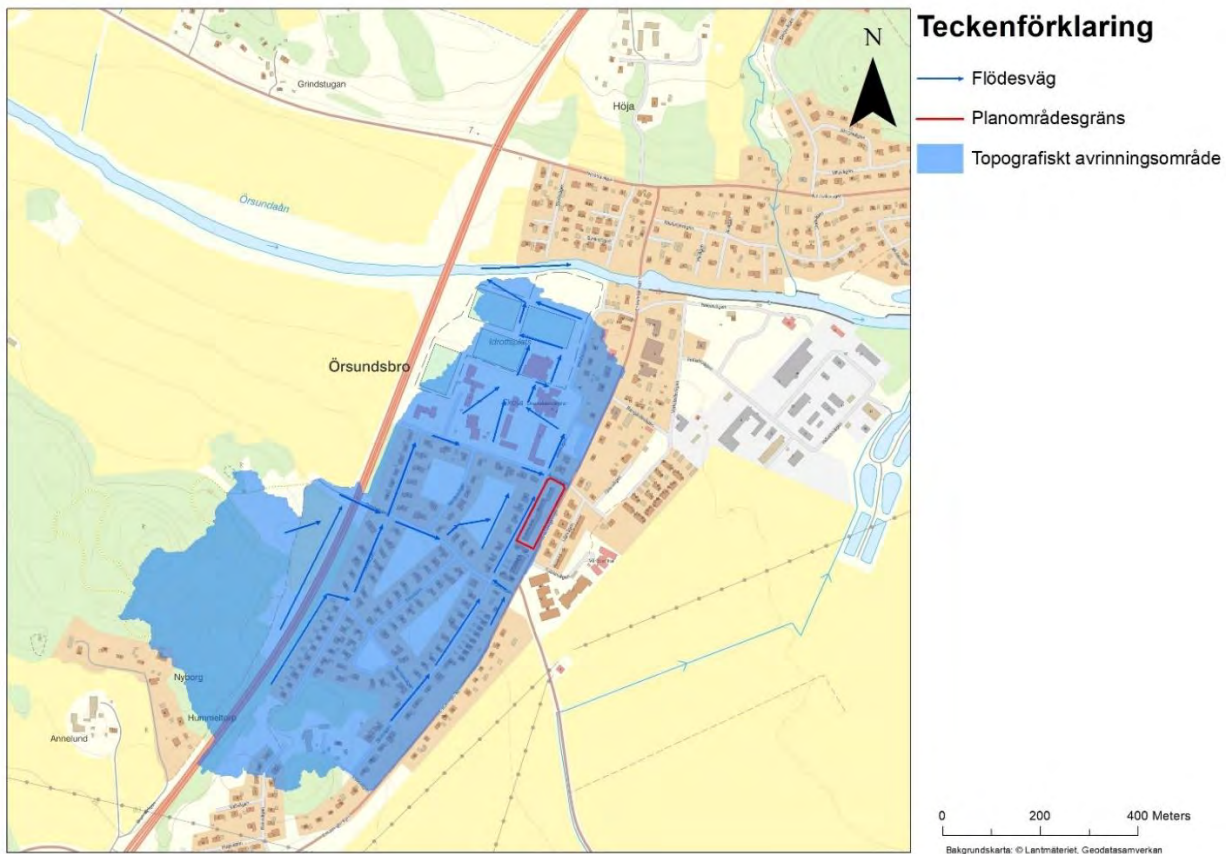




Figur 5. SGU:s genomsläpplighetskarta där grönt visar en låg genomsläpplighet och gult visar en medelhög genomsläpplighet (SGU, 2022b). Planområdet redovisas med svart linje och blå prickens motsvarar grundvattenrör.

### 3.7 AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN

Utredningsområdet ligger inom ett och samma delavrinningsområde med Örsundaån som recipient. I Figur 6 redovisas det topografiska avrinningsområdet samt generella flödesvägar.



Figur 6. Topografiskt avrinningsområde för planområdet samt generella flödesvägar.

### 3.7.1 Markavvattningsföretag

Dagvatten från planområdet avrinner via ledning till Örsundaån. Inga markavvattningsföretag har identifierats nedströms planområdet enligt Länsstyrelsens WebbGIS (2022).

## 3.8 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Planområdet avrinner till recipienten Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjö som finns upptagen i VISS som vattenförekomst, se Figur 7. Örsundaån mynnar sedan i Mälaren-Lårstaviken.



Figur 7. Planområdets recipient, Örsundaån markerad med ljusblå linje. Planområdet ungefärligt markerat med röd prick. Bildkälla: VISS (2022)

**3.8.1 MKN för recipienten**

År 2000 trädde EU:s gemensamma regelverk om vatten, det så kallade vattendirektivet, i kraft. Syftet med direktivet är att säkra en god vattenkvalitet i Europas yt- och grundvatten. Sjöar, vattendrag, kust och grundvatten som är tillräckligt stora omfattas av vattendirektivet och kallas då formellt för vattenförekomster. Det finns fastställda miljökvalitetsnormer (MKN) för alla vattenförekomster. Från och med 1/1–2019 har vattendirektivet även införlivats fullt ut i miljöbalken (1998:808) i 5 kap. 4§. Sammanfattningsvis innebär det att en verksamhet eller åtgärd inte får tillåtas av en myndighet eller kommun om de ger upphov till en försämring av vattenmiljön som äventyrar möjligheten att uppnå den status eller potential som vattnet ska ha enligt MKN. MKN för ytvatten omfattar ekologisk och kemisk ytvattenstatus. Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig medan kemisk ytvattenstatus har två klasser: god och uppnår ej god.

För statusklassning och miljökvalitetsnormer för Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjö, se Tabell 1.

Tabell 1. Statusklassning och miljökvalitetsnormer för aktuell vattenförekomst Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjö (SE662515-158584) enligt senaste bedömning (förvaltningscykel 3 (2017-2021)) (VISS, 2024).

Status	Klassificering	Miljökvalitetsnorm	Kommentar
<b>Ekologisk status</b>	Måttlig	God status 2033	Tidsfrist till 2027 för fisk och morfologiskt tillstånd i vattendrag för påverkanstryck från jordbruk samt för näringsämnen och påväxt-kiselalger för påverkanstryck från enskilda avlopp. Näringspåverkan och påväxt-kiselalger från jordbruk har tidsfrist till 2033 pga. omfattande åtgärder krävs.
<b>Kemisk status</b>	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus	Undantag/tidsfrister: PBDE och Hg – Mindre stränga krav då det bedöms tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som uppnår god status p.g.a. att problemen främst beror på långväga luftburna föroreningar. Halterna får dock inte öka (jämf. 2015).



De kvalitetsfaktorer, kopplade till ekologisk respektive kemisk status, som kan påverkas av dagvatten från utredningsområdet samt deras klassificering återges i Tabell 2 och Tabell 3. Örsundaån har måttlig ekologisk status på grund av kvalitetsfaktorn övergödning, där näringsämnen och/eller kiselalger är klassificerade till sämre än god status till följd av höga närsaltshalter samt kvalitetsfaktorn konnektivitet och morfologi, där den är klassificerad till sämre än god status till följd av fysiska ingrepp i vattenförekomsten.

Tabell 2. Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer kopplade till ekologisk status Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjö (SE662515-158584) enligt senaste bedömning (förvaltningscykel 3 (2017-2021)) (VISS, 2024).

Ekologisk status	Kvalitetsfaktor	Underkategori	Status
	Biologiska		
		Påväxt-kiselalger	Måttlig
	Fysikalisk-kemiska		
		Näringsämnen	Dålig
		Försurning	Ej klassad

Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status eftersom de förorenande ämnena bromerad difenyleter och kvicksilver ligger över gränsvärden. Polybromerade difenyletrar (PBDE) uppnår ej god klassificering med anledning av ett nytt europeiskt gränsvärde som tyder på att gränsvärdet överskrids i alla ytvatten. PBDE sprids till miljön via läckage från varor och avfallsupplag, samt via atmosfäriskt nedfall från långväga lufttransporter.

Tabell 3. Kemiska kvalitetsfaktorer kopplade till kemisk status för Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjö (SE662515-158584) enligt senaste bedömning (förvaltningscykel 3 (2017-2021)) (VISS, 2024).

Kemisk status	Kvalitetsfaktor	Underkategori	Status
	Prioriterade ämnen		
		Bromerad difenyleter (PBDE)	Uppnår ej god
		Kadmium	Ej klassad
		Kvicksilver (Hg)	Uppnår ej god (överskrids för samtliga vattenförekomster)
		PFOS	Ej klassad
		PAH, Benso(a)pyrene	Ej klassad
		Tributyltenn föreningar (TBT)	Ej klassad

Ett antal påverkanskällor inom Örsundaån Lårstaviken-Alsta sjös avrinningsområde har identifierats. Örsundsbro avloppsreningsverk (ARV) samt ett antal förorenade områden och två nedlagda deponier är punktkällor som enligt VISS bedömts ha en betydande påverkan på vattenförekomstens status med avseende på miljögifter. Till de förorenade områdena hör en bilskrot, en före detta brandstation, plantskola samt ARV. Ett antal diffusa påverkanskällor har också identifierats ha betydande påverkan.

Dessa är jordbruk och enskilda avlopp vilka bedöms påverka statusen för miljögifter och näringsämnen. Slutligen bedöms även jordbruket och urban markanvändning, genom rensning och rätning av vattendragsfåran ha en betydande påverkan på det morfologiska tillståndet.

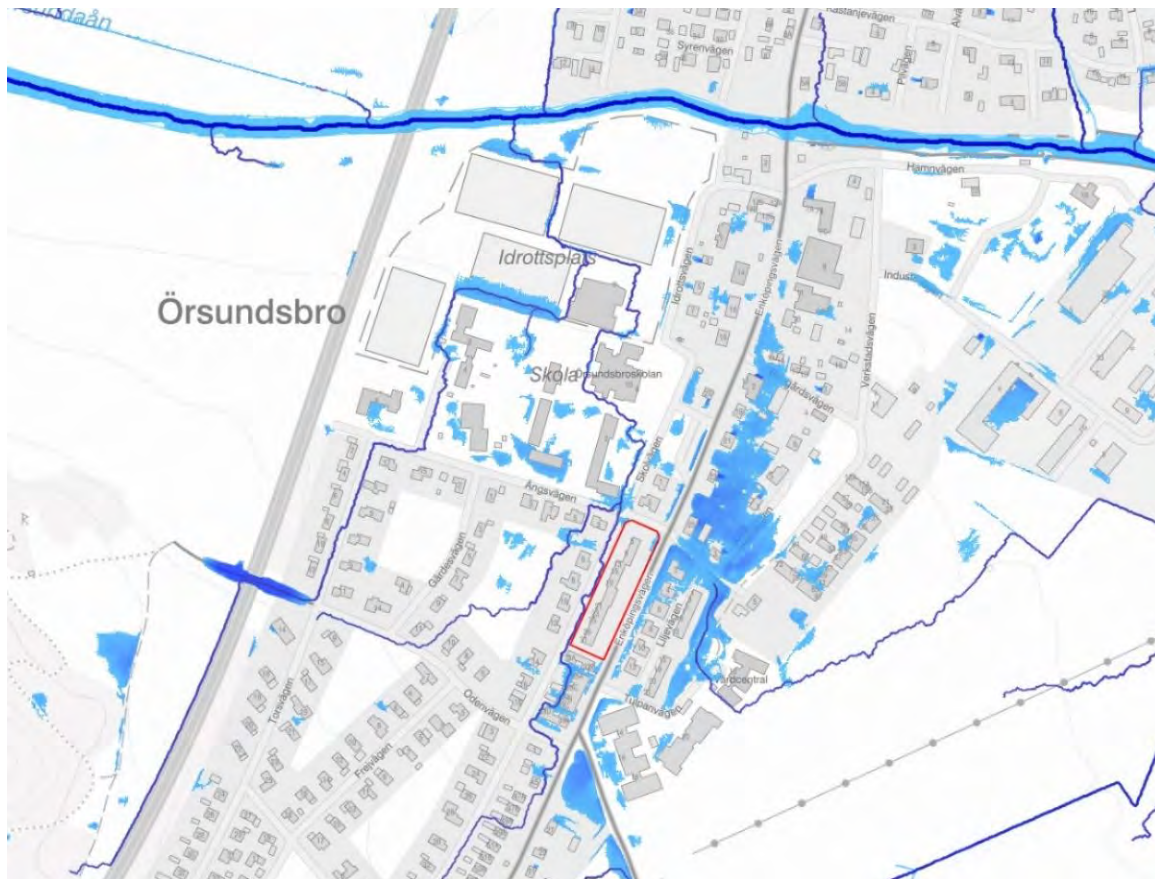
Länsstyrelsen har angett ett förbättringsbehov med avseende på fosfortillförseln på drygt 1000 kg till Örsundaån mellan Alsta sjö och Lårstaviken (Länsstyrelsen Västmanlands län, 2021).

### 3.9 FLÖDESVÄGAR OCH INSTÄNGDA OMRÅDEN

Risk för översvämning kommer från två håll; nedströms från stigande vattennivåer och uppströms genom extrema skyfall (Svenskt Vatten P110, 2016). Det finns ingen skyfallsmodellering tillgänglig för Örsundsbro. I dagvattenutredningen har beräkningsprogrammet Scalgo Live använts för att visa lågpunkter och ytliga flödesvägar (Scalgo, 2022). Scalgo Live är ett verktyg som utgår från Lantmäteriets inscannade höjddata med upplösning 2 x 2 m samt vald nederbördsmängd. Beräkningen är stationär och visar bara vatten på ytan, utan hänsyn till flödesdynamik. Detta innebär att tid, dräneringssystem såsom ledningsnät, infiltration och grundvattennivåer inte beaktas i beräkningen. Resultaten från beräkningarna kan betraktas som värsta-scenarier, eftersom vatten i verkligheten möjligen kan rinna undan från lågpunkterna så snabbt att det aldrig når de höjder som redovisas i Scalgo Live.

Översvämningskartan visar var nederbörd samlas under regnhändelser med viss volym/intensitet. Analysen har utförts med ett regn om cirka 56 mm. Utgångspunkt för att använda 56 mm är att detta motsvarar ett regn med återkomsttiden 100 år och 30 min varaktighet (enligt Dahlström, 2010) med en klimatfaktor på 1,25. Inget avdrag för infiltration har använts i analysen.

Den genomförda beräkningen visar att det inte förekommer några instängda områden med översvämningsrisk inom planområdet vid ett framtida 100-årsregn, se Figur 8. Nedströms planområdet, rakt norrut, finns en lågpunkt som sammanfaller med Örsundsbrokolans skolgård. Öster om planområdet finns en större lågpunkt vilken avskärmas topografiskt av Enköpingsvägen.



Figur 8. Lågpunktsanalys i Scalgo Live. Figuren visar utbredning vid ett framtida 100-årsregn. Mörkblå linjer visar sekundära flödesvägar enligt befintlig situation. Planområdet redovisas med röd linje.

MSB:s översvämningssportal för Mälaren visar inga översvämmade områden inom planområdet. Sett till utredningsområdets marknivå på ca 6 - 7 m högre än recipienten är det inte troligt att stigande vattennivåer i recipienten kommer att påverka planområdet.

### 3.10 VERKSAMHETSOMRÅDE

Planområdet innefattas av Enköping kommuns verksamhetsområde för VA.

### 3.11 OMRÅDESSKYDD

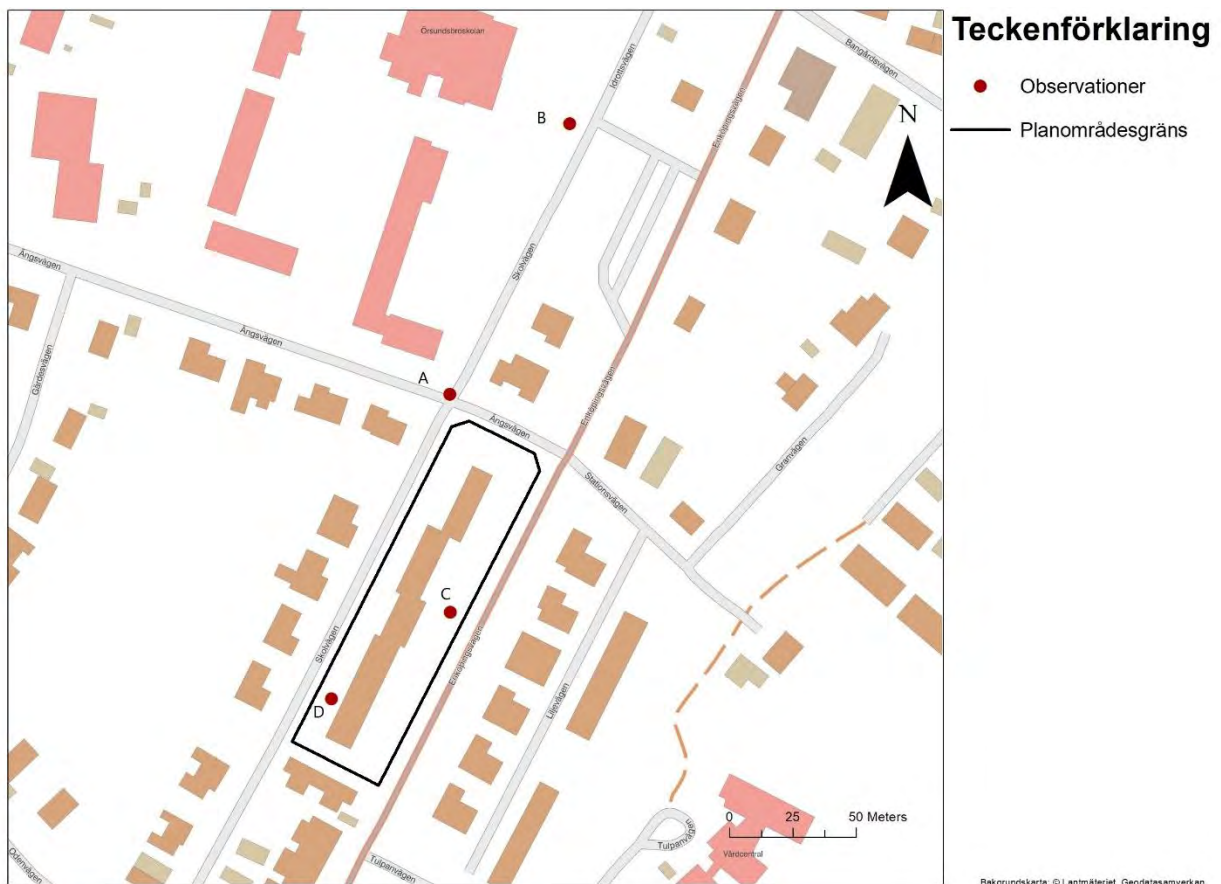
Planområdet ligger inom riksintresse för rörligt friluftsliv enligt 4 kap. 2 § (Länsstyrelsen, 2022a). Detta riksintresse bör dock inte påverka exploateringen av fastigheten som redan är bebyggd.

### 3.12 ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR

- Skolvägen bostäder – Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik, 2022-04-29
- Skolvägen bostäder – PM Geoteknik, 2022-04-29
- Miljöteknisk markundersökning – Rymningen 22:10, Örsundsbro, Enköpings kommun, 2022-04-22

### 3.13 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK

Ett fältbesök genomfördes 2022-11-25. Vid besök på platsen studerades två lågpunkter vid Örsundsbro skola, norr om planområdet i punkt A och B i Figur 9. Stående vatten noterades i korsningen mellan skolan och planområdet, på sidan som vetter mot skolgården samt längre norrut på skolgården, väster om Skolvägen, se Figur 10.



Figur 9. Orientering för observationer vid platsbesök den 22-11-25.





Figur 10. Till vänster: lågpunkt i sydöstra delen av Örsundsbro skolas skolgård. Till höger: lågpunkt öster om Örsundsbro skola och Örsundsbro bibliotek.

Slänten ned från Enköpingsvägen mot planområdet studerades, se punkt C i Figur 9 och Figur 11.



Figur 11. Slänt ned från Enköpingsvägen mot fastigheten (planområdet).

En dagvattenbrunn observerades inne på fastigheten, vilken saknas i det underlag som erhållits över befintliga ledningar, se punkt D i Figur 9 och Figur 12. Byggnaden noterades även ha utvändiga stuprör som leds direkt ned i marken, troligtvis till privata ledningar inne på fastigheten. Dessa privata ledningar antas ansluta till kommunalt ledningsnät via en gemensam servisanslutning mot Skolvägen, se avsnitt 3.3.



Figur 12. Observerad dagvattenbrunn inne på fastigheten. Hängränna och stuprör som leds direkt ned i marken. Då fältbesöket genomfördes på vintern då det låg snö på marken, var vattenmättade områden och stående vatten svårare att notera. Dessutom kan brunnar och trummor potentiellt ha legat gömda under snön.



## 4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

### 4.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

Planprocessen för fastigheten har pågått under en tid och ett antal olika förslag på illustrationsplaner har tagits fram i utredningsskede. Man har valt att gå vidare med ett gestaltungsförslag för situationsplanen från 2024-02-23, vilken ligger till grund för beräkningarna i dagvattenutredningen, se Figur 13. Enligt utredningsskissen ska två punkthus och två längor med radhus byggas och ytterligare parkeringsplatser längs mot Enköpingsvägen tillkomma. En boendegata som ansluter parkeringarna till Skolvägen tillkommer. Dessutom planeras uteplatser med träaltan framför radhusen.

Höjdsättningen efterliknar befintlig situation där marken även efter exploatering kommer luta från öst till väst.



Figur 13. Utredningsskiss för Rymningen 22:10, från 2024-02-23.

## 5 BERÄKNINGAR

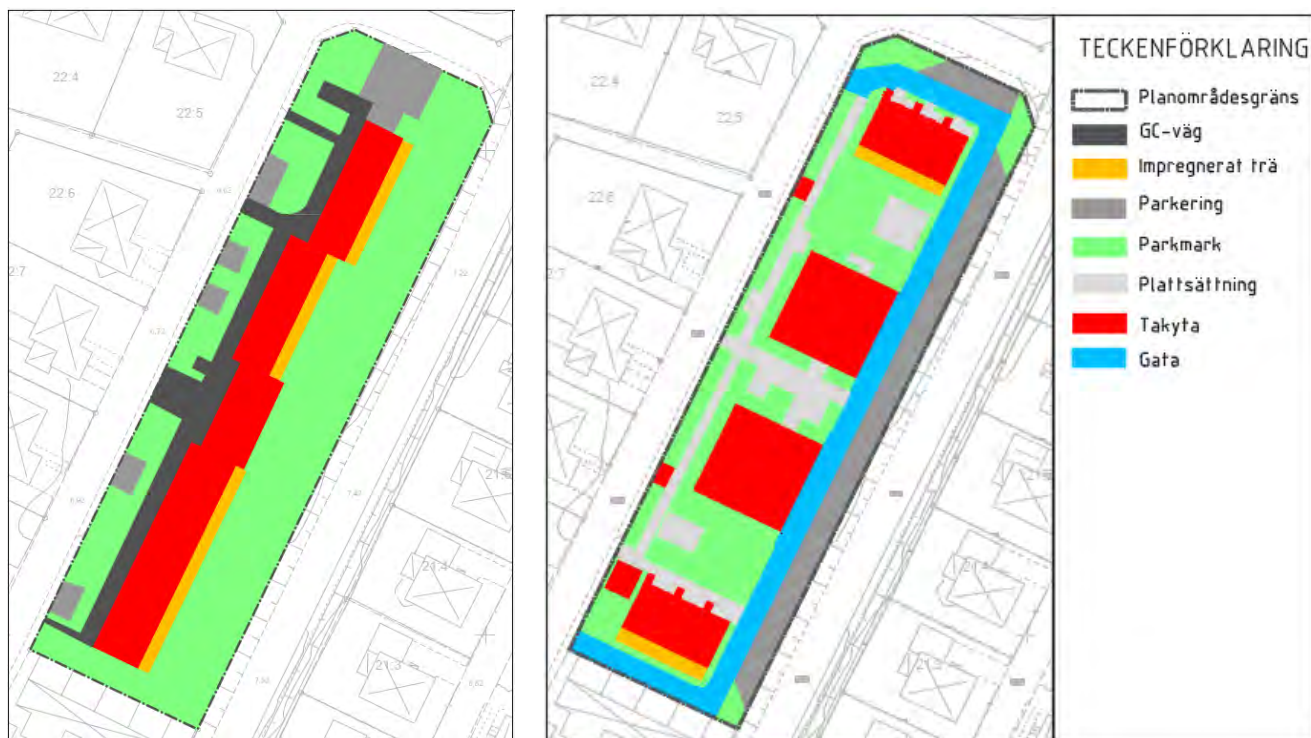
Flöden har beräknats för regn med återkomsttid 20 år. För tät bostadsbebyggelse är 20-årsregn dimensionerande flöde för trycklinje i marknivå (VA-huvudmans ansvar). Kommunen ansvarar för marköversvämning med skador på byggnader för 100-årsregn eller större regn (Svenskt vatten P110, 2016). En klimatkoefficient om 1,25 har tillämpats på dimensionerande flöde för planerad exploatering. En korrigerad årsnederbörd på 602 mm/år har använts. Årsnederbörden baseras på uppmätt årsnederbörd i Enköping år 1991-2020 (SMHI, 2022). Den korrigerade årsnederbörden är den uppmätta årsnederbörden multiplicerad med korrektionsfaktor 1,1 enligt SMHI:s metoder.

Enligt Enköping kommuns checklista för dagvattenutredning får dagvattenflödena inte öka i samband med exploateringen. Flödena ska enligt checklistan om möjligt heller inte överstiga avrinningen från motsvarande ett naturmarksområde (avrinningskoefficient 0 - 0,1). Då fastigheten i detta fall redan är bebyggd med relativt mycket grönytor, kan efter överläggande med VA-huvudman, målet om en maximal avrinning motsvarande naturmark, frångås.

### 5.1 BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING

Befintlig markanvändning har karterats med hjälp av ortofoto och platsbesök (2022-11-25). Markanvändningen idag bedöms bestå av parkering, parkmark, GC-väg, takyta och trätrall (impregnerat trä), se till vänster i Figur 14.

Framtida markanvändning har karterats utifrån illustrationsplanen enligt utredningsskissen från 2024-02-23. Markanvändningen efter förändring bedöms bestå av gata, parkering, parkmark, marksten med fogar (plattsättning), takyta och trätrall (impregnerat trä), se till höger i Figur 14.



Figur 14. Till vänster: Karterad befintlig markanvändning inom planområdet. Till höger: Planerad markanvändning inom planområdet.

Fördelning mellan olika markanvändning före och efter exploatering redovisas i Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 4. Befintlig markanvändning, reducerad area samt avrunnen årsvolym före förändring för planområdet. Årsvolymer redovisas avrundat till närmaste 10-tal.

Markanvändning	$\phi$	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Årsvolym (m <sup>3</sup> /år)
Asfalterad gångväg	0,8	0,069	0,055	330
Impregnerat trä	0,5	0,026	0,013	80
Parkering	0,8	0,033	0,026	160
Parkmark	0,1	0,31	0,031	190
Takyta	0,9	0,12	0,11	640
<b>Total</b>	0,42*	0,55	0,23	1400

\*sammanvägd avrinningskoefficient för planområdet

Tabell 5. Planerad markanvändning, reducerad area samt avrunnen årsvolym efter förändring för planområdet. Årsvolymer redovisas avrundat till närmaste 10-tal.

Markanvändning	$\phi$	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Årsvolym (m <sup>3</sup> /år)
Impregnerat trä	0,5	0,01	0,01	40
Parkering	0,8	0,08	0,06	370
Parkmark	0,1	0,17	0,02	100
Plattsättning	0,7	0,06	0,04	270
Takyta	0,9	0,14	0,12	750
Gata	0,8	0,09	0,07	440
<b>Total</b>	0,59*	0,55	0,33	1960

\*sammanvägd avrinningskoefficient för planområdet

## 5.2 DAGVATTENFLÖDEN

Beräkningar av dagvattenflöden har utförts för nuvarande markanvändning inom utredningsområdet och jämförs med beräknade dagvattenflöden genererade från den planerade markanvändningen. För att beräkna dimensionerande dagvattenflöden från områden används den rationella metoden:

$$qd_{dim} = A \cdot \phi \cdot i(tr) \cdot C$$

Där:

- $qd_{dim}$  = dimensionerande flödet
- $A$  = avrinningsområdets area (ha)
- $\phi$  = avrinningskoefficient
- $i(tr)$  = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)
- $tr$  = regnets varaktighet (min)
- $C$  = klimatfaktor

Varaktigheten har bestämts till 10 minuter med stöd av Svenskt Vatten publikation P110.

### 5.2.1 Dimensionerande flöde

Beräknade flöden för utredningsområdet, före och efter exploatering, ges i Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6. Markanvändning och dimensionerande flöden inom planområdet vid ett 20-årsregn (varaktighet 10 min) före förändring.

Markanvändning	Befintligt flöde (l/s)
Asfalterad gångväg	16
Impregnerat trä	4
Parkering	8
Parkmark	9
Takyta	31
<b>Total</b>	<b>67</b>

Tabell 7. Markanvändning och dimensionerande flöden inom planområdet vid ett 20-årsregn (varaktighet 10 min) efter förändring, med och utan hänsyn till klimatfaktor (kf).

Markanvändning	Framtida flöde (l/s)	Framtida flöde inkl kf (l/s)
Impregnerat trä	2	2
Parkering	17	22
Parkmark	5	6
Plattsättning	13	16
Takyta	36	45
Gata	21	26
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>117</b>

Beräkningarna visar att dagvattenflödet för planområdet uppgår till 94 l/s vid ett 10 min 20-årsregn. Dagvattenflödet vid framtida markanvändning uppgår till 117 l/s (inkl klimatfaktor) vid ett 10 min 20-årsregn.

## 5.3 FÖRDRÖJNINGSVOLYM

### 5.3.1 Erforderlig fördröjning, åtgärdsnivå 10 mm

För att planområdet ska bidra till att Örsundaåns MKN kan nås, krävs dagvattenanläggningar som begränsar tillförseln av föroreningar till dagvattensystemet och avskiljer dem på vattnets väg till recipienten. I samråd med kommunens VA-huvudman har det bedömts att en rimlig åtgärdsnivå baserat på exploateringsens karaktär, dagens markanvändning och kommunens dagvattenpolicy är 10 mm. Regn under 10 mm motsvarar att ungefär 75 % av årsavrinningen renas.

Den föreslagna åtgärdsnivån innebär att föreslagna anläggningar dimensioneras för att de första 10 mm vid ett regn ska omhändertas. Som jämförelse är i Stockholm stads åtgärdsnivån för dagvatten 20 mm. Då Örsundsbro är betydligt mindre tätbebyggt än innerstan i Stockholm, bedöms en åtgärdsnivå på 10 mm vara rimligt för den berörda fastigheten.

Beräkningar av fördröjningsbehov har genomförts enligt en åtgärdsnivå med 10 mm fördröjning, se Tabell 8. Detta innebär att systemen ska dimensioneras med en våtvolum på 10 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation.

Tabell 8. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive markanvändning inom planområdet med avseende på åtgärdsnivån 10 mm

Markanvändning	Reducerad area (ha)	10 mm volymkrav för rening (m <sup>3</sup> )
Impregnerat trä	0,0060	1
Parkering	0,061	6*
Parkmark	0,017	2
Plattsättning	0,045	4
Takyta	0,12	12
Gata	0,072	7
<b>Total</b>	<b>0,33</b>	<b>33</b>

\*Varav byte från asfalterad parkering till permeabel beläggning beräknas stå för omhändertagande av halva volymen

För att ta hänsyn till dessa anläggningar beräknas även ett dimensionerande flöde där varaktigheten är justerad med hänsyn till fyllnadstiden i planerade anläggningar (Stockholm Vatten och Avfall, 2017d). Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 10 mm efter ca 3 minuter. Därför adderas 3 minuter till utredningsområdets rinntid. Den dimensionerande varaktigheten för regn sattes till 13 minuter vilket inkluderar rinntid till lokala åtgärder, fyllnadstid i lokala åtgärder och rinntid från lokala åtgärder till utloppet. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn före och efter förändring samt flöde efter förändring med fördröjning av 10 mm redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Dimensionerande flöden inom planområdet 20-årsregn före förändring, efter förändring samt med efter applicering av planerade åtgärder. För samtliga detaljplaner har varaktigheten bestämts till 10 minuter utan hänsyn till åtgärder. Med hänsyn till åtgärder dimensionerade för 10 mm har varaktigheten bestämts till 13 minuter.

Befintligt flöde (l/s)	Framtida flöde (l/s)	Framtida flöde inkl kf (l/s)	Framtida flöde inkl 10 mm åtgärder inkl kf (l/s)
67	94	117	91

Enligt Enköpings kommuns checklista för dagvattenutredningar får flödet med hänsyn till förändrat klimat i framtiden inte öka i samband med exploatering. Tabell 9 visar att en flödesökning sker efter införande av dagvattenåtgärder enligt 10 mm-åtgärdsnivån. För att uppfylla flödeskravet finns två alternativ:

1. Ett fördröjningsmagasin med strypt utlopp placeras efter reningen av dagvattnet i de gröna lösningarna dimensionerade för 10 mm.
2. De gröna lösningarna utformas för mer än 10 mm. Lösningarna dimensioneras utifrån hur lång tid som dagvattnet behöver uppehållas i de gröna lösningarna innan de bräddar till det konventionella ledningsnätet.



### 5.3.2 Erforderlig fördröjning, ingen flödesökning

#### Alternativ 1:

För beräkning av fördröjningsbehovet vid ett 20-årsregn för ett fördröjningsmagasin med strypt utlopp används bilaga 10.6 till Svenskt Vattens publikation P110, enligt ekvation 9.1:

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

där

$V$  = specifik magasinsvolym [ $m^3/ha_{red}$ ]

$i_{regn}$  = regnintensitet för aktuell varaktighet [ $l/s,ha$ ] inklusive klimatfaktor

$t_{regn}$  = regnvaraktighet [min]

$t_{rinn}$  = rinntid [min]

$K$  = specifik avtappning från magasinet [ $l/s,ha$ ].

Avtappningen har multiplicerats med 2/3 vid beräkning av fördröjningsbehovet. Detta för att kompensera för att avtappningen inte är konstant. Regnvaraktigheten sattes till den förlängda rinntiden på 13 minuter, vilket inkluderar rinntid och fyllnadstid i lokala åtgärder samt rinntid från lokala åtgärder till utloppet. Den erforderliga magasinsvolymen för ett sådant fördröjningsmagasin redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. Total erforderlig magasinsvolym för att fördröja ett 20-årsregn efter planerad exploatering till befintligt flöde efter uppfyllnad i reningsåtgärder dimensionerade för 10 mm. Indata till beräkningen av magasinsvolymen redovisas.

Reducerad area (ha)	Rinntid (min)	Återkomsttid (år)	Klimatfaktor (kf)	Avtappning ( $l/s ha_{red}$ )	Erforderlig magasinsvolym ( $m^3$ )
0,3	13	20	1,25	151	19

Information saknas om såväl läget som nivån och dimensionen på fastighetens förbindelsepunkt för dagvatten. Om ett magasin med strypt utlopp väljs som fördröjningsåtgärd är det viktigt att i projekteringsskedet se över läget och nivån för att säkerställa både anslutning och höjdsättning av magasinet. Beroende på dimensionen på dagvattenservisen kan magasinets strypning behöva anpassas.

#### Alternativ 2:

Eftersom det finns mer utrymme för gröna lösningar i utredningskissen än vad som krävs utifrån reningskravet, har en ny beräkning utförts där åtgärderna istället för 10 mm utformas för 20 mm uppfyllnad. Volymkrav för att kunna hantera 20 mm dagvatten, inom respektive markanvändning av planområdet redovisas i Tabell 11. Undantaget är de gröna ytorna som tar emot takvattnet från de planerade radhusen vilka som utredningskissen ser ut, se Figur 13, bedöms ha svårt att ta emot mer än 10 mm.

20 mm uppfyllnad motsvarar vid ett 20-årsregn en dimensionerad varaktighet på 19 minuter. Implementering av 20 mm uppfyllnad för hela planområdet, med undantag från radhusen, medför enligt beräkningarna att flödet inklusive klimatfaktor minskas till 75  $l/s$ , vilket motsvarar ett flöde nära befintligt flöde på 67  $l/s$ .

Utifrån det tillgängliga utrymmet för gröna lösningar i planområdet bedöms ytterligare dagvatten utöver 20 mm kunna fördröjas och flödeskravet därmed uppfylls. Systemet bygger på en genomtänkt höjdsättning där dagvatten kan ledas till de gröna lösningarna där det kan ställa sig innan brädning sker till dagvattenledningsnätet. De gröna lösningarna presenteras närmare i föreslagen systemlösning enligt avsnitt 6.3



Tabell 11. Volymkrav för respektive markanvändning inom planområdet för att kunna omhänderta de första 20 mm\* vid ett 20-årsregn.

Markanvändning	Reducerad area (ha)	Nederbördsmängd som ska kunna hanteras (mm)	Volymkrav ingen flödesökning (m <sup>3</sup> )
Impregnerat trä	0,0060	20	1
Parkering	0,061	20	12**
Parkmark	0,017	20	3
Plattsättning	0,045	20	9
Takyta punkthus	0,075	20	15
Takyta radhus	0,043	10*	4
Takyta cykel	0,0068	20	1
Gata	0,072	20	14
<b>Total</b>	<b>0,33</b>		<b>59</b>

\*Gröna lösningar som tar emot takvattnet från radhusen antas kunna ta emot 10 mm

\*\*Varav byte från asfalterad parkering till permeabel beläggning beräknas stå för omhändertagande av halva volymen

## 5.4 FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN

Syftet med föroreningsberäkningarna är att uppskatta hur förändringen i markanvändning påverkar dagvattnets föroreningsinnehåll. Utifrån detta bedöms påverkan på recipienten.

Mängden föroreningar som detaljplaneområdet genererar i nuläget respektive efter förändring har beräknats med verktyget StormTac, version 24.1.2. Detta verktyg utgår från schabloner för olika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten).

Det är viktigt att notera att de värden som beräknas med StormTac är teoretiska värden, baserade på uppmätta värden från ett antal utredningar och forskningsstudier. Kvaliteten och mängden underlag varierar mellan olika mätningar och för olika ämnen. Säkerheten på flera av parametrarna är låg. Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden.

Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), suspenderad substans (SS) och benso(a)pyren (BaP).

Schablonerna som använts i StormTac är parkmark, parkering, takyta, gång- och cykelväg, lokalgata med kantsten och marksten med fogar. Dessutom användes en egen markanvändning för trätrallen där uppmätta nivåer för impregnerat trä från databasen användes i föroreningsberäkningarna. Då uppmätt nivå av BaP saknades för impregnerat trä användes den uppmätta nivån BaP för takyta istället.

Resultaten från beräkningarna för nuvarande situation och enligt planerad situation utan rening redovisas i Tabell 12 och Tabell 13.

Tabell 12. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för befintlig respektive framtida markanvändning inom planområdet. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Ökad belastning visas med röd markering.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Befintligt	0,14	2,6	0,011	0,048	0,1	0,00066	0,014	0,0061	52	0,000022
Framtida	0,20	3,5	0,017	0,052	0,14	0,00093	0,023	0,010	110	0,000062
Förändring (%)	43	35	55	8	40	41	64	64	112	182

Tabell 13. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för befintlig respektive framtida markanvändning inom planområdet.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Befintligt	87	1600	6,6	29	62	0,4	8,5	3,7	31000	0,013
Framtida	89	1600	7,6	24	66	0,42	10	4,6	49000	0,028

Beräkningarna av föroreningshalterna (i µg/l) inom planområdet visar enligt Tabell 13 på en ökning av samtliga undersökta ämnen med undantag från halten koppar som minskar samt kvävehalten som är oförändrad. Beräkningarna av föroreningsbelastningen (i kg/år) inom planområdet visar enligt Tabell 12 på en ökning av samtliga undersökta ämnen. I den framtida föroreningsbelastningen tas även hänsyn till ökade flöden.

## 6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

### 6.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

1. Höjdsättningen ska vara genomtänkt så att byggnader placeras på höjdparter och grönytor i lågstråken.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom i första hand att undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom fördröjning och upptagande i växter.
3. Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

Då dagvattnets föroreningsinnehåll i stor utsträckning är partikelbundet är reningseffekten i en dagvattenanläggning starkt sammankopplad till dess avskiljningsförmåga. Avskiljning skapas enklast genom sedimentering eller filtrering. Lösta ämnen kan reduceras genom omvandling via kemiska eller mikrobiologiska processer eller fastläggas genom ytkemiska processer. Näringsämnen kan reduceras genom upptag i vegetation.

Utifrån att planområdets recipient ej uppnår god ekologisk och kemisk status samt att föroreningsbelastningen till dagvattensystemet ska begränsas enligt dagvattenpolicyn, rekommenderas, för att uppnå MKN, rening av dagvatten utöver kraven på att ingen ökad föroreningstransport.

Då marken utgörs av lera är någon betydande infiltration av dagvatten inte möjlig. Istället ställs krav på hantering av dagvatten i tekniska lösningar.

## 6.2 BESKRIVNING AV FÖRESLAGNA DAGVATTENANLÄGGNINGAR

### 6.2.1 Infiltration i grönyta

Grönytor (exempelvis gräsmattor) kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten (Stockholm Vatten och Avfall, 2017e), se Figur 15. Dagvatten från hårdgjorda ytor bör avledas till grönytan på bred front. Genom att lägga rännalsplattor vid utkastare från stuprör sprids takdagvatten över gräsytan, se Figur 15. Både växtlighet och mark bidrar till flödesutjämning, rening och avledning.

Grönytor avsedda för infiltration kan utformas på flera olika sätt: med en väl-dränerad överyta, som en skålförmad gräsyta, eller som en vanlig gräsyta utan skålning. Grönytor med väl-dränerad överyta har hög infiltrationsförmåga. Anläggs ytan på mark med mindre genomsläpplig jord är det lämpligt att skapa en skålförm där vattnet tillfälligt kan bli stående och sakta infiltrera ner i marken. Lutningen på ytan bör inte överstiga fem procent. Med långsammare infiltration ökar förmågan att fastlägga föroreningar. Vegetationen ger ett bra skydd mot erosion och bidrar till att infiltrationskapaciteten kan upprätthållas.

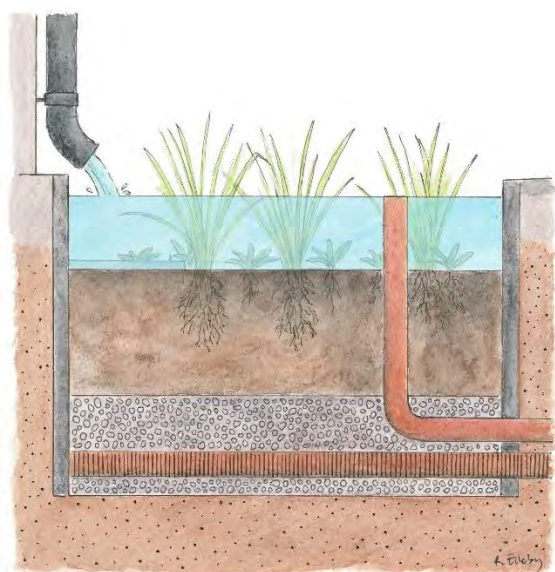


Figur 15: Olika exempel på infiltration i en vanlig grönyta. Till höger: Vattnet leds till grönytan på bred front. Ytan kan också göras skålförmad. Till vänster: Exempel på hur takvattnet leds till grönytan (Bilder: WRS).

### 6.2.2 Regnbäddar

Regnbäddar är en plats- och reningseffektiv metod för att omhänderta dagvatten. En regnbädd kräver underhåll och skötsel motsvarande en vanlig plantering med fleråriga växter. Principen är vegetationsbeklädda markbäddar med fördröjnings- och översvämningsszon där dagvatten tillåts infiltrera och renas (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Målet med regnbäddar är att efterlikna naturens förlopp och att med hjälp av fysisk, kemisk och biologisk aktivitet omhänderta och rena dagvatten och bidra till att en naturlig hydrologi uppnås i området. Genom att låta dagvatten ledas ut över vegetationsbeklädda ytor upptas framför allt fosfor och kväve av växterna samtidigt som de bidrar med avskiljning av partikulärt bundna föroreningar.

Regnbäddar kan anläggas som upphöjda och nedsänkta. Regnbäddar konstrueras för att tillåta en viss yttlig dämning av dagvatten ovanpå växtbäddens yta, se Figur 16. Regnbädden förses med en bräddbrunn för att förhindra översvämning av växtbädden. Beroende på infiltrationskapacitet och föroreningsbelastning i underliggande mark kan botten utföras tät eller öppen. En dräneringsledning bör oavsett alltid anläggas i botten av bädden.



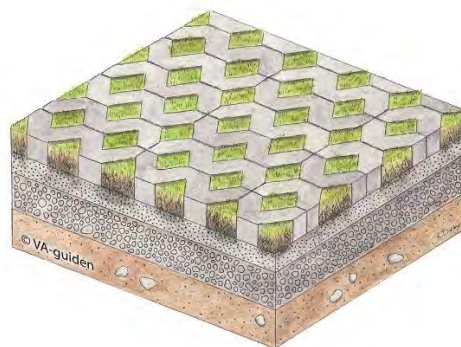
© VA-guiden



Figur 16. Till vänster: Principskiss över en regnbädd och stuprör med utkastare (Illustration: VA-guiden). Till höger: Exempel på en upphöjd regnbädd (Foto: WRS).

### 6.2.3 Genomsläpplig beläggning

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidra med flödesutjämning och rening av dagvatten. Exempel på genomsläpplig beläggning kan vara grus, beläggning med genomsläppliga fogar eller genomsläpplig asfalt. Beläggningen läggs på ett bärlager i makadam. Vattnet kan antingen avledas med dräneringsrör under beläggningen eller till grundvattnet om markens infiltrationsförmåga är god. Dagvattenlösningen används ofta på parkeringsplatser eller mindre gator (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b), se Figur 17.



Figur 17. Till vänster: Exempel på gräsarmerad betongbeläggning på parkeringsplats (Foto: WRS). Till höger: Principsskiss för genomsläpplig beläggning. Ytan byggs upp med ett bärlager av grov makadam i botten, eventuellt överlagrad av ett förstärkningslager och slutligen vald beläggning, i detta fall gräsarmerad betonghålsten (Illustration: VA-guiden).

### 6.2.4 Gräsbeklätt makadamdike

Ett makadamdike är ett grävt dike som fylls med makadam, det vill säga krossad och storleksordnat sten utan nollfraktion (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c), se Figur 18. I botten placeras ofta en dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet. I diken med dräneringsrör stärks reningseffekten om en sedimentationsvolym skapas genom att röret placeras en bit ovanför dikets botten. Flöden som är överstiger det dimensionerande kan avledas med hjälp av bräddbrunnar som placeras i kanten av diket.



Makadamdiken kan både ha en tät eller en öppen botten beroende på infiltrationskapaciteten i underliggande mark. Om makadamdiket anläggs med ett matjordslager med gräs ökar den biologiska reningen. Ett gräsbeklätt makadamdike fungerar i flera avseenden på samma sätt som ett infiltrationsstråk eller en växtbädd. Både partikelbundna och lösta föroreningar avskiljs när vattnet infiltreras i marken.



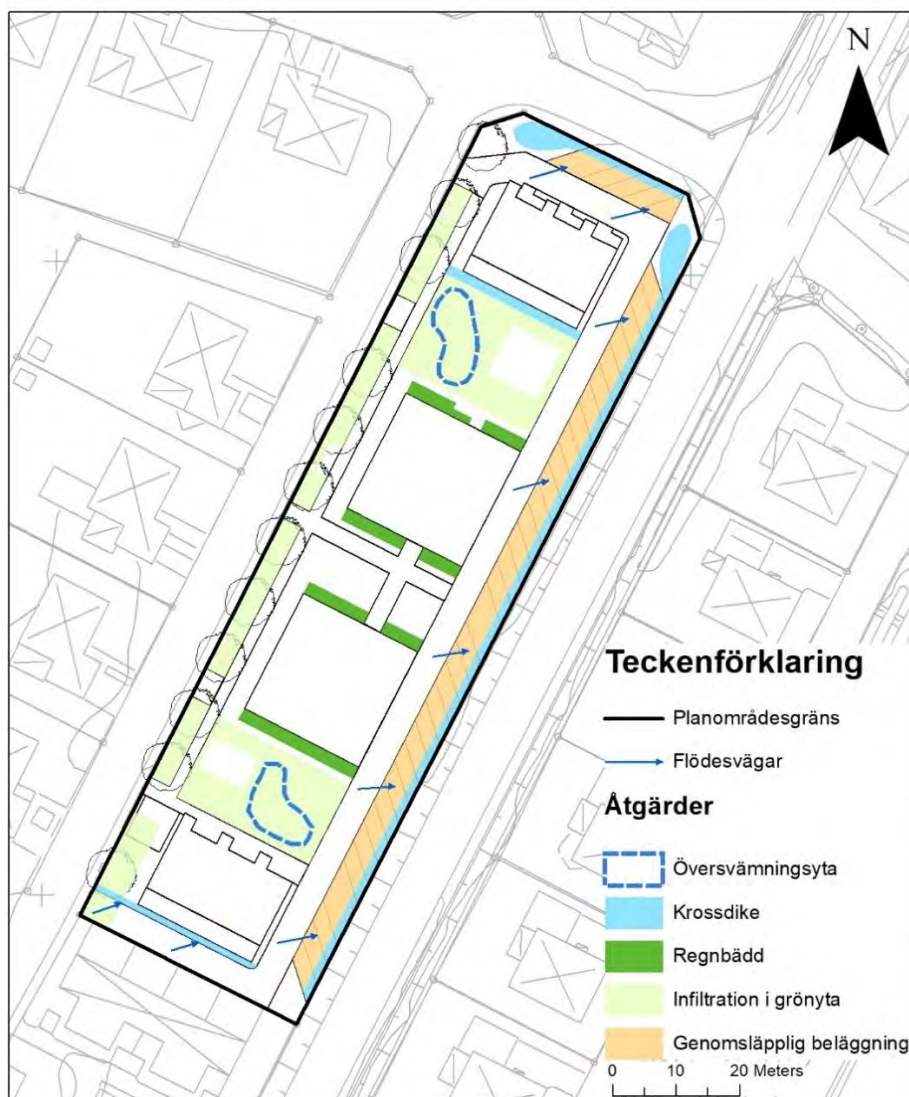
Figur 18. Till vänster: Principskiss av ett makadamdike uppbyggt med dräneringslager med makadamfyllning, övergångslager, matjord och gräs (Illustration: VA-guiden). Till höger: Exempel på ett infiltrationsstråk vid en parkeringsyta (Bild: VA Syd).

### 6.3 SYSTEMLÖSNING

Den föreslagna systemlösningen bygger på åtgärder som både har en renande och fördröjande förmåga. Dagvattenanläggningar som hanterar minst de första 10 mm nederbörd föreslås genomgående i hela planområdet. Systemlösningsfiguren visar vilka ytor som kan användas till dagvattenhantering, Figur 19.

Dagvattnet från parkeringsytorna renas och fördröjs i första hand genom att konventionell asfalt ersätts med genomsläpplig beläggning där dagvattnet kan infiltrera. I andra hand avleds dagvattnet till gräsbeklädda makadamdiken längs med planområdets norra och östra gräns. Även dagvattnet från gatan och träaltanerna leds till gräsbeklädda makadamdiken. Planteringsytorna i anslutning till punkthusen nyttjas i sin tur som regnbäddar dit takytorna leds via stuprör och utkastare för rening och fördröjning. Dagvattnet från gångarna med plattsättning och från taket till cykelparkeringarna leds till närliggande grönytor. Även takvattnet från radhusen leds via stuprör och utkastare till grönytor.

För att kunna hantera kraftiga regn föreslås grönytor mellan radhusen och punkthusen utformas som översvämningssytor.



Figur 19. Systemlösning för planområdet med regnbäddar för hantering av takvatten från punkthusen, infiltration i grönyta för hantering av dagvatten från cykelparkeringarna, de stenbelagda gångarna och takvattnet från radhusen, genomsläpplig beläggning på parkeringsytorna, gräsbeklätt makadamdike för hantering av dagvatten från parkering, gata och träaltanerna samt översvämningsytor på grösyterna.

## 6.4 DIMENSIONERING AV DAGVATTENANLÄGGNINGAR

I Tabell 14 redovisas dimensioneringsparametrar för olika dagvattenanläggningar som kan implementeras inom planområdet, samtliga dimensionerade för att rena och fördröja de första 10 mm nederbörd som faller under ett regn.

Tabell 14. Dimensioneringsparametrar för olika dagvattenanläggningar, dimensionerade för att ta emot de första 10 mm nederbörd inom planområdet.

Anläggningstyp	Antaget ytmagasin (mm)	Antaget djup på poröst lager (mm)	Antagen dränerbar porositet (poröst lager) (%)	Ytbehov anläggning per hårdgjord avrinningsyta (%)
Regnbädd	80	500	15	6
Gräsbeklätt makadamdike	50	500	30	5
Infiltration i grönyta	-	-	-	13



Ytbehovet av de olika dagvattenanläggningarna för att omhänderta de första 10 mm av regnet från takytorna, trätrallen, parkeringen, gatan och de stenbelagda ytorna redovisas i Tabell 15. I tabellen har dagvattenhantering för parkeringen beräknats utifrån förutsättningen att hela den asfalterade ytan ersätts med genomsläpplig beläggning.

Utöver 10 mm volymkravet har ett ytbehov tagits fram för det utökade förslaget som beräknats för att uppnå flödeskravet, se kursiverad kolumn i Tabell 15. För att klara av flödeskravet om att inte öka flödet efter förändringen föreslås det gräsbeklädda makadamdike som tar emot gatuvattnet dimensioneras för att ta mer än 20 mm. Genom att luta dikena mot grönytorna i de norra hörnen av planområdet, och utforma dessa ytor skålade, kan ytterligare vatten ställa sig där. Det är i projekteringsskedet viktigt att se över höjdsättningen av planområdet och avledning till ledningsnätet så att dagvattnet leds till föreslagna åtgärder samt att bräddning till ledning sker när systemen fylls upp.

Ytorna som föreslås användas till dagvattenhantering i Figur 19, vilka sammanfaller med de gröna ytorna i utredningsskissen, är generellt större än de ytbehov som tagits fram i beräkningarna.

Tabell 15. Totalt beräknat ytbehov för olika dagvattenanläggningar för att rena dagvattnet från respektive markanvändning samt för att klara flödeskravet inom planområdet.

Markanvändning	Reducerad area (ha)	10 mm volymkrav (m <sup>3</sup> )	Dagvattenanläggning	Ytbehov rening (m <sup>2</sup> )	Ytbehov flödeskrav (m <sup>2</sup> )
Impregnerat trä	0,0060	1	Gräsbeklätt makadamdike	3	6
Parkering*	0,061	3	Gräsbeklätt makadamdike	15	30
Parkmark	0,017	2	-	-	-
Plattsättning (marksten med fogar)	0,045	4	Infiltration i grönyta	56	112
Takyta punkthus	0,075	7	Regnbädd	48	97
Takyta radhus	0,043	4	Infiltration i grönyta	53	53
Takyta cykelparkering	0,0068	1	Infiltration i grönyta	9	17
Gata	0,072	7	Gräsbeklätt makadamdike	36	72

\*Genomsläpplig beläggning

## 6.5 FÖRORENINGSBELASTNING EFTER ÅTGÄRDER

Reningsåtgärder för att rena de första 10 mm nederbörd i regnbädd, gräsbeklätt makadamdike samt infiltration i grönyta har applicerats i StormTac. Dessutom har den asfalterade parkeringsytan ersatts med genomsläpplig beläggning i StormTac. Reningseffekten hos föreslagna lösningar redovisas i Tabell 16. Föroreningsberäkningarna utgår från schablonvärden och resultaten från StormTac som redovisas är att betrakta som en grov uppskattning av den verkliga situationen. StormTac tar inte hänsyn till perkolation, vilket medför att den faktiska reningseffekten troligt kan vara större än den som redovisas i Tabell 16.

Tabell 16. Reningseffekt (%) för föreslagna åtgärder som renar de första 10 mm nederbörd (StormTac v 24.1.2).

Åtgärd	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
<b>Regnbädd (6 % av reducerad yta)</b>	47	43	60	57	66	66	49	58	49	68
<b>Makadamdike (5 % av reducerad yta)</b>	34	37	51	48	55	58	49	47	48	43
<b>Infiltration i gräsyta (12,5 % av reducerad yta)*</b>	33	32	39	36	60	32	41	45	50	26
<b>Genomsläpplig beläggning (hela parkeringen)</b>	81	85	83	86	97	84	84	79	94	87

\*Reningseffekten för infiltration i gräsyta baseras på gräsdike i StormTac.

Regn under 10 mm motsvarar ungefär 75 % av årsavrinningen. Det betyder att merparten av allt vatten som uppstår inom fastigheten renas, men att det vid större regn kommer rinna förbi vatten som går rakt på ledningen utan rening. I beräkningarna av föroreningsbelastningen och föroreningshalterna har detta tagits hänsyn till. Föroreningsbelastningen och föroreningshalterna för befintlig markanvändning och framtida markanvändning efter rening redovisas i Tabell 17 respektive Tabell 18. För föroreningsbelastningen redovisas även den procentuella förändringen för den framtida situationen efter rening. Som jämförelse redovisas föroreningsbelastning och föroreningshalter motsvarande naturmark. I StormTac har schablonen blandat grönområde använts till detta.

Tabell 17. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för befintlig och för framtida markanvändning efter rening inom planområdet. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Föroreningsbelastningen om hela planområdet hade utgjorts av naturmark redovisas som jämförelse.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
<b>Jämförelse naturmark</b>	0,051	0,66	0,0022	0,0049	0,014	0,000099	0,00080	0,00063	17	0,0000037
<b>Befintligt</b>	0,14	2,6	0,011	0,048	0,10	0,00066	0,014	0,0061	52	0,000022
<b>Framtida med rening</b>	0,10	2,0	0,0057	0,021	0,038	0,00039	0,0096	0,0043	31	0,000024
<b>Förändring med rening (%)</b>	-29	-23	-48	-56	-62	-41	-31	-30	-40	-9

Tabell 18. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för befintlig och för framtida markanvändning efter rening inom planområdet. Föroreningshalterna om hela planområdet hade utgjorts av naturmark redovisas som jämförelse.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
<b>Jämförelse naturmark</b>	72	940	3,1	6,9	20	0,14	1,1	0,89	24000	0,0052
<b>Befintligt</b>	87	1600	6,6	29	62	0,40	8,5	3,7	31000	0,013
<b>Framtida med rening</b>	50	980	2,8	10	19	0,19	4,8	2,1	15000	0,012

Vid införande av föreslagna dagvattenåtgärder minskar föroreningsbelastningen efter rening för samtliga undersökta ämnen, se Tabell 17. Föroreningsbelastningen efter rening är fortfarande högre än om hela planområdet hade utgjorts av naturmark. Gällande fosforbelastningen innebär appliceringen av 10 mm dagvattenhantering en total minskning med ca 30 % för planområdet. Den minskade fosforbelastning från planområdet till recipienten bidrar till Länsstyrelsens angivna förbättringsbehov för fosfor för att på sikt nå recipientens MKN. Då planområdet utgör en liten andel av recipientens avrinningsområde, är planområdets bidrag till det totala förbättringsbehovet motsvarande litet.

Även föroreningshalterna minskar jämfört med befintlig situation efter införande av reningsåtgärderna för samtliga uppmätta ämnen, se Tabell 18. Då värdena beräknade i StormTac baseras på flera osäkra parametrar är det svårt att göra en exakt jämförelse med om planområdet hade utgjorts av naturmark. En slutsats kan dock dras om att genom att införa ett dagvattensystem som efterliknar naturligt avrinning kan ett utflöde som närmar sig naturligt vatten erhållas.

Föroreningsberäkningarna baseras på applicerade dagvattenåtgärder motsvarande det beräknade ytbehovet för att fördröja de första 10 mm nederbörd. Om dagvattenåtgärder anläggs dimensionerade efter ytbehovet för att uppnå flödeskravet enligt Tabell 15 förväntas föroreningsbelastningen reduceras ytterligare. Motsvarande medför att om en större yta anläggs som regnbädd ur estetisk synpunkt eller

för att gynna vegetationen kan reningseffekten öka ytterligare. Om man däremot stannar vid 10 mm rening överallt och istället löser flödeskravet med ett underjordiskt fördröjningsmagasin sker ingen ytterligare rening.

## 6.6 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL

Vid extrem nederbörd är dagvattenåtgärder samt ledningsnät överbelastade och dagvatten avrinner ytligt. Genom att höjdsätta byggnaderna så att de ligger högre än omkringliggande mark, minskas riskerna för skador om vatten skulle rinna över eller bli stående inom fastigheten. Omgivande grönytor inom planområdet kan på så sätt fungera som översvämningssytor.

Risk för översvämning kommer från två håll; nedströms från stigande vattennivåer och uppströms genom extrema skyfall (Svenskt Vatten P110, 2016). Utifrån skyfallskartering i beräkningsprogrammet Scalgo finns inga översvämningssdrabbade lågpunkter inom planområdet, se Figur 8. Planområdet förväntas heller inte påverkas i framtiden av översvämning från recipienten. Genom att nyttja grönytorna inom planområdet som översvämningssytor avlastas däremot lågpunkten på skolgården nedströms planområdet, se Figur 8.

## 7 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

### 7.1 FLÖDESUTJÄMNING

Dagvattenutredningen föreslår ett antal åtgärder för att hantera dagvatten. Genom att tillämpa regnbäddar, gräsbeklädda makadamdiken och infiltration i grönytor tillåts dagvattnet att fördröjas och tas upp av växter på sin väg bort från området. Trögheten i de gröna systemen ger en fördröjande effekt som minskar flödestoppar till ledningsnätet. Växtupptag, avdunstning och infiltration i de gröna systemen minskar samtidigt den totala avrinningen från området och bidrar därmed till en mer naturlig vattenbalans.

Dimensionering av gröna lösningar för att omhänderta de första 10 mm vid ett regn räcker inte för att uppnå flödeskravet. Ett förslag på utformning av de gröna lösningarna med tillhörande fördröjningsvolym som uppfyller flödeskravet redovisas i denna utredning. I detaljprojekterings-skedet bör dock en ny flödesberäkning göras för att säkerställa att utflödet inte ökar.

Genom att nyttja tillgängliga gröna ytor i utredningsskissen till dagvattenhantering, vilka är större än ytbehoven, kan en flödesminskning säkerställas även då ett förändrat klimat i framtiden tas hänsyn till.

### 7.2 MILJÖKVALITETSNORMER

Föroreningsberäkningarna visar att förändringen kommer leda till en ökad föroreningstransport av de flesta undersökta ämnen som avrinner till Örsundaån om inga reningsanläggningar anläggs. Med rening av de första 10 mm nederbörd i föreslagna anläggningar nära källan beräknas föroreningsbelastningen från planområdet till recipienten att minska för samtliga ämnen jämfört med befintlig situation. Om dagvattenåtgärder dimensioneras efter ytbehovet för att uppnå flödeskravet förväntas föroreningsbelastningen reduceras ytterligare.

En minskad belastning bedöms som positiv för Örsundaån och bidrar till en ökad status, vilket är en förutsättning för att nå satta miljö kvalitetsnormer för recipienten.

### 7.3 SKYFALL

För att kunna implementera föreslagna dagvattenåtgärder, krävs en genomtänkt höjdsättning där marken lutar ut från byggnaderna mot ytorna för dagvattenhantering. Genom att sänka ned grönytorna skapas översvämningssytor som skyddar bebyggelse vid ett 100-årsregn. Dessutom avlastas lågpunkten på skolgården nedströms planområdet.



## 8 FORTSATT ARBETE

I samband med projektering av planområdet bör fastighetens servisanslutning för dagvatten säkerställas. Avledning från föreslagna dagvattenåtgärder ut mot dagvattennätet behöver utredas vidare i projekteringskedet.

Höjdsättningen behöver anpassas så att marken lutar från byggnaderna och parkeringsytan ut mot föreslagna ytor för dagvattenhantering.

Exakt placering och utformning av föreslagna översvämningssytor behöver utredas i kommande skede.

I detaljprojekteringskedet bör nya flödesberäkningar göras för att säkerställa att utflödet inte ökar.

Möjligheterna att anlägga underjordiska fördröjningsåtgärder så som makadamdiken och nedsänkta regnbäddar behöver kontrolleras genom kompletterande inmätning av grundvattennivåer under projekteringskedet. Förslagsvis utförs grundvattenmätningarna utanför planerade punkthus där regnbäddar har föreslagits.

## 9 REFERENSER

- Länsstyrelsen. (2022a). *WebbGIS*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=9ff5d99bf7a540d8b802113bd450249e> 2022-12-12.
- Länsstyrelsen. (2022b). *EBH-kartan*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c> 2022-12-02.
- Länsstyrelsen Västmanlands län. (2021). *Örsundaåns åtgärdsområde - underlag till åtgärdsprogram*. Hämtat från <https://docplayer.se/111408794-Orsundaans-atgardsomrade-underlag-till-atgardsprogram.html> 2024-04-03.
- SGU. (2022a). *Jordartskartan*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>. Tillgänglig 2022-12-02.
- SGU. (2022b). *Kartvisare genomsläplighet*. Hämtat från <http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>. Tillgänglig 2022-12-02.
- SMHI. (2022). *Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020 [Online]*. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775>. Tillgänglig 2022-12-15.
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017a). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>. Tillgänglig 2023-01-03
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017b). *Genomsläpplig beläggning*. Hämtat från <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf>. Tillgänglig 2022-12-20.
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017c). *Makadamdike*. Hämtat från [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md_h.pdf). Tillgänglig 2023-01-03
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017d). Hämtat från [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/bilaga\\_typexempel\\_v1-1.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/bilaga_typexempel_v1-1.pdf). Tillgänglig 2023-01-11.
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017e). *Infiltration i grönyta*. Hämtat från [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infigron_h.pdf). Tillgänglig 2024-03-26
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
- VISS. (2024). Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33501891> 2024-03-28.
- WSP. (2022a). *Skolvägen bostäder - Markteknisk undersökningsrapport (MUR) - Geoteknik, 2022-04-29*.
- WSP. (2022b). *Skolvägen bostäder - PM Geoteknik, 2022-04-29*.
- WSP. (2022c). *Miljöteknisk markundersökning - Rymningen 22:10, Örsundsbro, Enköpings kommun, 2022-04-22*.

## VI ÄR WSP

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

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

[wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Samuel Permans gata 8  
83131 Östersund  
Besök: Samuel Permans gata 8

T: +46 10-722 50 00  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

