

PEAB BOSTAD AB

DETALJPLAN BAHCOSKOLAN

DAGVATTENUTREDNING

Enköping

2023-10-12



DETALJPLAN BAHCOSKOLAN

Dagvattenutredning

Peab Bostad AB

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Axel Krögerström – axel.krogerstrom@wsp.com

Julia Andersson – julia.a.andersson@wsp.com

Anna Nygren - anna.nygren@peab.se

Ludmilla Brandt - ludmilla.brandt@peab.se

PROJEKT

UPPDRAGSNAMN

DP Bahcoskolan Enköping -
Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER

10358306

FÖRFATTARE

Julia Andersson & Axel Krögerström

DATUM

2023-10-12

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Embla Myrdal

GODKÄND AV

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	5
2	Bakgrund	7
3	Underlag och tidigare utredningar	7
4	Förutsättningar för dagvattenhantering	8
5	Befintliga förhållanden	8
5.1	Övergripande beskrivning	8
5.2	Topografi	9
5.3	Geologiska och Hydrogeologiska förhållanden	10
5.4	Förorenad mark	11
5.5	Avrinningsområde	11
5.6	Flödesvägar och instängda områden	12
5.7	Befintliga dagvattenanläggningar	14
5.8	Verksamhetsområde och Dikningsföretag	17
5.9	Recipient och recipientstatus	17
5.10	Områdesskydd	19
5.11	Övriga genomförda utredningar	19
6	Framtida förhållanden	19
6.1	Planerade förändringar	19
6.2	Framtida klimat – Havs- och vattennivåer	21
7	Beräkningar av flöden och föroreningar	22
7.1	Beräkning av dimensionerande flöden	22
7.2	Beräkning av fördröjningsvolym	23
7.3	Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll	23
8	Förslag till dagvattenhantering	26
8.1	Övergripande principer	26
8.2	Systemlösning	27
8.2.1	Växtbäddar	27
8.2.2	Makadammagasin	29
8.2.3	Dike med makadambotten	29
9	Hantering av Skyfall	31

10 Konsekvenser av föreslagna åtgärder	36
11 Slutsatser	39
11.1 Behov av vidare utredning	39
12 Referenser	40

1 SAMMANFATTNING

På uppdrag av PEAB Bostad AB har WSP tagit fram en dagvattenutredning som underlag för en detaljplan omfattande fastigheterna Fanna 32:33, Fanna 32:34, del av Fanna 2:100 och del av Bergvreten 1:32. Planerad exploatering innebär en skolbyggnad med omgivande skolgård, odlingsytor, växthus, cykelparkering samt diverse ytor för barnlek. Utöver detta planeras även en parkeringsplats samt ytor för hämtning/lämning och leveranser. Huvudsyftet med dagvattenutredningen är att klargöra vilka konsekvenser den föreslagna exploateringen får avseende dagvattenflöden, föroreningar och skyfall. I utredningen ska även översvämningssrisker analyseras samt förslag till dagvatten- och skyfallshantering föreslås.

Aktuellt planområde är cirka 1,3 hektar stort och ligger cirka 1,5 km öster om Enköping centrum. Planområdet avgränsas i sydväst av en gång och cykelväg, i sydöstra hörnet av en vändplan och längs östra samt nordliga gränsen naturområde.

Sveriges geologiska undersöknings kartverktyg visar att området till största del består av del av glacial lera med låg genomsläpplighet samt två små partier bestående av sandig morän och urberg, båda klassade som medelhög genomsläpplighet. Jordens skattade jorddjup varierar mellan 5 till 20 meter i större delen av planområdet och 0 meter ovan urberget. Området är relativt flackt och varierar mellan 10 och 12,5 meter över havet. Tidigare industriverksamhet har bedrivits i närheten av planområdet och en liten del av planområdet har sanerats. Grundvattennivåerna inom utredningsområdet är okända vid upprättandet av dagvattenutredningen.

Områdets recipient är Enköpingsån som har måttlig ekologisk status samt uppnår ej god kemisk status. Området berörs ej av några speciella skyddskrav men intill planområdet finns ett antal ekar som ska bevaras, vars rotsystem sträcker sig in i planområdet och ska skyddas. Planerad bebyggelse förväntas ej beröras av höga flöden i Enköpingsån. Utredningen föreslår att skyfall från planområdet avleds med hjälp av ett dike längs södra planområdesgränsen ut från området. Skyfall från uppströms områden föreslås ledas förbi planområdet i ett dike längs norra planområdesgränsen. Vid dikenas slut bräddar skyfallet sedan upp på vändplanerna i nordvästra delen av skolområdet och leds sedan vidare ut på gatan, likt dagens situation. Nedströms området föreslås en styrning samt fördröjning i naturmarksytor.

För att kunna göra en bedömning av vilka flöden som genereras inom planområdet, före exploatering och efter exploatering, har området delats in i olika typer av markanvändning utifrån förmåga att generera yttlig avrinning. Den reducerade arean förväntas öka från 0,13 till 0,76 ha, det vill säga en ökning med cirka 485 %. Den förändrade markanvändningen innebär att även 20-årsflödet ökar med cirka 630% med klimatfaktor. För dagvatten som leds till det kommunala ledningsnätet har fördröjningsvolymen beräknats enligt VA-huvudmannens krav att ett framtida 20-årsflöde med klimatfaktor ej ska överstiga ett befintligt 20-årsflöde. Totalt motsvarar det en fördröjning på cirka 232 m³ inom planområdet.

För att omhänderta tillkommande flöden har utredningen tagit fram förslag på hantering. Dagvatten föreslås hanteras genom fördröjning och rening i olika dagvattenlösningar. Dagvatten från gator, parkeringar och takytor föreslås omhändertas i växtbäddar, dagvatten från skolgården i gräsbeklädda makadamdiken och dagvatten från skolgården i ett makadammagasin.

Föreslagna åtgärder uppfyller fördröjningskraven men grova föreoreningsberäkningar i StormTac visar att föroreningarna generellt ökar. Recipienten är känslig för ökad tillförsel av näringsämnen och därför rekommenderas dagvattenåtgärder med relativt högt näringsämnesupptag, exempelvis växtbäddar och makadammagasin. Planområdets cirka 1,3 ha utgör endast 0,08 ‰ av Enköpingsåns avrinningsområde. Ett genomförande av planen antas ge en så pass liten effekt att det inte kommer

kunna detekteras genom mätningar i recipienten. Den ökade belastningen påverkar därför inte möjligheterna att nå satta MKN.

2 BAKGRUND

På uppdrag av PEAB Bostad AB har WSP tagit fram en dagvattenutredning som underlag inför samråd. Området omfattas av gällande detaljplan "Fanna 32:9, m.fl.", vilken bostadsbebyggelse och en genomfartsgata är planlagda. Gällande detaljplan är cirka tio år gammal men är ej genomförd. Den nya detaljplanen omfattas av en grundskola, Bahco-skolan, idrottshall, skolgård, parkering samt angöring. Huvudsyftet med dagvattenutredningen är att klargöra vilka konsekvenser den föreslagna exploateringen får avseende dagvattenflöden, föroreningar och skyfall. I utredningen ska även översvämningsrisker analyseras samt förslag till dagvatten- och skyfallshantering föreslås.

Området består i dagsläget huvudsakligen av naturmark. Området är drygt 1,3 hektar stort.



Figur 1. Översiktsbild över detaljplaneområdet (i rött). Bildkälla: Lantmäteriet (2023).

3 UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

- Checklista för dagvattenutredning, erhållen av Enköpings kommun 2023-05-23
- Dagvattenpolicy – Enköpings kommun, 2015
- Miljötekniska undersökningar, Fördjupad riskbedömning och Åtgärdsutredning, Fanna 32:9, Enköping – Geosigma AB, 2012a
- Miljökontrollplan, Efterbehandling av förorenade massor på fastigheten Fanna 23:9, Enköping – Geosigma, 2012b
- Illustrationsplan – Brunnberg & Forshed Arkitektkontor AB, 2023-09-12

4 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

Enköpings kommun antog år 2015 en dagvattenpolicy och år 2022 togs det fram en dagvattenplan för kommunen. Denna utredning har utgått från dessa två dokument samt en checklista erhållen av kommunen.

Enligt dagvattenpolicyn ska 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.

I dagvattenplanen tillkommer bland annat följande:

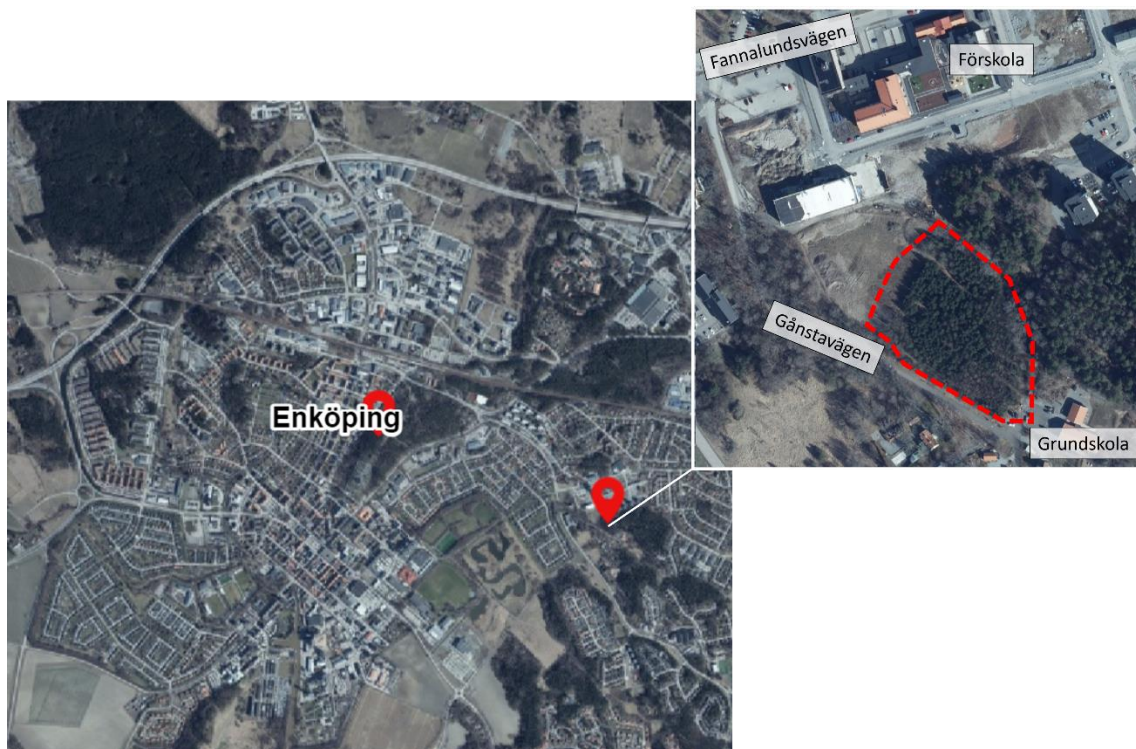
- Dagvatten fördröjas så att flödet inte ökar jämfört med före exploatering.
- Avrinning ska så långt som möjligt inte överstiga avrinningen från naturmark.
- Dagvattenanläggning ska vid ny- och ombyggnation dimensioneras utifrån rådande Branschstandard (Svenskt Vattens publikationer)
- Gröna stråk ska planeras så att de vid stora regnmängder kan magasinera regnvatten, men under andra förhållanden erbjuda andra parkkvaliteter så som yta för lek, rekreation och grön infrastruktur.
- I första hand ska dagvatten fördröjas och renas nära källan genom lokala, öppna dagvattenlösningar eller infiltrationslösningar på kvartersmark och allmän mark.

5 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

5.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Utredningsområdet är beläget i östra Enköping och utgörs av fastigheterna Fanna 32:33, Fanna 32:34 och delar av Fanna 2:100. Området är cirka 1,3 ha och ska bebyggas med en grundskola med tillhörande idrottshall och skolgård. Området ramas in av en befintlig grundskola och villor i söder, naturområden i öst och väst samt ett mindre bebyggelsekluster i norr, se Figur 2.

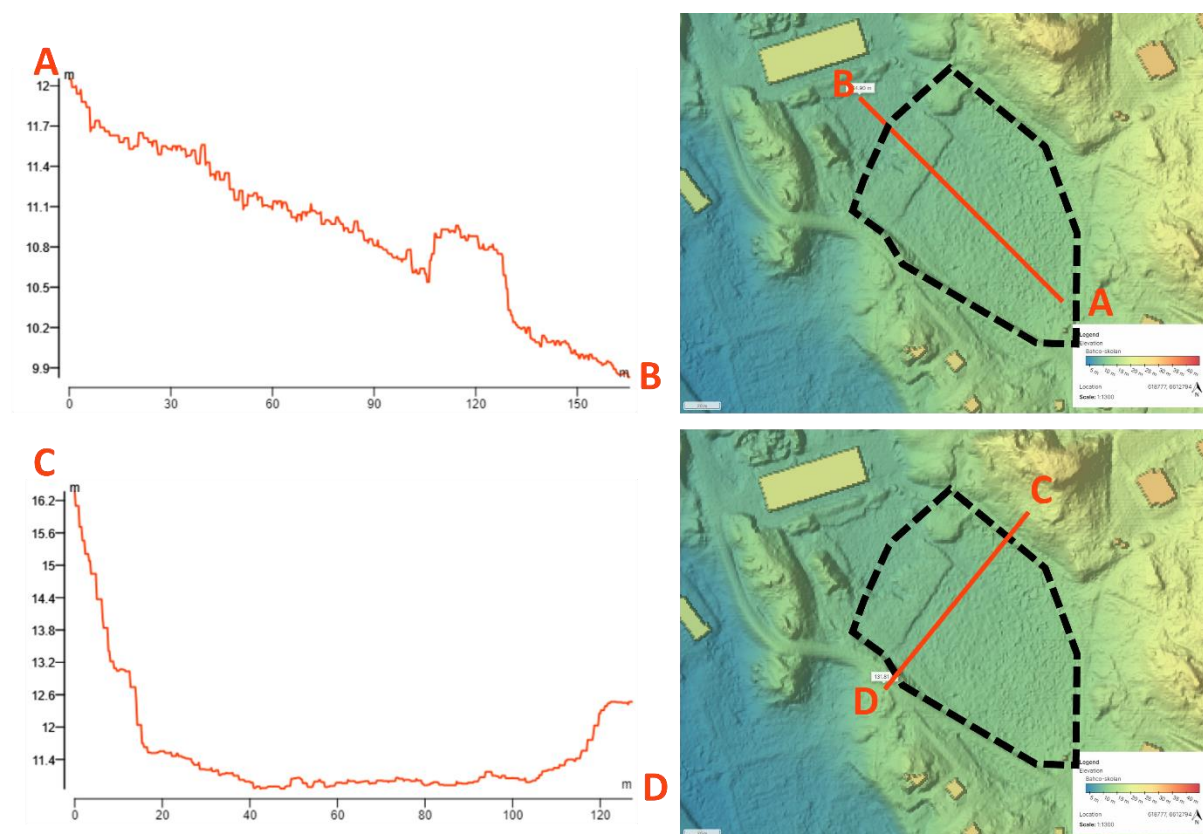
Stadsdelen var fram till tidigt 2000-tal verksamhetsområde för industrin Bahco-verktyg och sedan dess äger Peab marken. Utredningsområdet i sig består av tidigare odlingsmark som idag är slyigt skogsområde.



Figur 2. Översiktsbild över utredningsområdet i rött och dess lokalisering i Enköping. Bildkälla: Lantmäteriet (2023).

5.2 TOPOGRAFI

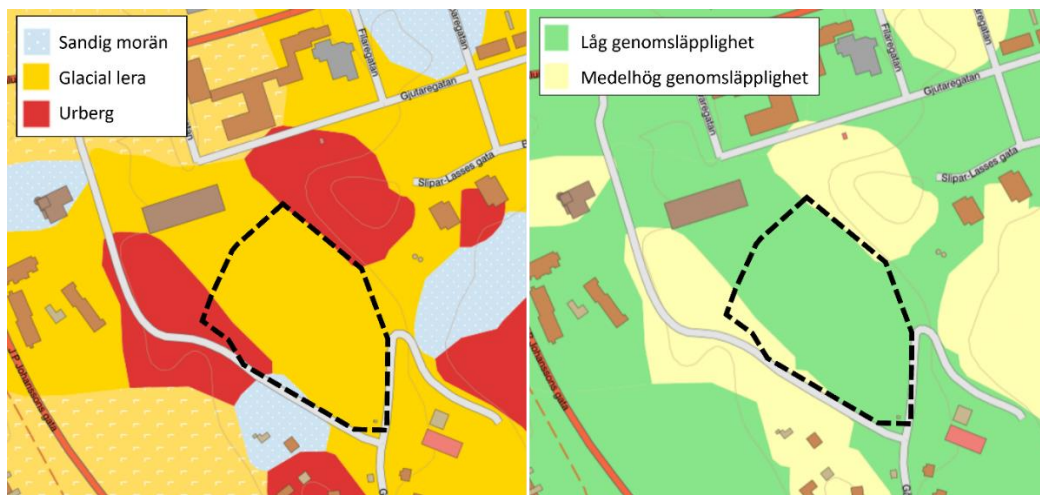
Topografin inom utredningsområdet visas i Figur 3. Marken sluttar i nordvästlig riktning och kantas av högre partier i nordöst och sydväst. Marknivåerna varierar mellan cirka +10–12,5 m.



Figur 3. Tvärsnitten A-B och C-D visar topografin i utredningsområdet.

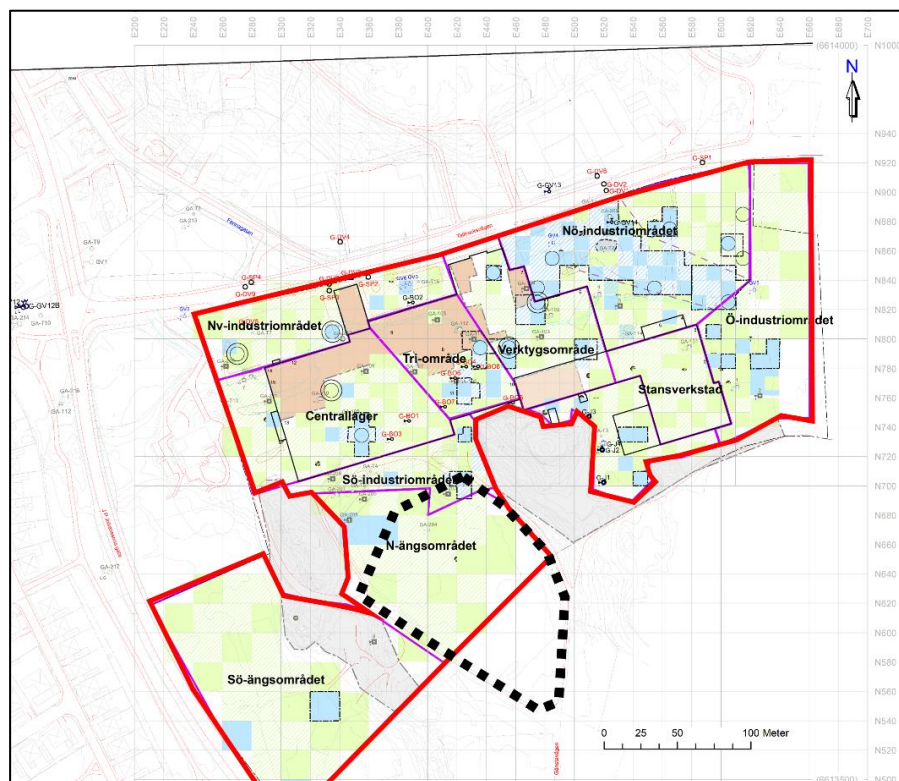
5.3 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Enligt SGU:s jordartskarta, se Figur 4, består marken inom detaljplaneområdet till största del av glacial lera men även sandig morän och urberg. Den högra kartan i figuren är hämtad från SGU:s genomsläpplighetskarta och den visar att markens infiltrationsförmåga till största del är låg.



Figur 4. Kartan till vänster visar jordarter inom planområdet. Fastighetsgränsen är markerad i svart. Kartan till höger visar genomsläpplighet inom området och den gröna färgen indikerar att marken har låg genomsläpplighet.

Till följd av den tidigare industriverksamhet som funnits i Bahco-området utfördes saneringsarbeten 2013. Markundersökningar inför saneringsarbetet visade att del av aktuellt planområde/utbredningsområde till största del är beläget inom "N-ängsområdet", vilket består av cirka 0,4 m fyllning på 1–5,3 m lera på morän på berg, Geosigma, 2012a. Figur 5 visar aktuellt planområdes/utredningsområdets utbredning i tidigare framtagna markundersökning.



Figur 5. Karta över förorenade områden inom den f.d. industrifastigheten Fanna 32:9 (röd markering) inom Bahco-området (Källa: Geosigma, 2012a). Fastighetsindelningen ser idag annorlunda ut. Svart markering visar ungefärlig utbredning av utredningsområdet. Gröna och vita områden har ej genomgått sanering. Blåa områden visar vilka ytor, enligt den tidigare framtagna markundersökningen, där föroreningsnivåerna överskred de platsspecifika riktvärdena och sanering genomfördes.

5.4 FÖRORENAD MARK

Ovan nämnda markundersökningar visade att föroreningarna i huvudsak var koncentrerade till den översta metern i fyllningen (Geosigma AB, 2012a). Mark djupare än 1 m består till stora delar av lera och bedömdes innehålla föroreningshalter under det generella riktvärdet för KM (känslig markanvändning). Inom aktuellt utredningsområde var föroreningshalterna generellt lägre än riktvärdena och saneringsarbeten utfördes endast på mindre ytor (blåa områden i Figur 5).

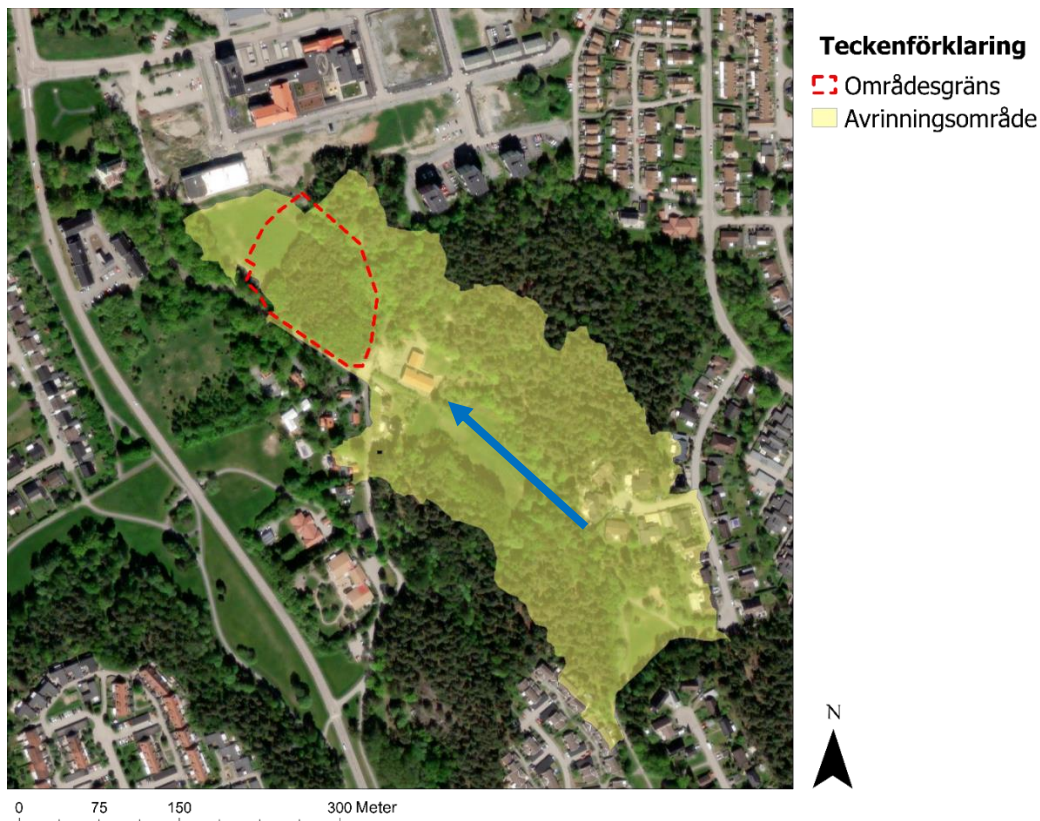
Utöver den miljötekniska markundersökningen (2012) har även länsstyrelsens EBH-karta studerats. Från kartan framkommer att det norr om planområdet finns en verksamhetsindustri med halogenerade lösningsmedel med preciserad status känslig markanvändning (KM). Denna verksamhet finns inte kvar utan tillhörde den före detta industriområdet och marken har sanerats. Sydväst om området ligger en plantskola, se siffra 2 i Figur 6 (länsstyrelsen, 2023). Även plantskolan är en före detta verksamhet som inte finns kvar idag. Från planområdet flödar inget vatten vare sig till eller från dessa områden och de bedöms därmed ej ha någon påverkan på planområdet eller vice versa.



Figur 6. Potentiellt förorenade områden enligt länsstyrelsens EBH-karta, planområdet markerat i rött. Båda områdena är före detta verksamheter som inte finns på platserna idag. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet

5.5 AVRINNINGSSOMRÅDE

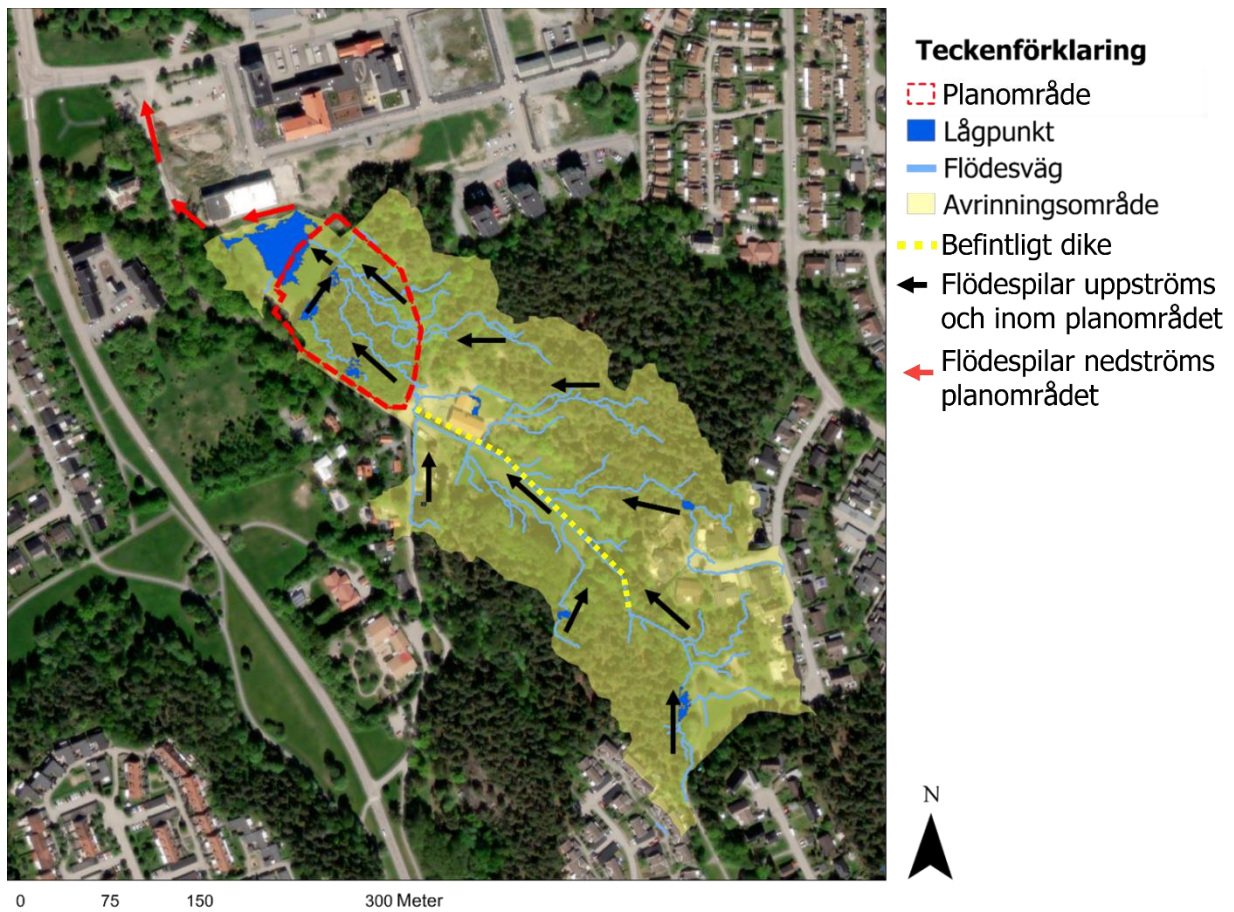
Vid en större regnhändelse, exempelvis ett skyfall, avrinner vatten ytligt till utredningsområdet från omkringliggande mark. Avrinningsområdet som inkluderar utredningsområdet är cirka 10 ha och den totala ytan uppströms är 8 ha. Den generella riktningen som ytvatten rör sig inom avrinningsområdet är mot nordväst.



Figur 7. Avrinningsområdet som inkluderar utredningsområdet samt uppströms områden. Den blå pilen indikerar den generella flödesriktningen i avrinningsområdet.

5.6 FLÖDESVÄGAR OCH INSTÄNGDA OMRÅDEN

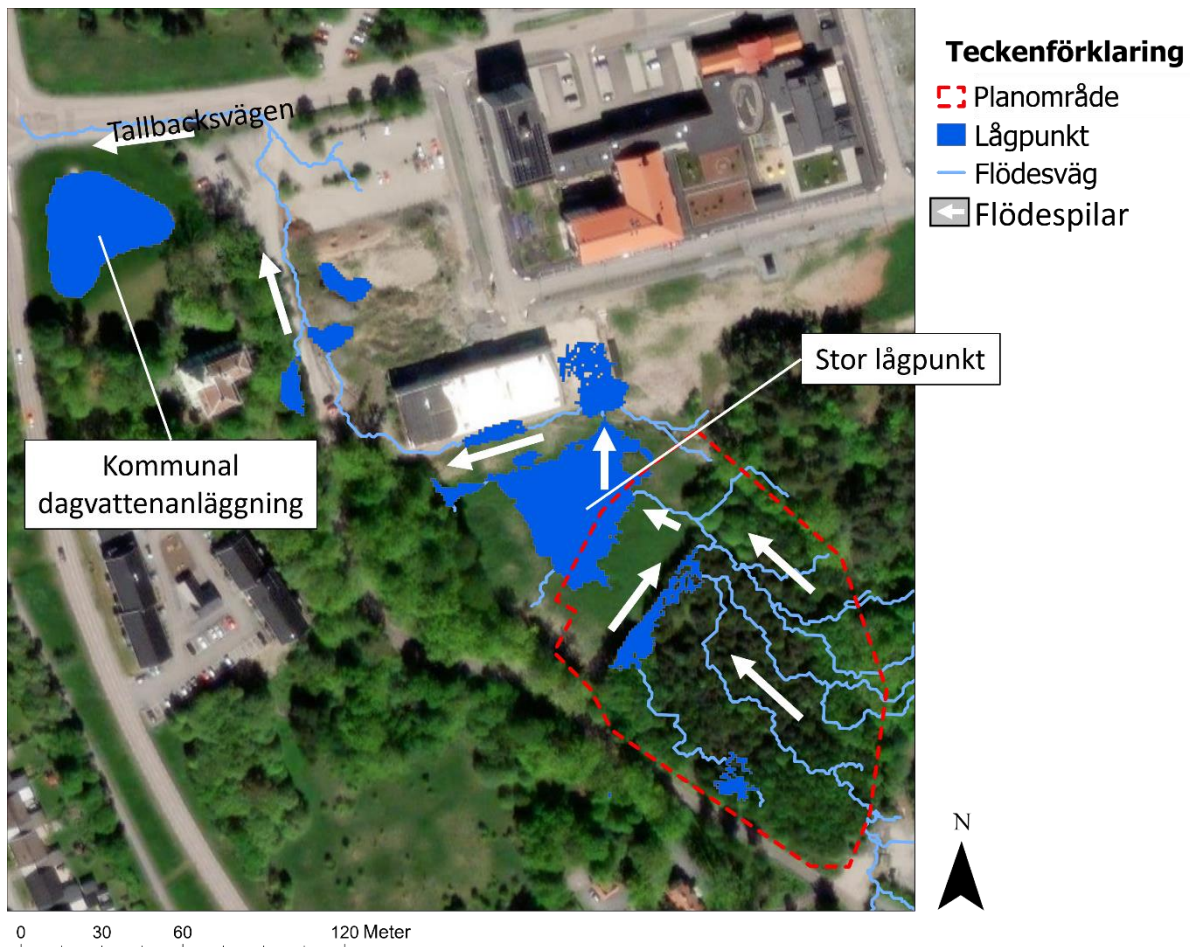
Principen för hantering av skyfall bygger på att flödesvägar säkras så att de ej riskerar skada människors hälsa eller egendom. Riktlinjer för kvartersmark är att marken höjdsätts så att instängda lågpunkter inom fastigheterna undviks. En kontroll av skyfallsvägar har utförts i Scalgo Live för att undersöka potentiella flödesvägar i befintlig situation (Scalgo Live, 2023). Utifrån höjddata från Lantmäteriets senaste nationella laserskanning (2021-03-08) beräknar Scalgo Live ytliga flödesvägar. Med verktyget simuleras olika regnmängder som visar hur lågpunkter fylls upp och avrinner till nästa lågpunkt. Ingen hänsyn tas i programmet till markens infiltrationsförmåga eller till ledningsnätets kapacitet, vilka sannolikt går fulla. Indata i simuleringen är befintlig bebyggelse och markhöjder. Simuleringen i Scalgo Live utfördes med ett skyfall motsvarande ett 56 mm regn, se Figur 8 och Figur 9. En nederbördsmängd på 56 mm motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatkfaktor på 1,25 (Svenskt Vatten, 2016).



Figur 8. Avrinningsområde uppströms och inom utredningsområdet är markerat i gult. Flödesvägar som leder vatten till och inom utredningsområdet samt lågpunkter är markerat med blått. Svarta pilar visar vilken riktning vattnet flödar inom avrinningsområdet och röda pilar visar vilken riktning vattnet har när det flödar vidare nedströms från planområdet. Gul streckad linje visar det dike som samlar upp vatten uppströms och leder det ytligt mot utredningsområdet. Utredningsområdet är markerat i rött.

Stora delar av avrinningen uppströms flödar via ett dike (gul streckad linje i Figur 8) till gränsen av utredningsområdet. Det är viktigt att det i framtiden säkras avrinningsstråk som tillåter vattnet att fortsätta passera genom planområdet, alternativt att flödet riktas om till att ledas runt planområdet.

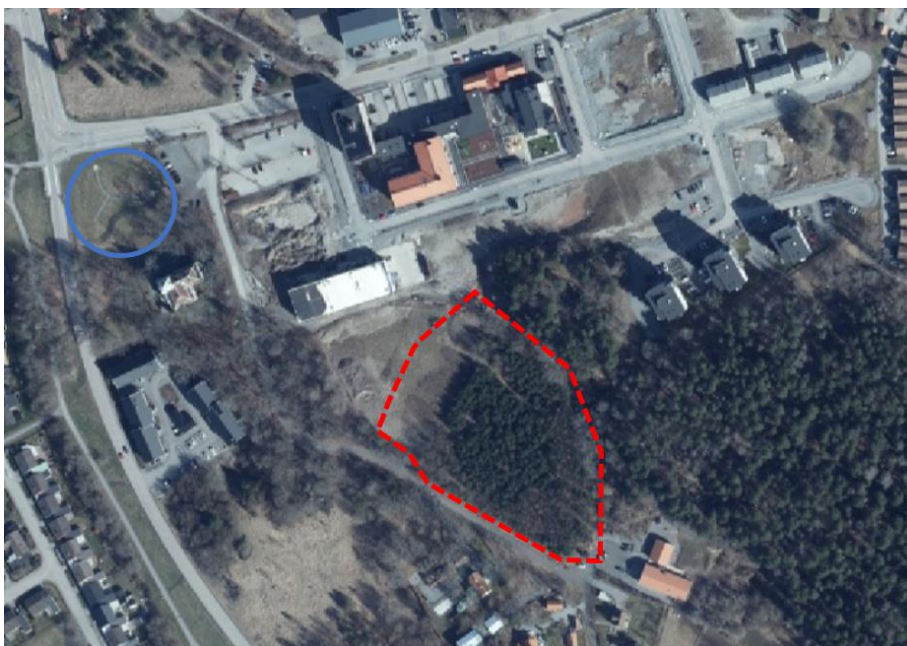
Inom fastigheten avrinner ytvattnet i nordvästlig riktning och samlas i ett par mindre lågpunkter för att sedan bräddas till en stor lågpunkt i planområdets nordvästra del, se Figur 9. Från den stora lågpunkten sker avrinning i västlig och nordlig riktning mot Tallbacksvägen. Intill Tallbacksvägen finns en kommunal dagvattenanläggning som enligt Scalgo Live inte omhändertar avrinning från utredningsområdet. När dagvattensystemet inom planområdet är utbyggt och kopplat till det kommunala dagvattensystemet kommer dagvatten vid större regnhändelser ledas till denna damm. Det är endast vid flödestoppar i dagvattensystemet som en by-passledning leder vatten till dammen.



Figur 9. Avrinningsvägar och lågpunkter inom och intill planområdet markerade i blått. Vita pilar visar i vilken riktning vattnet flödar mot recipienten. Planområdet är markerat i rött.

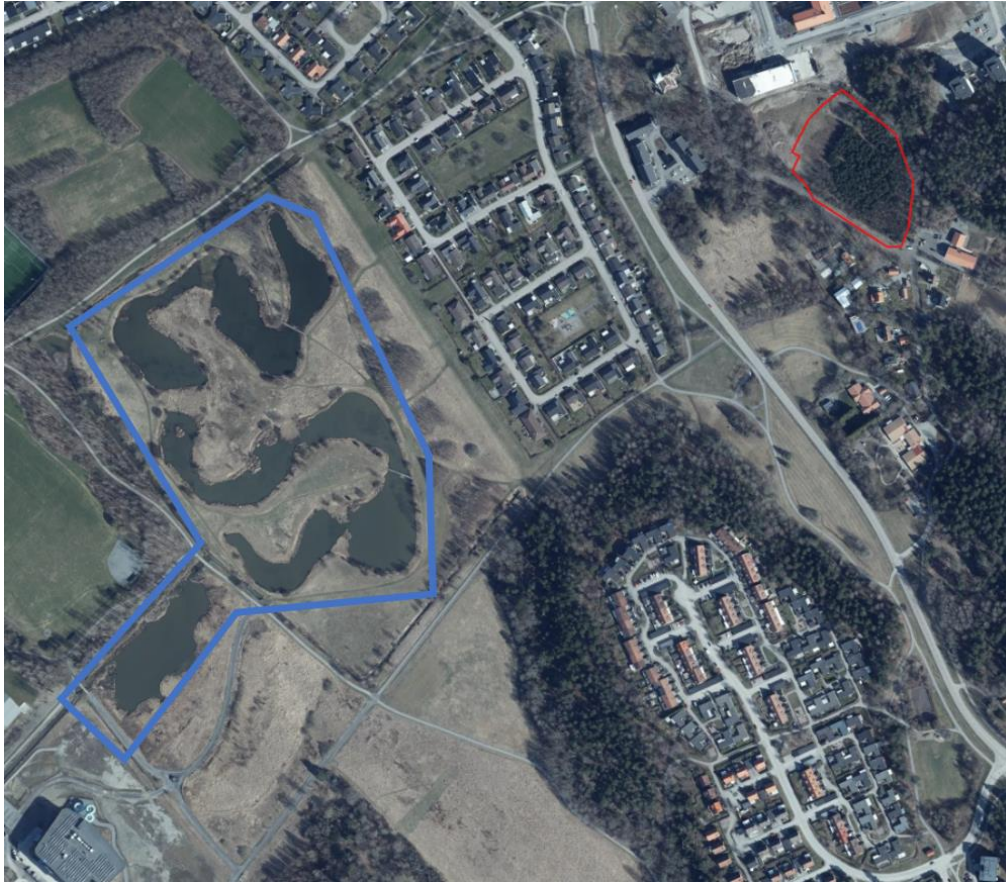
5.7 BEFINTLIGA DAGVATTENANLÄGGNINGAR

Eftersom marken består av skog och naturmark finns det inga befintliga dagvattenanläggningar inom planområdet. Nordväst om planområdet ligger en befintlig dagvattendamm, se Figur 10, som har en fördröjningskapacitet på 1 675 m³ (korrespondens med VA-huvudman, 2023-08-24).



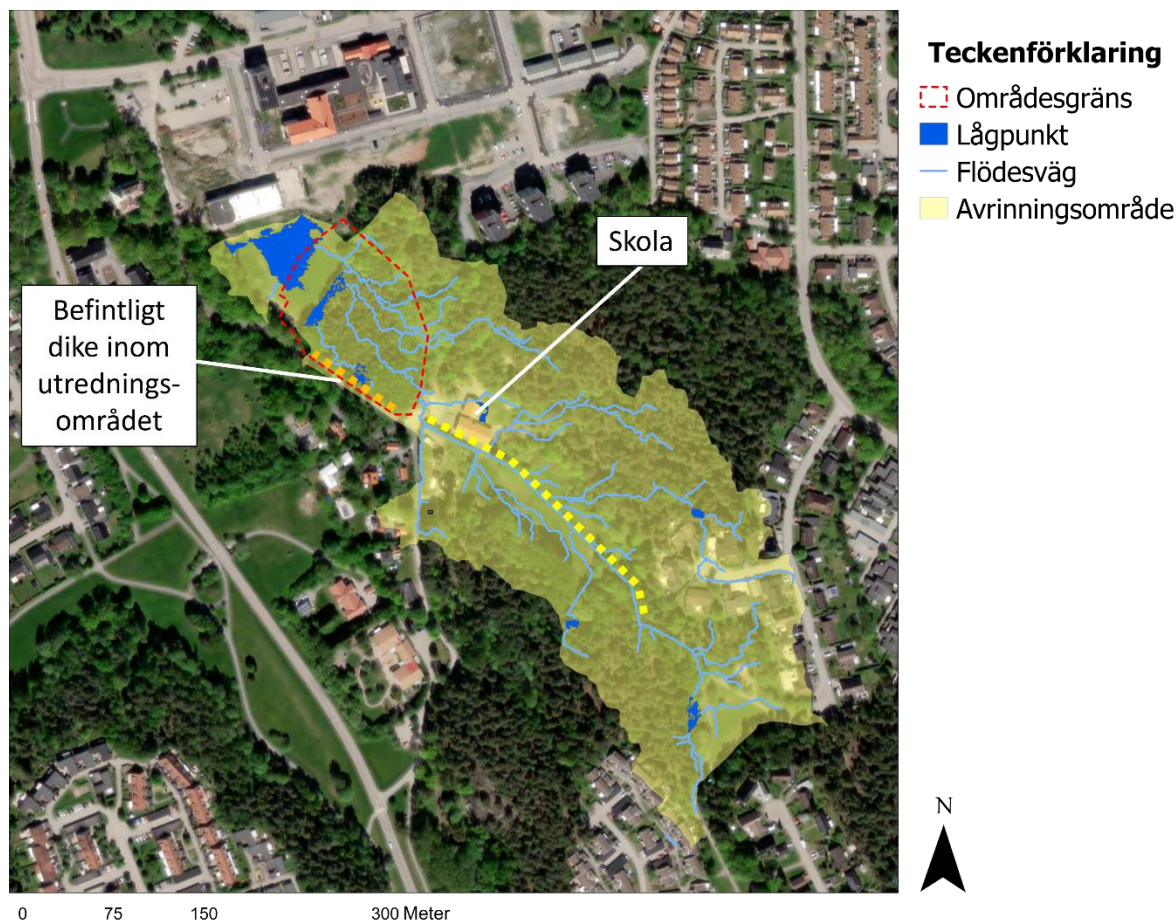
Figur 10. Dagvattendammen (blå ring) i förhållande till planområdet (röd streckad linje). Bakgrundskarta @Lantmäteriet

Cirka 450 meter sydväst om planområdet finns ännu en befintlig dagvattendamm, Korsängens vattenpark. Dammen är cirka 9 ha och dimensionerad för att omhänderta ungefär hälften av dagvattnet från Enköpings tätort (WRS, u.å.). I dagsläget når dagvatten från planområdet inte någon av dammarna (vid ett dimensionerande regn), då vattnet istället samlas upp i lågpunkter i marken. I framtida situation när dagvattnet från planområdet kan komma ansluta till det kommunala dagvattennätet efter fördröjning inom området, kommer delar av vattnet nå Korsängens vattenpark, vilket medför ett extra renande steg innan dagvattnet når recipient. Se Korsängens vattenparks placering i förhållande till planområdet i Figur 11.



Figur 11. Dagvattendammen (blå markering) i förhållande till planområdet (röd markering). Bakgrundskarta @Lantmäteriet

Vid platsbesök (2023-08-22) bekräftades att stora delar av den avrinning som sker uppströms avrinningsområdet samlas i ett dike (tidigare beskrivet i avsnitt 5.6) intill den befintliga skolan sydost om utredningsområdet. Från diket finns ingen trumma som leder vattnet vidare utan om diket fylls så bräddar det till parkeringen intill skolan innan det rinner vidare in i utredningsområdet. Vid platsbesöket identifierades även ett äldre dike längs med utredningsområdets sydvästra kant, se orange markering i Figur 12.



Figur 12. Vid platsbesöket identifierades ett dike inom utredningsområdet som i figuren är markerat med orange streckad linje. Dike uppströms utredningsområdet är markerat med gulstreckad linje. Bakgrundskarta @Lantmäteriet

5.8 VERKSAMHETSOMRÅDE OCH DIKNINGSFÖRETAG

Utredningsområdet ligger inom verksamhetsområdet för dagvatten i Enköpings kommun (Enköpings kommun, u.å.).

Det finns inga markavvattningsföretag eller båtnadsområden inom utredningsområdet (Länsstyrelsen Uppsala Län, u.å.).

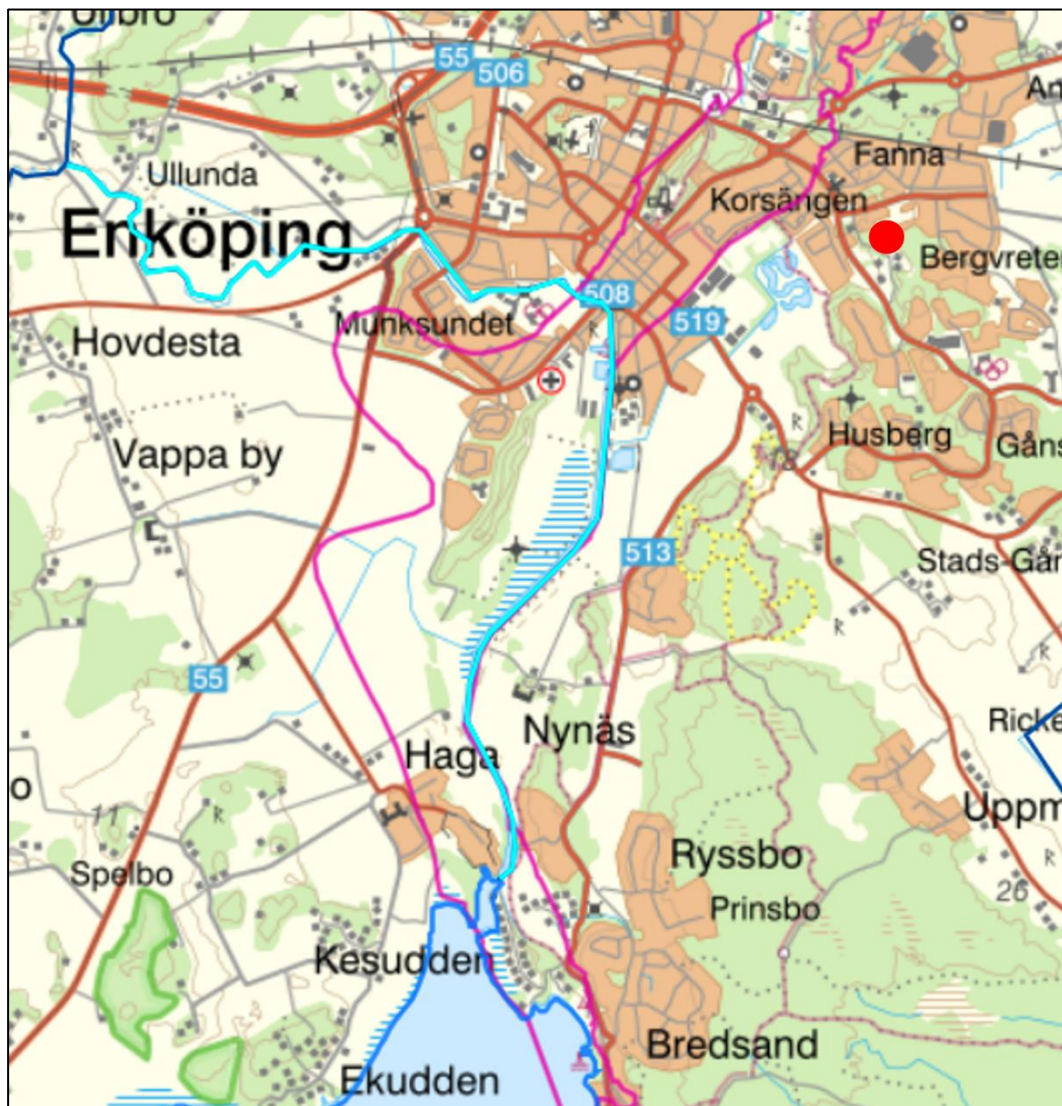
5.9 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Enköpingsån (VISS, 2023). Enligt databasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige) som utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten bedöms den ekologiska statusen i recipienten Enköpingsån vara "måttlig" baserat på kvalitetsfaktorerna övergödning, särskilt förorenande ämnen samt konnektivitet och morfologi.

Kemisk status är bedömd till "uppnår ej god" på grund av uppmätta miljögifter i ytvatten. Förutom överallt överskridande ämnen (kvicksilver och bromerad difenyleter), ämnen vars gränsvärde överskrids i vattenförekomster i hela landet, ger uppmätta halter av antracen, PFOS, Benso(a)pyrene och tributyltennföreningar (TBT) bedömningen ej god kemisk status. Vattenförekomsten tros kunna vara påverkad av miljögifter från pågående och nedlagda verksamheter inom påverkansområdet.

Miljökvalitetsnorm för ekologisk status är *Måttlig ekologisk status 2033*. Det mindre stränga kravet är kopplat till övergödning orsakad av jordbruk och avloppsreningsverk. Miljökvalitetsnorm för kemisk

status är *God kemisk status*, med undantag för överallt överskridande ämnen. *God kemisk status* för antracen, Benso(a)pyrene och TBT omfattas av tidsfrist till år 2027. PFOS omfattas av undantaget senare målår 2027.



Figur 13. Recipienten Enköpingsån är markerad i turkos färg och utredningsområdets ungefärliga läge är markerat med en röd cirkel (Bildkälla: VISS, 2023).

Tabell 1. Aktuell status och miljö kvalitetsnormer för Mälaren-Arnöfjärden (WA9164709) enligt VISS, 2023.

	Klassificering	Kvalitetskrav
Ekologisk status	Måttlig	Måttlig ekologisk status 2033
Kemisk status	Uppnår ej god ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus*

*) Undantag: Antracen, Benso(a)pyrene och TBT (tidsfrist 2027) samt PFOS (senare målår 2027).

Av de klassade biologiska kvalitetsfaktorerna klassificeras påväxt-kiselalger, bottenfauna och fisk med måttlig status medan surhetsindexet uppfyller hög status. Klassade fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn näringsämnen uppnår dålig status och särskilt förorenade ämnen (arsenik, koppar, ammoniak och nitrat) uppnår måttlig status. Urban markanvändning anses ha betydande påverkan på vattenförekomsten.

5.10 OMRÅDESSKYDD

Inom planområdet har det i samband med tidigare planarbeten (2013) identifierats förhistoriska fynd i form av förhistorisk boplats, äldre färdväg samt en stensättning som troligen är en grav. Beslut om hantering och omhändertagande av dessa fynd har redan fattats och denna dagvattenutredning kommer inte beröra frågan ytterligare.

Intill utredningsområdet finns ett antal ekar, vars rotsystem sträcker sig in i planområdet, som ska bevaras och skyddas. Dagvattenhanteringen behöver förhålla sig till dessa ekar på så sätt att rotsystem inte komprimeras och skadas.

5.11 ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR

Parallellt med denna dagvattenutredning pågår arbete med en trafikutredning samt en barnkonsekvensutredning.

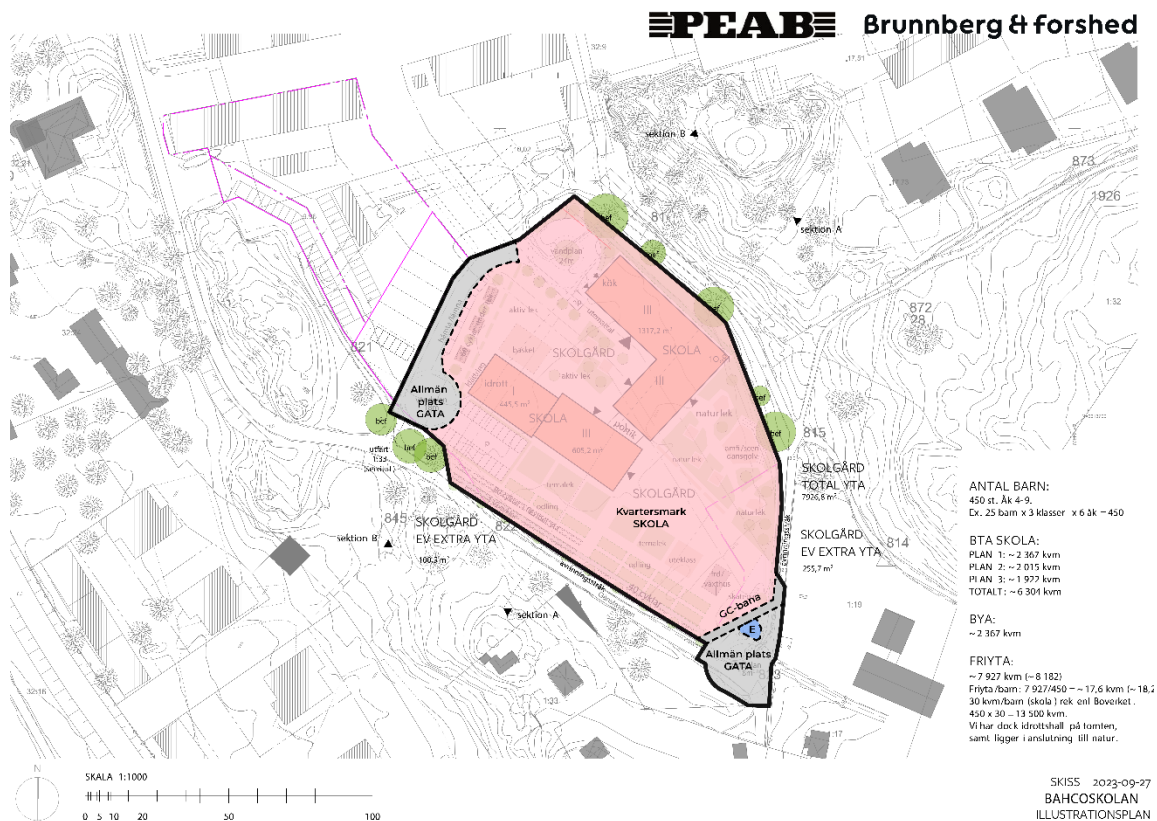
6 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

6.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

Planförslaget innebär att naturmark bebyggs med en skola med en tillhörande idrottshall och skolgård, se Figur 14. Från illustrationsplanen framgår att skolan planeras att byggas med tre huskroppar i en U-form med en portik emellan. Utöver detta planeras skolgårdar med två odlingsytor, växthus, cykelparkering samt diverse ytor för barnlek. Utöver detta planeras även en parkeringsplats samt yta för hämtning/lämning och leveranser.

Underlag med planerad höjdsättning för framtida markförhållanden har ej funnits vid detta utredningsarbete, men kommer tas fram i ett senare skede. De befintliga lågpunkter som finns i utredningsområdet, se Figur 9, planeras dock jämnas ut i samband med exploateringen. Uppdelningen mellan allmän platsmark och kvartersmark redovisas i figuren genom att ytor som tillhör

allmän platsmark är markerade med grått och kvartersmark med rosa.

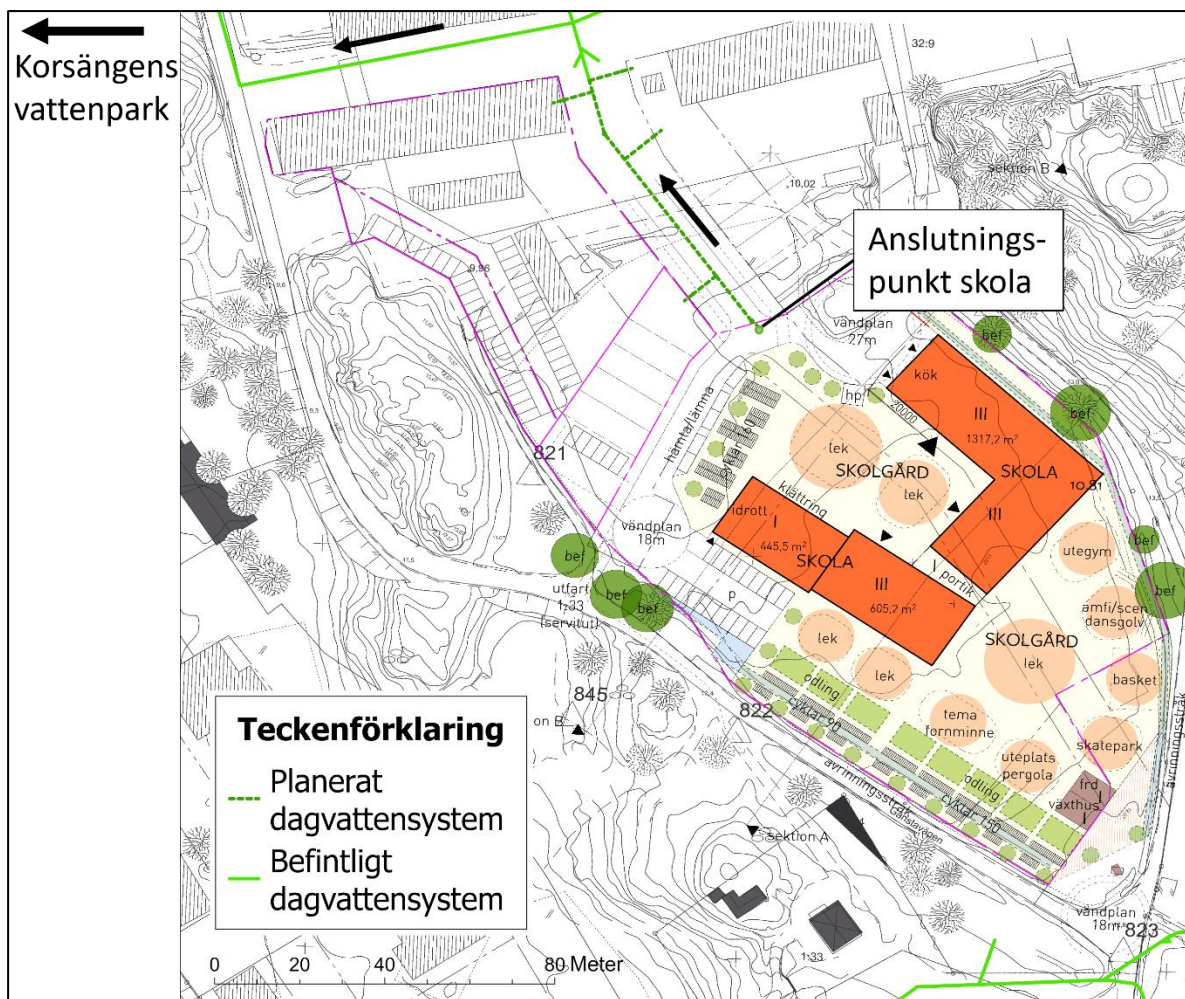


Figur 14. Illustrationsplan erhållen från Brunnberg & Forshed Arkitektkontor AB (2023-09-12). Utredningsområdet är markerat med svart linje. Allmän platsmark är markerat med grått och kvartersmark är markerat med rosa.

Tabell 2. Sammanställning av markanvändningen och areor för befintlig och planerad situation.

Markanvändning	Avrinnings- koefficient (ϕ)	Area [ha]	Reducerad area [ha]
Befintlig situation			
Naturmark	0,10	1,30	0,13
Totalt	0,10	1,30	0,13
Planerad situation			
Gångväg	0,80	0,02	0,01
Skolgård	0,45	0,77	0,35
Köryta (gator och vändplaner)	0,80	0,16	0,13
Parkering	0,80	0,06	0,04
Odling	0,10	0,06	0,01
Takyta	0,90	0,25	0,22
Totalt	0,58	1,30	0,76

I samband med att den gällande detaljplanen togs fram så projekterades även ledningsnätet i området. I Figur 15 visas hur skolans anslutning till det kommunala dagvattenledningsnätet kommer utformas. Den gröna sträckningen i figuren kommer anläggas i samband med att skolan byggs. Planerad vattengång i anslutningspunkten för skolan ligger på +8,81. Marknivåerna varierar idag mellan cirka +10–12,5 m och liknande nivåer förväntas i planerad situation. Vattengången i anslutningspunkten bedöms inte påverka höjdsättningen i planområdet.



Figur 15. Befintligt ledningssystem i närområdet (gröna heldragna linjer) samt planerad utbyggnad av det kommunala dagvattennätet mot skolan (gröna streckade linjer). Figuren visar även den servispunkt som dagvattnet från skolan planeras att anslutas till. Svarta pilar visar den riktning som dagvattnet har i ledningssystemet.

6.2 FRAMTIDA KLIMAT – HAVS- OCH VATTENNIVÅER

Enköpingsån är inget vattendrag som är inkluderat i MSBs översvämningskartering, men med en höjdskillnad mellan planområdet och Enköpingsån på 10 meter samt en höjdskillnad mellan Korsängen och planområdet på drygt 7 meter går det att konstatera att planområdet ej riskerar att översvämmas till följd av höga flöden i Enköpingsån eller höga nivåer i Korsängens vattenpark.



Figur 16. Höjdprofil mellan planområdet (A), Korsängens vattenpark (B) samt Enköpingsån (C). Bakgrundskarta @Lantmäteriet

7 BERÄKNINGAR AV FLÖDEN OCH FÖRORENINGAR

7.1 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Beräkningar har utförts för dagvattenflöden utifrån kartering av nuvarande markanvändning samt den planerade markanvändningen inom utredningsområdet. Som grund för flödesberäkningarna i denna utredning ligger Svenskt Vattens publikation P110 (2016) – "Avledning av dag-, drän-, och spillvatten". I linje med P110 och kommunens checklista för dagvattenutredningar har en klimatkfaktor på 1,25 använts vid beräkning av dagvattenflöden för den planerade markanvändningen i syfte att ta hänsyn till förväntade klimatförändringar som innebär intensivare nederbörd i framtiden. Avrinningskoefficienter för de olika typerna av markanvändning har valts med stöd av P110 och StormTac v23.2.2.

En återkomsttid för nederbörd på 5, 20 och 100 år har använts, vilket är standard enligt P110 för områden med "tät bostadsbebyggelse", vilket planområdet bedöms motsvara. Återkomsttiden 5 år avser dimensionerande flöde för fylld ledning, 20 år avser dimensionerande flöde för trycklinje i marknivå och 100 år avser dimensionerande flöde för marköversvämning med skador på byggnader för tät bostadsbebyggelse. För att beräkna dimensionerande dagvattenflöden från området har rationella metoden använts enligt ekvation 1 nedan.

$$Q_{d \text{ dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot C \quad (1)$$

Där:

$Q_{d \text{ dim}}$ = dimensionerande flödet (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

t_r = regnets varaktighet (min)

C = klimatkfaktor

Beräknade dimensionerande flöden för allmän platsmark och kvartersmark presenteras i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Beräknade dimensionerande flöden för befintlig respektive planerad situation inom allmän platsmark. Flöden för planerad situation redovisas med en tillämpad klimatkfaktor (kf) på 1,25.

Markanvändning	Area [ha]	Avrinnings- koefficient [-]	Reducerad area [ha]	5-årsregn [l/s]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
<i>Befintlig situation</i>						
Naturmark	0,12	0,10	0,012	2	3	6
Totalt	0,12	0,10	0,012	2	3	6
<i>Planerad situation inkl. kf 1,25</i>						
Gångväg	0,02	0,80	0,01	3	5	8
Köryta	0,10	0,80	0,08	18	28	48
Totalt	0,12	0,80	0,09	21	33	56

Tabell 4. Beräknade dimensionerande flöden för befintlig respektive planerad situation inom kvartersmark. Flöden för planerad situation redovisas med en tillämpad klimatfaktor (kf) på 1,25.

Markanvändning	Area [ha]	Avrinnings- koefficient [-]	Reducerad area [ha]	5-årsregn [l/s]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
<i>Befintlig situation</i>						
Naturmark	1,18	0,10	0,12	22	34	58
Totalt	1,18	0,10	0,12	22	34	58
<i>Planerad situation inkl. kf 1,25</i>						
Skolgård	0,77	0,45	0,35	78	124	211
Körytor	0,06	0,80	0,05	11	17	28
Parkering	0,05	0,80	0,04	10	16	27
Plantering	0,06	0,10	0,01	1	2	4
Takyta	0,25	0,90	0,22	50	79	135
Totalt	1,18	0,56	0,66	150	238	405

Ur tabellen kan utläsas, likt väntat, att flödena ökar i planerad situation. Det beror på att naturmark exploateras.

7.2 BERÄKNING AV FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Följande krav ligger som grund för beräkningar av fördröjningsvolym:

- Dagvatten ska fördröjas så att flödet vid ett 20-årsregn inte ökar jämfört med före exploatering.
- Avrinning ska så långt som möjligt inte överstiga avrinningen från naturmark.

Vid beräkning av dimensionering av magasin har ekvation 9.1 i Svenskt Vatten P110 (2016) använts (Bilaga 10_6a från Svenskt Vatten), se ekvation 2 nedan.

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

Där V är den specifika magasinensvolymen (m³/ha_{red}), i_{regn} är regnintensiteten för aktuell varaktighet (l/s, ha), t_{regn} är regnvaraktigheten (min), t_{rinn} är rinntiden (min) och K är den specifika avtappningen från magasinet (l/s, ha_{red}). Rinntiden för samtliga beräkningar är 10 minuter. Specifik avtappning är beräknat utifrån flödet vid ett 20-årsregn i befintlig situation från respektive avrinningsområde.

För att ta hänsyn till hur magasinerna töms används en reducerad tömningsfaktor i beräkningarna. Med självfall ska en reducerad tömningsfaktor på 0,67 på maximala tillåtna utflödet användas vid dimensioneringen eftersom det maximala tillåtna utflödet endast nås då magasinet är fullt och att det i genomsnitt då blir 0,67 som släpps ut, se P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Enligt ekvation 2 beräknas den totala fördröjningsvolymen inom skolområdet till 232 m³.

7.3 BERÄKNING AV DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL

Syftet med föroreningsberäkningarna är att uppskatta hur förändringen i markanvändning påverkar dagvattnets innehåll av föroreningsmängder, och därmed bedöma dess påverkan på recipienten. Dagvattnets föroreningsinnehåll måste beaktas vid utformning av detaljplanen för att uppnå en reningsgrad som behövs för att inte äventyra recipientens möjlighet att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer. Mängden föroreningar som planområdet genererar, i nuläget och enligt

planförslaget, har beräknats med verktyget StormTac version 23.3.1. Verktöget utgår från typiska värden för olika marktyper baserade på olika omfattande studier.

Vald marktyp i StormTac utgår från en bedömning av hur representativa områdena är mot områdena som typvärdena i StormTac baserar koncentrationerna föroreningar på, se Tabell 5.

Tabell 5. Markanvändning i Stormtac och beskrivning av respektive markanvändning.

Markanvändning	I StormTac	Beskrivning
Befintlig naturmark	Blandat grönområde	Ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark
Köryta	Väg	Trafikerad vägyta med årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT, årsdygnstrafik, fordon/dygn) som specificeras. I detta fall har en faktor på 0,15 satts, vilket motsvarar en trafik på 150 fordon/dygn*
Parkering	Parkering	Separat parkeringsyta som ligger utanför bebyggelse, eller som behöver räknas separat p.g.a. åtgärder för denna yta.
Gångväg	Gång- och cykelväg	Asfalterad yta avsedd för gång- och cykeltrafik
Skolgård	Gårdsyta inom kvarter	Gräs-, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter (antagna 1/3 av ytan vardera)
Takyta	Takyta	Takyta utan specificering av takmaterial, används om man vill beräkna takets belastning (flöden och/eller föroreningar) separat från ett eller flera bostadsområden utan att inventera olika takmaterial
Odling	Gräsyta	Enbart gräsyta utan gångvägar m.m

*Uppskattning utifrån antal elever och parkeringsplatser.

Vid föroreningsberäkningarna (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden. Detta för att det är årsvolymen och inte halten som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år (StormTac, 2023). Utöver detta visas även föroreningshalter (µg/l). Som indata till modellen används även här nederbörden 591 mm/år inklusive årskorrigerig enligt statistik från SMHI.

I Tabell 6 och Tabell 7 redovisas föroreningsbelastning (kg/år) och föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering utan rening inom allmän platsmark. De kemiska parametrar som har beräknats är relevanta ur dagvattensynpunkt. Eftersom föroreningsberäkningarna baseras på övergripande markanvändningstyper och typhalter finns stora osäkerheter kopplade till resultaten som presenteras i Tabell 6 till Tabell 9.

Tabell 6. Föroreningsbelastning före och efter planerad exploatering för allmän platsmark (utan rening i dagvattenåtgärder). Röda fält visar en försämring. Föroreningsmängderna är angivna i kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	0,012	0,14	0,00052	0,0011	0,0031	0,000024	0,00019	0,00014	0,0000011	4	0,017	8,9E-07
Efter exploatering	0,061	0,96	0,0035	0,0093	0,016	0,00023	0,0077	0,0043	0,000043	32	0,55	0,000029
Skillnad (%)	408%	586%	573%	745%	416%	858%	3953%	2971%	3809%	700%	3135%	3158%

Tabell 7. Föroreningshalter före och efter planerad exploatering för allmän platsmark (utan rening i dagvattenåtgärder). Röda fält visar en försämring. Föroreningshalter är angivna i µg/l.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	79	940	3,4	7,3	20	0,16	1,2	0,91	0,0072	26000	110	0,0059
Efter exploatering	100	1600	5,9	16	26	0,38	13	7,2	0,072	53000	920	0,048
Skillnad (%)	27%	70%	74%	119%	30%	138%	983%	691%	900%	104%	736%	714%

I Tabell 8 och Tabell 9 redovisas föroreningsbelastning (kg/år) och föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering utan rening inom kvartersmark.

Tabell 8. Föroreningsbelastning före och efter planerad exploatering för kvartersmark (utan rening i dagvattenåtgärder). Röda fält visar en försämring. Föroreningsmängderna är angivna i kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	0,12	1,5	0,0054	0,011	0,032	0,00024	0,0019	0,0014	0,000011	41	0,17	0,0000091
Efter exploatering	0,6	7,5	0,021	0,079	0,21	0,0016	0,02	0,015	0,000072	170	1,3	0,000061
Skillnad (%)	400%	400%	289%	618%	556%	567%	953%	971%	555%	315%	665%	570%

Tabell 9. Föroreningshalter före och efter planerad exploatering för kvartersmark (utan rening i dagvattenåtgärder). Röda fält visar en försämring. Föroreningshalter är angivna i µg/l.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	79	940	3,4	7,3	20	0,16	1,2	0,91	0,0072	26000	110	0,0059
Efter exploatering	160	2000	8	18	75	0,4	10	15	0,03	40000	400	0,03
Skillnad (%)	103%	113%	135%	147%	275%	150%	733%	1548%	317%	54%	264%	408%

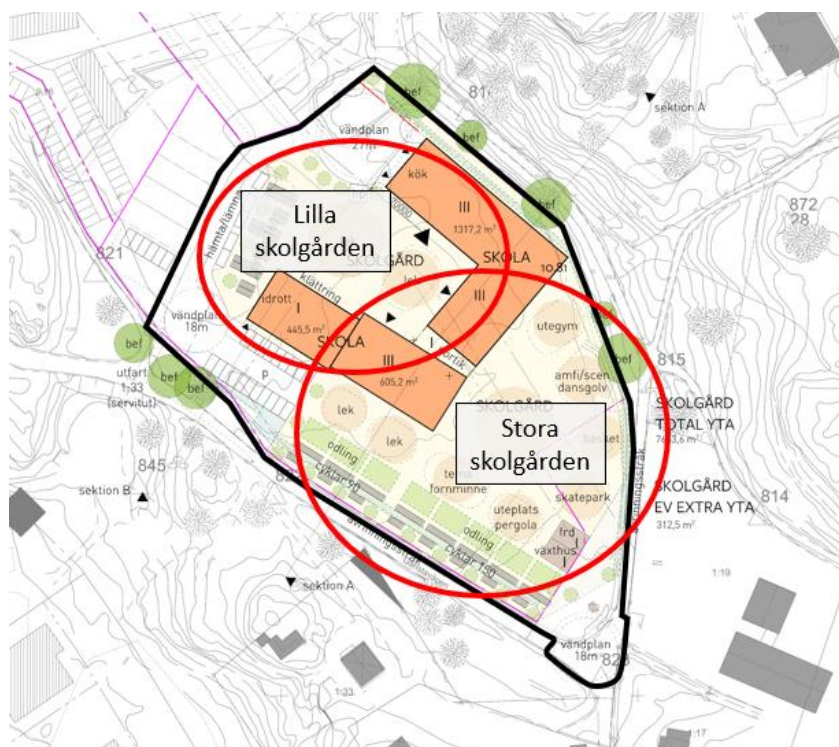
Resultatet från föroreningsberäkningarna visar att den planerade markanvändning innebär en markant ökning av föroreningstransporten med dagvattnet. Det beror på att nuvarande markanvändning utgörs av naturmark som har låga föroreningsnivåer och att det i den planerade markanvändning finns fler förorenande ytor så som gator och parkeringsytor.

Utöver ovan redovisade ämnen finns det andra ämnen som anses relevanta att ta i beaktning men som inte nödvändigtvis har en koppling till dagvattenhanteringen. Ett sådant ämne är PBDE som överskrider i recipienten. Orsaken till att PBDE överskrider sitt gränsvärde är långväga atmosfärisk deposition, någonting som dessutom saknar tekniska förutsättningar att åtgärda (VISS, 2023). Vid val av material rekommenderas att PBDE undviks vilket bör resultera i att dess föroreningar ej på något sätt ökar.

En annan grupp av ämnen är PFAS (där PFOS är inkluderat). Detta är en grupp av ämnen vars tillförlitlighet i StormTac är låg och inte heller någonting som reduceras i vanliga dagvattenlösningar. PFOS är i VISS bedömd på enbart en haltobservation och har därför klassats med tillförlitlighet låg (VISS, 2023). PFAS är en grupp av ämnen som kan komma att förbjudas helt (Regeringskansliet, 2023), och ett ämne som i allra högsta grad bör undvikas vid val av material.

För att uppnå de miljökrav som ställs på ett exploateringsprojekt i tätortsregioner idag krävs en genomtänkt dagvattenhantering som klarar både små och stora regn. Föresättningarna för föreslagna dagvattenåtgärder är bland annat att ett 20-årsregn ska fördröjas till motsvarande naturmarksflöden. Planområdet består av stora takytor och mer eller mindre hårdgjorda ytor inom skolgården, vilket innebär stora magasineringsvolymer inom utredningsområdet.

För att separera skolgårdsytorna med tillhörande dagvattenhantering kommer den del av skolgården som planeras mellan skolbyggnaderna vidare benämnas "lilla skolgården" medan skolgården sydost om skolbyggnaderna vidare benämns "stora skolgården".



Figur 17. Uppdelning mellan lilla och stora skolgården.

De vanligaste principerna för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering kan sammanfattas i följande tre punkter:

- Byggnader placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk
- Dagvattenflöden begränsas genom infiltration och fördröjning
- Dagvattnets föroreningsinnehåll begränsas genom naturlig rening innan avledning till recipient

Då dagvattnets föreningsinnehåll 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. För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material väljas som inte

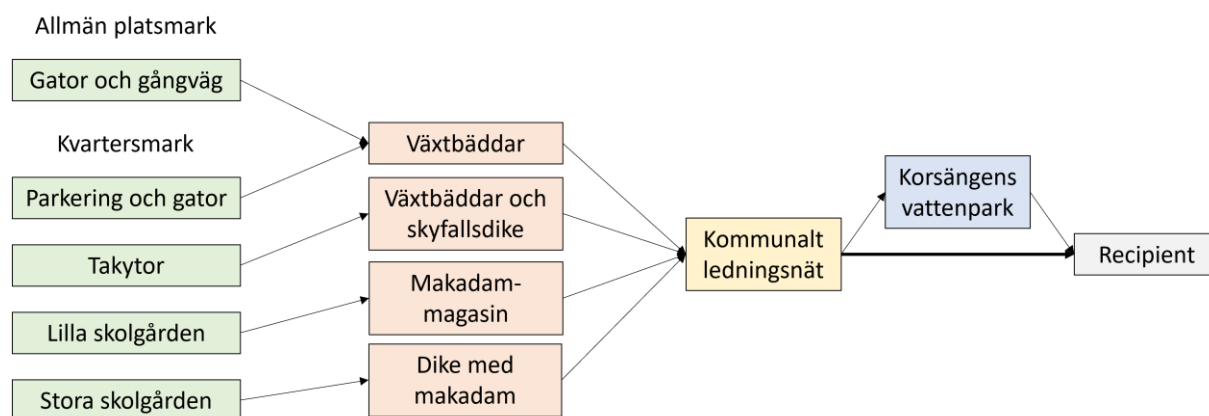
innehåller miljöskadliga ämnen. Kända ytor som avger föroreningar är till exempel takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är förzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak kan avge organiska föroreningar.

På grund av att planområdet till stor del består av lera med låg infiltrationskapacitet föreslås dagvattenlösningar med dränering kopplat till dagvattennätet. Som beskrivet i avsnitt 5.3 är grundvattennivåerna i området inte kända vid upprättandet av denna utredning. Samtliga föreslagna lösningar kan anläggas täta för att undvika dränering av grundvattnet men om det är nödvändigt får avgöras i kommande planeringsprocess, när grundvattennivåerna är fastställda.

I händelse av skyfall krävs en genomtänkt höjdsättning så att samhällsviktiga funktioner upprätthålls och skada på byggnader undviks.

8.2 SYSTEMLÖSNING

Dagvattenhanteringen i skolområdet föreslås hanteras enligt schemat i Figur 18.



Figur 18. Föreslagen dagvattenhantering för allmän platsmark och kvartersmark inom planområdet.

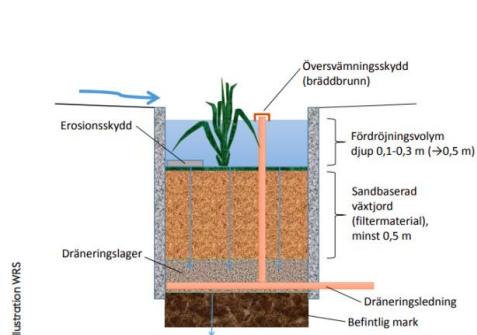
8.2.1 Växtbäddar

Dagvattenhanteringen för skolbyggnadens och idrottshallens tak samt parkeringar och körytor förslås ske i framför allt växtbäddar. Dagvatten från parkeringar och gator är mer förorenat än dagvatten från övrig mark inom planområdet och behöver därför hanteras i anläggningar med hög reningsgrad. Dagvatten från gator och parkeringar föreslås därför fördröjas och renas i skelettjordar, till vilka vattnet kan rinna ytligt eller via ledning.

Växtbäddar är vegetationsbeklädda markbäddar med fördröjnings- och översvåmningszon där dagvatten tillåts infiltrera och fördröjas samt renas, se Figur 19. Växtbäddar kan anläggas upphöjda och nedsänkta, olika utformade och inloppen från angränsande ytor kan utformas på flera olika sätt. Målet med växtbäddar 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. De har en reningskapacitet avseende totalhalter av föroreningar på 50 - 90 % för t.ex. fosfor och de flesta tungmetaller. Växtbäddar har även en förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.

Växtbäddar konstrueras för att tillåta en viss ytlig dämning av dagvatten ovanpå växtbäddarnas yta. Beroende på omgivande mark- och grundvattenförhållanden kan dagvatten sedan infiltrera ned i underliggande mark, eller via dräneringsledningar till befintlig dagvattenledning. För att inte hindra vatten från att nå växtbädden är det viktigt att tänka på placering av växtbädden, samt att inte anlägga kantsten utan något inlopp.

För att inte riskera skada på skolbyggnaden bör de växtbäddar som ska omhänderta dagvatten från takytorna inte placeras direkt intill byggnaderna, utan ett par meter ut från byggnadsfoten. Dagvattnet från stuprören kan ledas till växtbäddarna via ytliga rännor eller via förlängda stuprör under mark.



Principskiss för nedsänkt växtbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden. Växtbädden kan dräneras till underliggande mark genom perkolation, eller via dräneringsledning till dagvattennätet.



Figur 19. Exempel på nedsänkta växtbäddar på kvartersmark (Bildkällor uppe t.v. till nere t.h.: Nacka kommun, Stockholm Vatten och Avfall samt WRS).

Skolbyggnaden med tillhörande idrottshall planeras att utformas med sadeltak. För den norra skolbyggnaden innebär det att delar av dagvattnet, 13 m³, kommer ledas till det föreslagna skyfallsdiket ("norra diket") intill byggnaden, se kommande avsnitt 9.

I Tabell 10 redovisas ytbehovet av växtbäddar till följd av det framräknade fördröjningsbehovet. Körytor (gata och vändplaner) finns på både kvartersmark och allmän platsmark och separeras därför i tabellen.

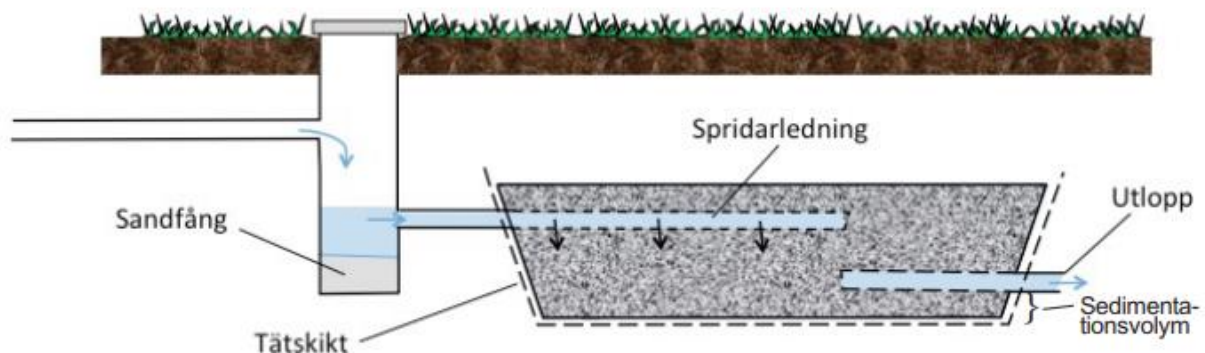
Tabell 10. Fördröjningsbehov för takytor, parkering och körytor som leds till växtbäddar samt ytbehovet av växtbäddar för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym.

	Totalt fördröjnings- behov i växtbäddar (m ³)	Ytbehov växtbäddar (m ²)
Takytor	65,9	244
Körytor på allmän platsmark	31,5	117
Parkering och körytor på kvartersmark	30,5	113
Totalt	127,9	474

I Tabell 10 har ytbehovet beräknats med en uppbyggnad av växtbädden enligt följande dimensioner: 0,15 m fördröjningszon, 0,8 m djup samt en porositet på 15%. Växtbäddar är ett exempel på oljeavskiljande dagvattenlösningar och är därför en passande åtgärd för att rena dagvatten från parkeringsytor.

8.2.2 Makadammagasin

Det totala fördröjningsbehovet för lilla skolgården uppgår till 22 m³ för att kunna uppfylla ställda fördröjningskrav. Dagvattnet som avrinner från den lilla skolgården föreslås omhändertas i ett makadammagasin under markytan. Underjordiska fördröjningsmagasin kan användas om det inte finns plats för öppna lösningar, vilket förordas i kommunens dagvattenplan.



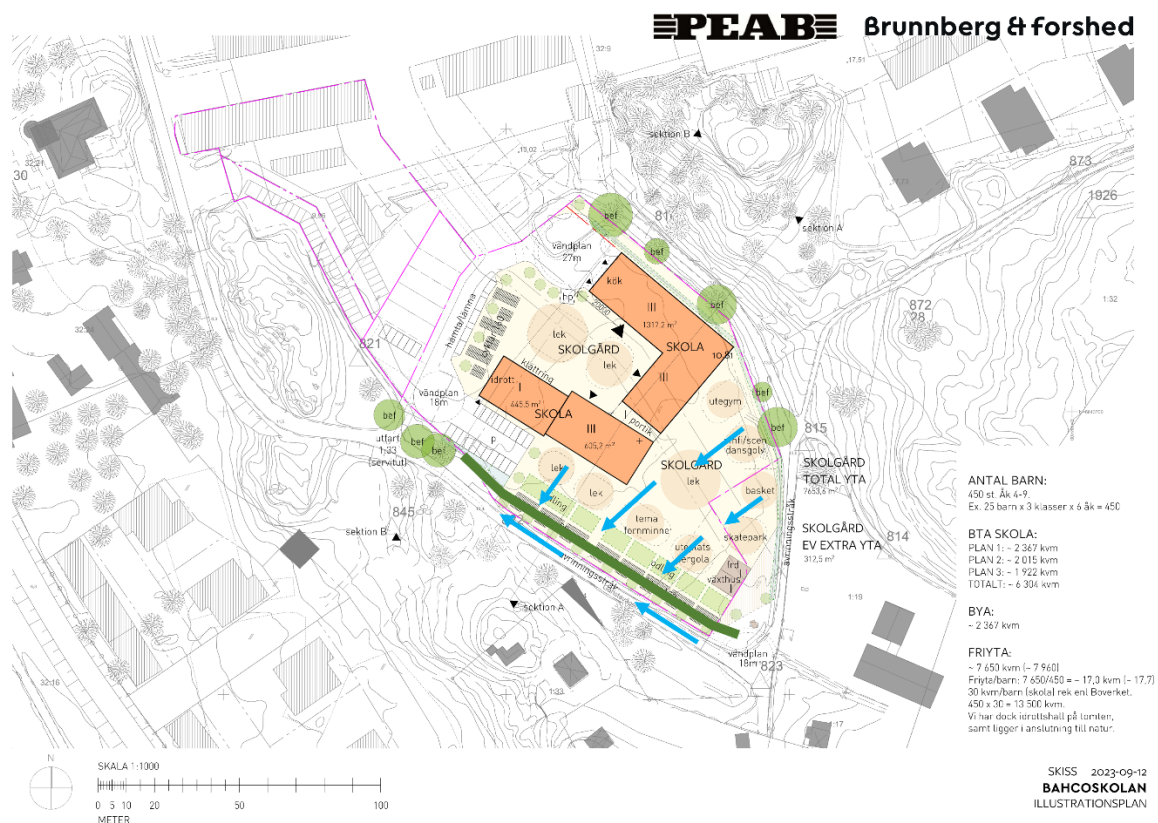
Figur 20. Exempel på underjordiskt fördröjningsmagasin. Bildkälla: Stockholm Vatten och Avfall.

För underjordiska fördröjningsmagasin är ytbehovet litet eftersom magasinen anläggs under mark. Reningseffekten uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet. Om makadammagasinet anläggs med en porvolym på 30% innebär det en erforderlig magasinvolym på 63 m³.

Istället för makadam kan bergkross från markarbete i området eventuellt användas i magasinet. Det behöver dock göras provtagning och tvätt av bergmassorna för att säkerställa att det inte förekommer föroreningar i berget som kan spridas till dagvattnet. Exempelvis kan stora mängder av kväve finnas kvar i sprängmassor efter sprängning (SKB, 2016).

8.2.3 Dike med makadambotten

Dagvatten från stora skolgården föreslås att hanteras i ett gräsdike med makadammagasin längs med skolområdets södra gräns, se Figur 21. I figuren antas det att stora skolgårdens framtida höjdsättning liknar befintliga markhöjder.



Figur 21. Dagvattenhantering på stora skolgården föreslås ske genom ett dike vid området södra gräns (grön markering). Dagvattnets flödesriktning visas med blåa pilar.

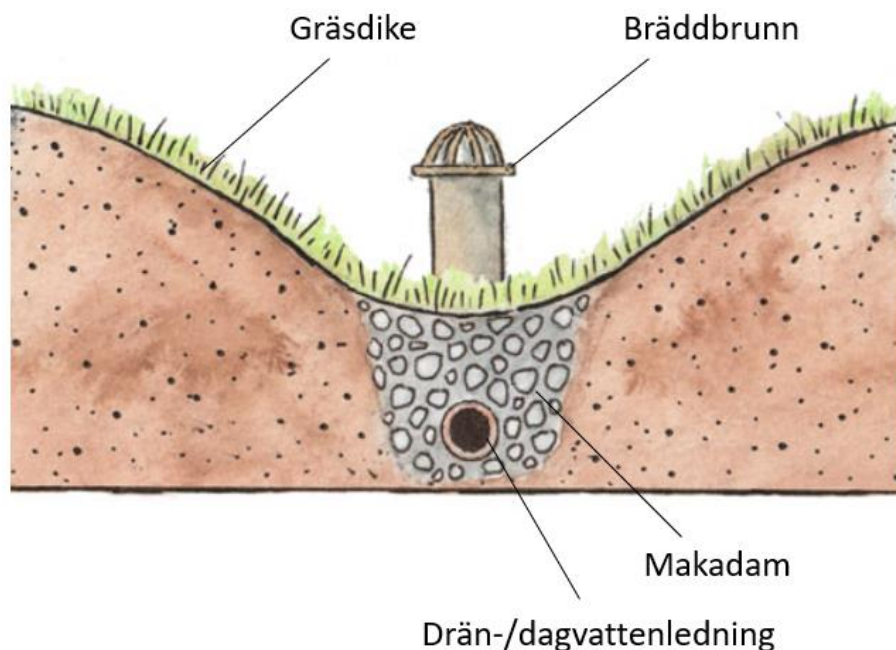
Oftast är huvudsyftet med gräsdiken transport av dagvatten (Svenskt Vatten, 2019). En viss rening och fördröjning av dagvatten kan ske i gräsdiken men de är i regel inte ett komplett reningssystem för att uppnå god vattenkvalitet. För att öka reningsgraden i dikena föreslås att botten beläggs med makadam. Se Tabell 11 för jämförelse mellan uppskattade reningsgrad i gräsdike och makadamdike/makadammagasin.

Tabell 11. Reningsgrad i StormTac för makadammagasin och gräsdike.

	Fosfor (P)	Kväve (N)	Bly (Pb)	Koppar (Cu)	Zink (Zn)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Nickel (Ni)	Kviksilver (Hg)	Suspenderad substans (SS)	Olja	Benso(a)-pyren (BaP)
Makadammagasin	60%	55%	80%	65%	85%	85%	55%	65%	45%	80%	90%	60%
Gräsdike	30%	20%	40%	20%	55%	35%	35%	55%	10%	65%	85%	15%

Ett makadammagasin är ett krossfyllt dagvattenmagasin som både fördröjer och renar dagvattnet. För en ökad reningseffekt kan makadammagasinet förses med strypt utlopp vilket bidrar till en långsam avtappning och effektivare avskiljning av föroreningar. Det är dock viktigt att ha i åtanke att underjordiska makadammagasin kan sättas igen med sediment, vilket i sin tur leder till att dagvattnet dämmer upp i systemet. För att minska risken för att detta ska ske kan magasinet kompletteras med sandfång och vattenlås (för att förhindra större partiklar). Det är viktigt att diket utformas med en bräddningsfunktion så att vattnet kan avledas då kapaciteten överstigs. Exempelvis kan ett brunnsintag placeras högre än dikesbotten för att vatten ska kunna avledas då diket går fullt.

Se Figur 22 för principillustration av gräsdike med makadambotten.



Figur 22. Modifierad bild från original: VA-guiden (<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike/>)

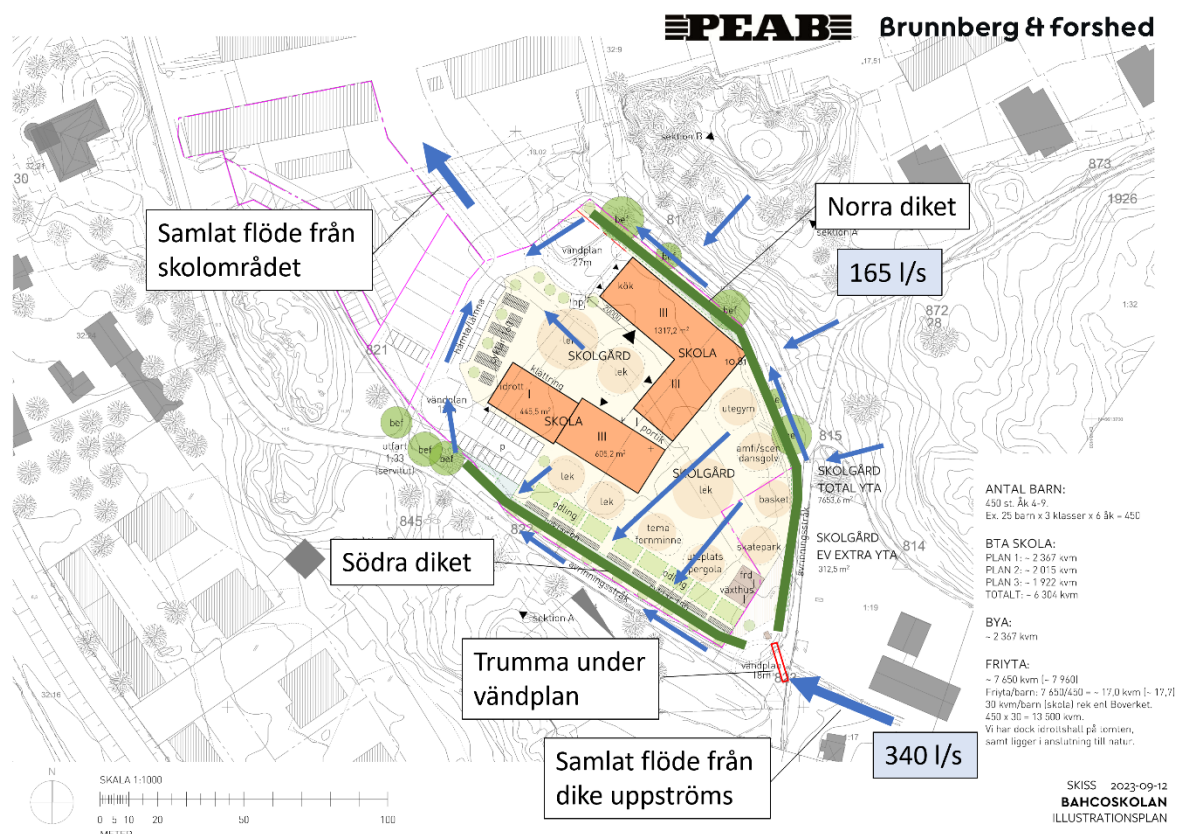
Anläggningsdjupet för makadammagasinet bör vara minst 0,5 meter och magasineringsskapaciteten är beroende av makadamens porvolym, vilket oftast ligger kring 30 %. Dimensioneringen av diket beror av det flöde som anläggningen förväntas hantera. I Tabell 12 redovisas den makadamtäckta bottenarea som krävs i diket för att fördröja och rena dagvattnet från den stora skolgården. I beräkningarna antas längden på diket vara 135 m och djupet i makadammagasinet på 0,8 m. Det innebär att fördröjningszonen i diket, ovanför makadamlagret, bör vara minst 0,21 m om släntlutningen antas till 1:1.

Tabell 12. Fördröjningsbehov för stora skolgården samt föreslagna dimensioner av diket för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym.

Totalt fördröjningsbehov (m ³)	Djup - makadam (m)	Fördröjningszon (m)	Bottenbredd (m)	Area (m ²)
69	0,8	0,21	1,0	141

9 HANTERING AV SKYFALL

Det har tidigare i denna utredning beskrivits att det vid händelse av ett skyfall, rinner vatten från ett större uppströms område till och genom utredningsområdet, se Figur 8. För att minska flödet in på skolgården föreslås att ännu ett dike (norra diket) anläggs i utkanten av skolområdet, se Figur 23. Diket blir ett skyfallsdike som ska avleda skyfall från befintligt diket i sydost och skogsmarken norr och nordost om utredningsområdet. Det föreslås att skyfall från det befintliga diket sydost om utredningsområdet ska ledas via en trumma under vändplanen till det norra diket. Om trumman går full så bräddar skyfallet på vändplanen innan det rinner ner i diket. I framtida projektering måste höjdsättningsarbetet med vändplanen beakta detta. Skyfallsflöden som uppstår inom stora skolgården föreslås ledas till det södra diket som redovisas i avsnitt 8.2.3.



Figur 23. Skyfallsvägar till, inom och från utredningsområdet utifrån planerad exploatering.

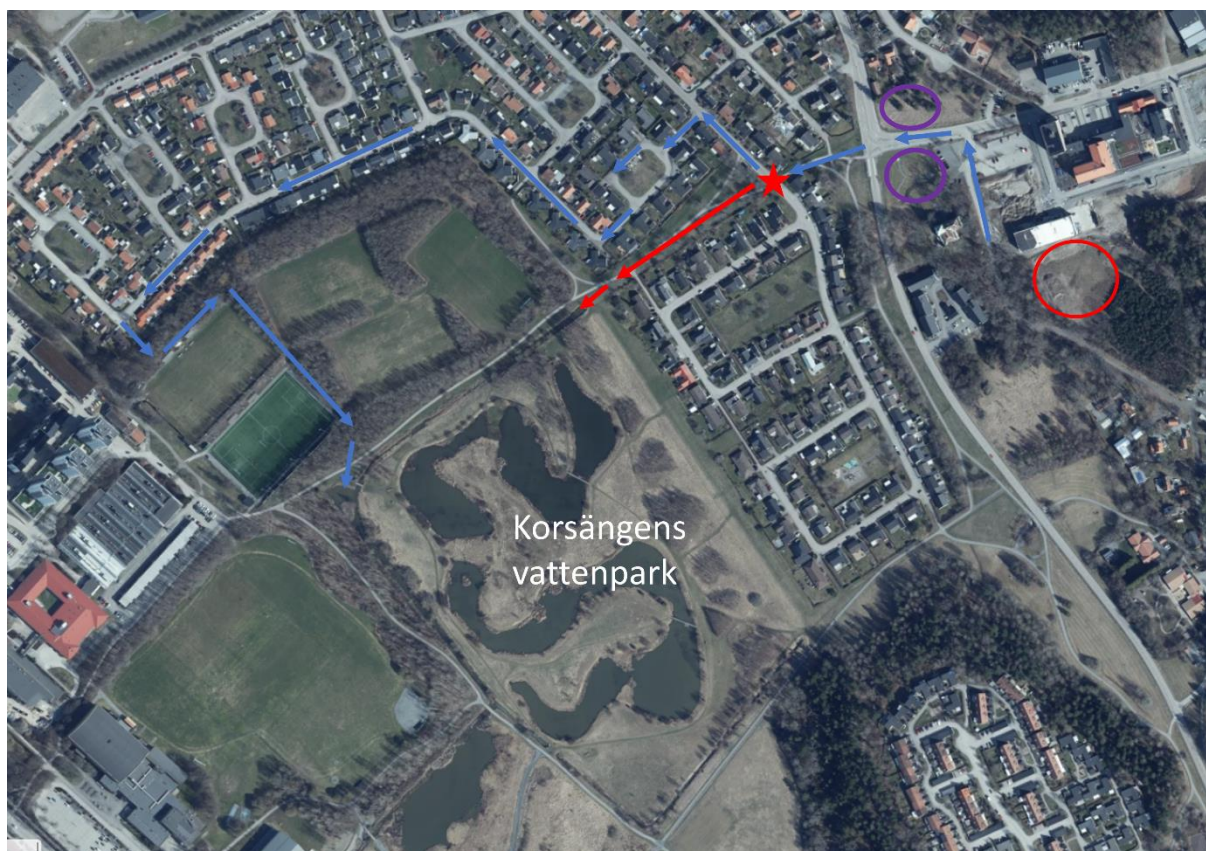
Vid ett skyfall uppskattas tillrinningen till de föreslagna dikena enligt andra kolumnen i Tabell 13, beräknat enligt rationella metoden (se avsnitt 7.1). Då vattnets flödes hastighet i gräsdiken är ungefär 0,5 m/s (Svenskt vatten, 2016) innebär det att det norra diket tvärsnittsarea behöver vara cirka 1 m² och det södra diket tvärsnittsarea cirka 0,35 m².

Tabell 13. Figuren redogör för dikenas tillrinningsområden vid skyfall. Andra kolumnen visar de flöden som dikena ska avleda och tredje kolumnen visar erforderlig tvärsnittsarea.

Tillrinningsområde	Flöde (l/s)	Dikets tvärsnitt (m²)
Norra diket		
Skogsmark uppströms	165	1,0
Befintligt dike uppströms	340	
Totalt	505	
Södra diket		
Stora skolgården	176	0,35
Totalt	176	

Vid dikenas slut bräddar skyfallet ut på vändplanerna i norra och nordvästra delen av skolområdet och leds sedan vidare ut på gatan, likt dagens situation, se Figur 23. Eftersom befintliga lågpunkter byggs bort i exploateringen så förväntas flödet öka. Det finns begränsade möjligheter att fördröja skyfallet uppströms planområdet och att leda in naturmarksvatten in på området kan vara olämpligt då det är en skolgård. För att inte riskera att detaljplanen förvärrar situationen nedströms planområdet så rekommenderas en alternativ fördröjningsyta eller omledning av skyfallet. Figur 24 visar med blåa pilar de befintliga flödesvägarna mellan planområdet och Korsängens vattenpark, genom ett villaområde. Avrinningsstråket passerar två grönområden (lila ringar). Det övre av de två områdena i figuren är en lågpunkt i vilken skyfall från kringliggande områden samlas idag. Det finns en gällande detaljplan från 2015 som tillåter bostadsbebyggelse på denna yta och det är därför olämpligt att leda skyfall dit i

framtiden (Enköpings kommun, 2023). Det undre området inhyser den kommunala dagvattendammen, till vilken skyfall inte bör ledas (korrespondens med VA-huvudmannen 2023-08-24). I Figur 24 visas en plats (röd stjärna) där det istället skulle kunna vara lämpligt med en styrning för att leda om skyfallet och på så sätt undvika ett flöde genom villaområdet.



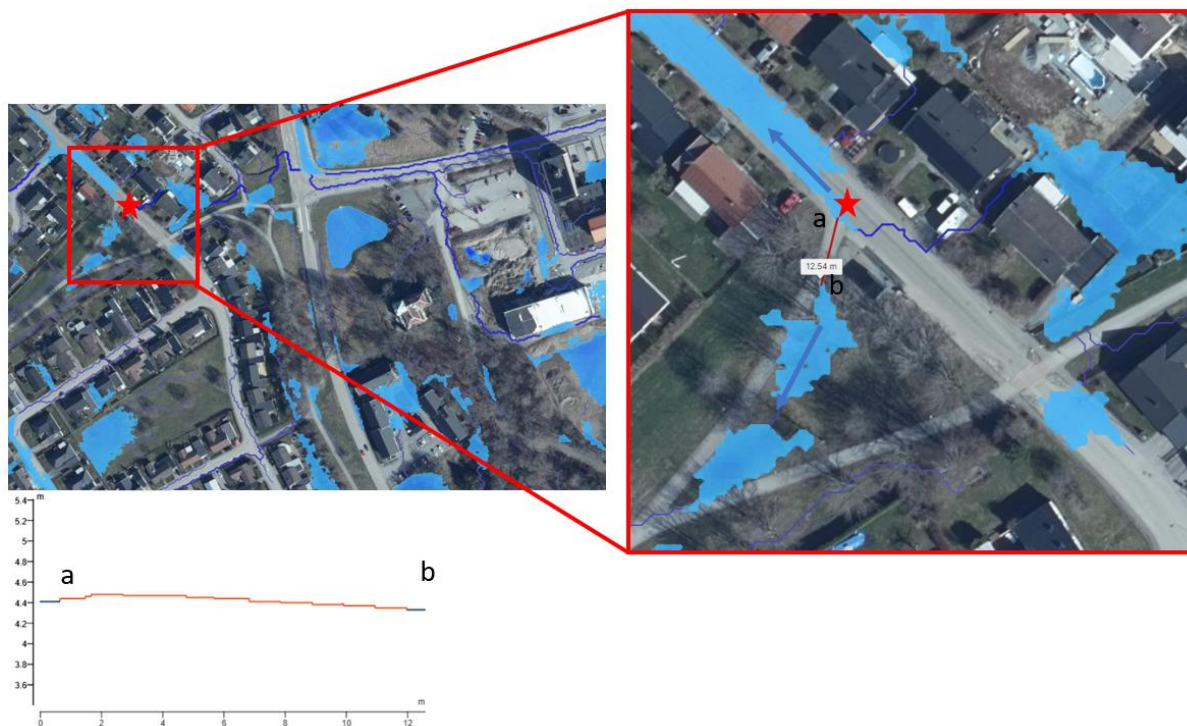
Figur 24. Befintlig flödesväg (blå pilar) mellan planområdet (röd ring) och Korsängens vattenpark. Lila ringar visar närliggande grönområden, röd stjärna lämplig placering för möjlig styrning och röda pilar potentiell ny flödesväg.

En styrning skulle minska belastningen på villaområdet nedströms, detta delvis då tillrinningen till markerad plats är cirka 78 ha, se Figur 25. Då flera exploateringar planeras inom tillrinningsområdet skulle denna styrning vara en insats som bidrar till en minskad risk för villaområdet nedströms. Även ett utnyttjande av fördröjning av skyfall i grönområdena (lila ringar i Figur 24) skulle underlätta för området i stort.



Figur 25. Tillrinningsområdet som bidrar till flöden in i villaområdet.

Figur 26 visar en profil från en lämplig placering för en möjlig styrning. Blåa pilar visar befintliga flödesvägar. Från profilen framgår att det är väldigt låga nivåskillnader som skapar höjdryggen som leder flödet norrut mot villaområdet och att ett relativt litet ingrepp krävs för att ändra flödesvägarna.

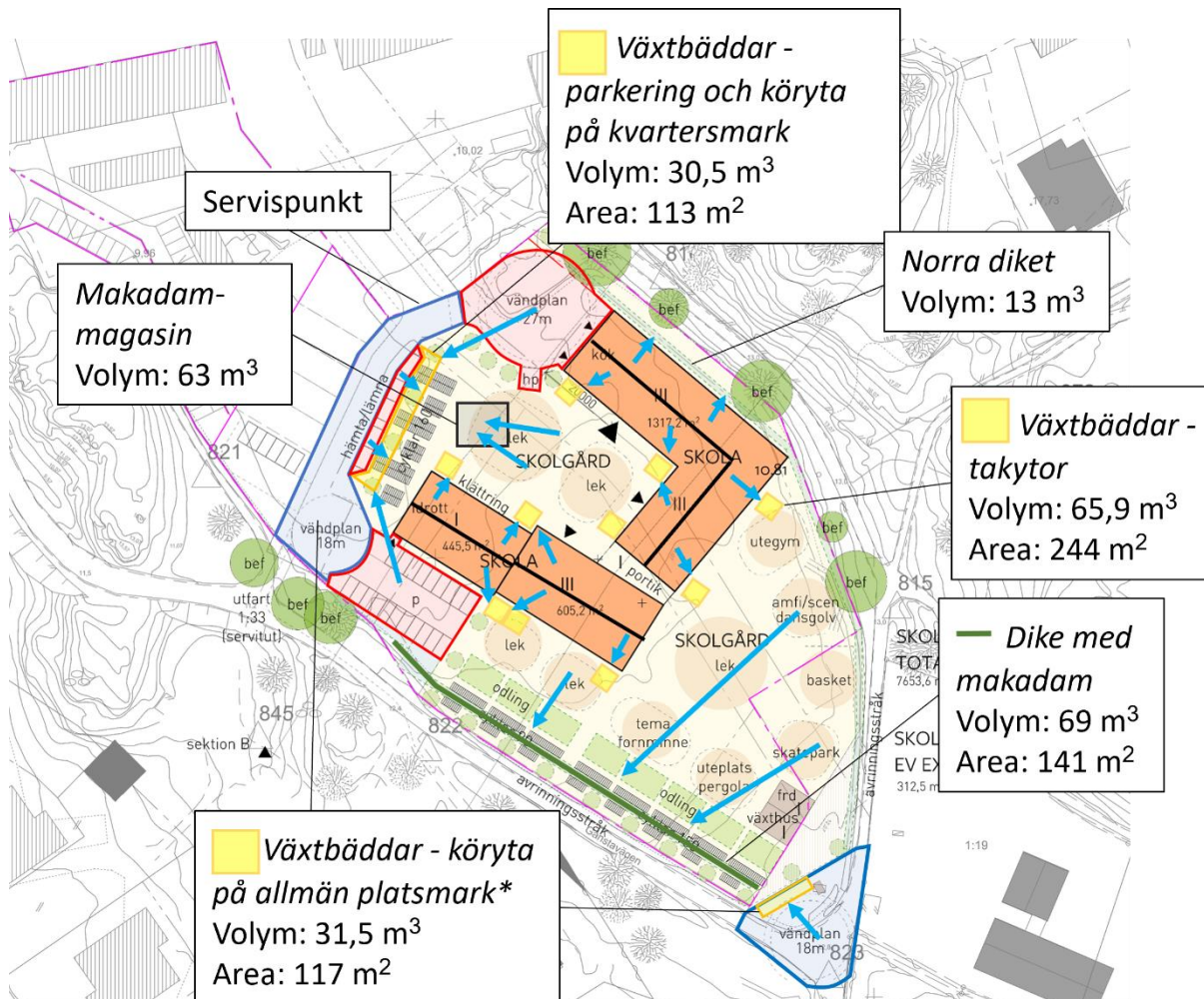


Figur 26. Ett exempelområde för placering av möjlig styrning samt en profil som illustrerar höjdryggen som skiljer befintlig flödesväg från föreslagen väg.

10 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

Om dagvattenhanteringen utformas som föreslaget i föregående kapitel fördröjs flödet till motsvarande naturmark, i enlighet med Enköpings kommuns dagvattenpolicy. Totalt fördröjs 232 m³ dagvatten enligt föreslagna åtgärder, se avvattningsplan i Figur 27. Figuren visar hur stor volym som fördröjs i respektive dagvattenanläggning samt det ytbehov som krävs för att omhänderta vattnet.

Anläggningarna är utritade skalenligt enligt framräknat ytbehov men placeringarna är endast förslag på placering och kommer behöva revideras efter att höjdsättningen är fastställd.



Figur 27. Avvattningsplan för skolområdet. (*Utritade lösningar för delar av allmän platsmark saknas, motsvarande 85 m²). Blåa ytor visar allmän platsmark, resterande ytor är kvartersmark.

I figuren saknas utritade dagvattenanläggningar på allmän platsmark för gatan framför hämta/lämna-parkeringarna, vändplanen och gångvägen, motsvarande en växtbäddsyta på 85 m² (och en fördröjningsvolym på 23 m³). Ytor för dagvattenåtgärder måste avsättas inom allmän platsmark i den delen av området, för att fördröja och rena dagvatten från ovan nämnda ytor.

Figur 27 visar också att, till följd av takens utformning, omhändertas en del av den norra skolbyggnadens tak i det norra diket. Ett vanligt gräsdike, likt det föreslagna diket, har relativt låg reningsgrad (se Tabell 11). Eftersom dagvatten från takytor har låga föroreningsnivåer samt att det är en mindre andel av takytorna som rinner till diket, bedöms rening i gräsdike vara tillräckligt.

Dagvattnets föroreningsinnehåll måste beaktas för att uppnå den reningsgrad som behövs för att inte äventyra recipientens möjlighet att uppnå beslutade miljökvalitetsnormer. Föroreningsberäkningarna

har utförts för att få en uppskattning av dagvattnets föroreningshalter och mängder och därmed bedöma dess påverkan på recipienten.

Föroreningsberäkningar för planområdet med föreslagna lösningar (dimensioner enligt avsnitt 8.2) har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac v.23.3.1 och resultaten visas i Tabell 14 och Tabell 15 för allmän platsmark och Tabell 16 och Tabell 17 för kvartersmark.

Tabell 14. Föroreningsbelastning före och efter planerad exploatering (inklusive rening i dagvattenåtgärder) för allmän platsmark. Gröna fält visar en förbättring, röda värden visar en försämring. Föroreningsmängderna är angivna i kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	0,012	0,14	0,00052	0,0011	0,0031	0,000024	0,00019	0,00014	0,0000011	4	0,017	8,9E-07
Efter exploatering	0,012	0,3	0,00043	0,0013	0,0018	0,000026	0,002	0,0006	0,000013	3,8	0,1	0,0000014
Skillnad (%)	0%	114%	-17%	18%	-42%	8%	953%	329%	1082%	-5%	488%	57%

Tabell 15. Föroreningshalter före och efter planerad exploatering (inklusive rening i dagvattenåtgärder) för allmän platsmark. Gröna fält visar en förbättring, röda värden visar en försämring. Föroreningshalter är angivna i µg/l.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	79	940	3,4	7,3	20	0,16	1,2	0,91	0,0072	26000	110	0,0059
Efter exploatering	21	510	0,72	2,2	3	0,044	3,4	1	0,023	6400	170	0,0024
Skillnad (%)	-73%	-46%	-79%	-70%	-85%	-73%	183%	10%	219%	-75%	55%	-59%

Tabell 16. Föroreningsbelastning före och efter planerad exploatering (inklusive rening i dagvattenåtgärder) för kvartersmark. Gröna fält visar en förbättring, röda värden visar en försämring. Föroreningsmängderna är angivna i kg/år.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	0,12	1,5	0,0054	0,011	0,032	0,00024	0,0019	0,0014	0,000011	41	0,17	0,0000091
Efter exploatering	0,25	2,9	0,0031	0,015	0,025	0,00024	0,0064	0,0037	0,000028	36	0,2	0,0000097
Skillnad (%)	108%	93%	-43%	36%	-22%	0%	237%	164%	155%	-12%	18%	7%

Tabell 17. Föroreningshalter före och efter planerad exploatering (inklusive rening i dagvattenåtgärder) för kvartersmark. Gröna fält visar en förbättring, röda värden visar en försämring. Föroreningshalter är angivna i µg/l.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP
Före exploatering	79	940	3,4	7,3	20	0,16	1,2	0,91	0,0072	26000	110	0,0059
Efter exploatering	55	650	0,69	3,3	5,4	0,052	1,4	0,81	0,0063	7900	44	0,0021
Skillnad (%)	-30%	-31%	-80%	-55%	-73%	-68%	17%	-11%	-13%	-70%	-60%	-64%

Tabellerna ovan visar att, även om storskalig rening sker inom skolområdet, så ökar föroreningsbelastningen för majoriteten av föroreningsämnen. Föroreningshalterna ökar för en tredjedel av föroreningarna från allmän platsmark och endast halten av krom ökar från kvartersmark. Att halterna minskar och mängderna ökar beror på att den ytliga avrinningen inom området ökar och föroreningsinnehållet i dagvattnet blir mer utspädd.

Situationen *före exploatering* motsvarar 100% naturmark inom planområdet. Idag finns dock en gällande detaljplan från 2013 som tillåter bostadsbebyggelse med tillhörande lokalgata. Markanvändningen bedöms ha en motsvarande föroreningsbelastning på recipienten som den nya detaljplanen med skolområde men i den gällande detaljplanen finns inga krav på dagvattenhantering.

Den nya detaljplanen, med krav på dagvattenhantering enligt kommunens dagvattenpolicy, bedöms därför ha en mer positiv effekt på recipientens föroreningsnivåer jämfört med tillåten bebyggelse inom gällande detaljplan.

Föreslagen dagvattenhantering inom planområdet följer Enköpings kommuns dagvattenpolicy och checklista för dagvattenutredningar. Eftersom inget dagvatten från utredningsområdet leds till recipienten idag så blir förändringen i föroreningsbelastningen påtaglig och den reningsgrad som är erforderlig, för att mängderna ska återgå till befintliga, kommer inte kunna uppnås. Recipienten är känslig för ökad tillförsel av näringsämnen och därför rekommenderas dagvattenåtgärder med relativt högt näringsämnesupptag, exempelvis växtbäddar och makadammagasin.

Recipienten Enköpingsån naturliga avrinningsområde uppgår till 164 km². Planområdets cirka 1,3 ha utgör endast 0,08 ‰ av Enköpingsåns avrinningsområde. Det stora avrinningsområdet för recipienten medför att påverkan är stor och kommer från många källor. Planområdets föroreningsbelastning, som är liten i relation till den totala påverkan på recipienten, får därmed en mycket begränsad betydelse för recipientens vattenkvalitet. Av näringsämnena kväve och fosfor har recipienten klassificeringen dålig på grund av fosforbelastning från urban markanvändning och jordbruk.

Innan dagvattnet når recipienten kommer delar av flödet ledas till Korsängens vattenpark. Där genomgår dagvatten från planområdet ett andra reningssteg och den totala föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten kan därför förväntas vara lite mindre än vad tabellerna ovan visar. Slutsatsen är att planområdet har liten betydelse för recipientens vattenkvalitet som istället styrs av många andra faktorer. Även om reningseffekten i Korsängens vattenpark exkluderas så kan ett genomförande av planen antas ge en så pass liten effekt att det inte kommer kunna detekteras genom mätningar i recipienten. Den ökade belastningen påverkar därför inte möjligheterna att nå satta MKN.

11 SLUTSATSER

Dagvatten inom planområdet föreslås omhändertas i bland annat skelettjordar och växtbäddar med erforderlig fördröjningsvolym på totalt 232 m³. Volymen är beräknad utifrån kravet på fördröjning av ett 20-årsflöde ner till motsvarande naturmarksflöden (avrinningskoefficient 0,1).

De grova föreoreningsberäkningarna i StormTac visar att föroreningsmängderna generellt ökar medan halterna minskar. Planområdet utgör endast en mycket liten del av Enköpingsåns avrinningsområde och genomförande av planen antas ge en så pass liten effekt att det inte kommer kunna detekteras genom mätningar i recipienten. Planområdet bedöms därför inte äventyra recipientens möjlighet att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer.

I utredningen har flöden och volymer beräknats utifrån en total genomsläpplighetsgrad på 43%. Markanvändningarna plantering samt två tredjedelar av skolgårdarna (gräs och grus) är inkluderade i genomsläpplighetsandelen. Förslagsvis bör planbestämmelserna reglera genomsläpplighetsgraden till 43% inom planområdet.

Utredningen föreslår att skyfall från uppströms områden leds via ett dike längs skolområdets norra gräns och att skyfall från skolområdet leds via ett dike längs skolområdets södra gräns. Från diket tillåts skyfallet brädda mot vägen framför skolan för att sedan ledas vidare längs gator, likt idag.

11.1 BEHOV AV VIDARE UTREDNING

- De grundvattenmätningar som utfördes i samband med saneringsarbetet 2013 ger en indikation på var grundvattennivån inom aktuellt planområde ligger, 1-3 m. För att avgöra om föreslagna dagvattenanläggningar behöver anläggas täta för att inte riskera att dränera grundvatten kommer grundvattenmätningar inom skolområdet behöva utföras i kommande planeringsskede.
- Placeringar av dagvattenåtgärder har i denna utredning utgått från framtagna illustrationsplan och befintliga markhöjder. Efter att planerade höjdsättningen har tagits fram behöver föreslagen dagvattenhantering ses över för att säkerställa dess funktion.
- En dialog kan behöva föras med kommunen kring det föreslagna norra dikesremsan längs fastighetsgränsen och om detta dike, och dess funktion, bör tillfalla fastigheten eller placeras inom allmän platsmark. En dialog bör även föras med kommunen rörandes en lämplig skyfallsåtgärd nedströms planområdet.

12 REFERENSER

Enköpings kommun, u.å.(a), Enköpingskartan – VA-Verksamhetsområde [Enköpingskartan \(enkoping.se\)](https://enkoping.se)

Enköpings kommun, u.å.(b), [Detaljplaner i Enköping – Enköpings kommun \(enkoping.se\)](https://enkoping.se)

Länsstyrelsen, 2023, EBH-kartan [EBH-kartan \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)

Länsstyrelsen Uppsala Län, u.å., Underlag för mark- och vattenanvändning i Uppsala län [\(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)

Regeringskansliet, 2023, Sverige står bakom EU-lagförslag om stopp för användning av PFAS-ämnen [Sverige står bakom EU-lagförslag om stopp för användning av PFAS-ämnen - Regeringen.se](https://regeringen.se)

SKB, 2016, Kvävehalter i berg. Kunskapssammanställning bakgrundshalter. Fallstudie och vattenprovtagningar TASS, Äspö

Svenskt Vattens publikation P110, 2016, Avledning av dag-, drän-, och spillvatten

Svenskt vatten, 2019, Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten [svu-920.pdf \(svensktvatten.se\)](https://svu-920.pdf)

VISS, 2023, Vattenkartan – SMHI delavrinningsområden 2016. [Vattenkartan \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)

VISS, 2023, Enköpingsån [Enköpingsån - \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)

WRS, u.å., Korsängens vattenpark

VI ÄR WSP

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

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

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

