



Dagvattenutredning Kockbacka gårde

Upplands Bro kommun

2021-10-06

TITEL	Dagvattenutredning Kockbacka gärde
RAPPORTNUMMER	2020-1617-A
BESTÄLLARE	Upplands-Bro kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Tova Forkman Fahlgren, WRS
FÖRFATTARE	Tova Forkman Fahlgren och Preetam C. Hernefeldt, WRS
GRANSKNING	Maja Granath, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2021-10-06
OMSLAGSBILD	Preetam C. Hernefeldt

Sammanfattning

Upplands-Bro arbetar just nu med en detaljplaneprocess för ett område i närheten av centrala Bro. Området planeras att användas för skol- och idrottsändamål och utgörs i nuläget av jordbruksmark. Inom planområdet planeras även ett bostadsområde med radhus.

Det dimensionerande dagvattenflödet beräknas att öka inom planområdet till följd av planerad exploatering. Det innebär att dagvattnet inom planområdet behöver fördröjas och utjämnas för att inte öka utgående flöde jämfört med nuläget.

Planområdet ligger inom avrinningsområdet till recipienten Mälaren-Görväln. Mälaren-Görväln är en vattenförekomst och genomförd statusklassning visar på för höga halter av bl.a. nickel, kadmium och bly. Exploateringen kommer att medföra att transporten av närsalter, metaller och andra ämnen kommer att förändras. Mängderna av de flesta ämnen ökar med tänkt exploatering jämfört med nuläget. Det innebär att dagvattnet behöver renas innan det leds ut från planområdet.

I utredningen föreslås principer för dagvattenhantering. Alternativet som föreslås innebär att dagvatten från skolområdet och bostadsområdet hanteras med lokala dagvattenåtgärder (LOD) i nära anslutning till de ytor där dagvattnet avrinner ifrån och sedan avleds till en samlad dagvattenhantering i en fristående dagvattendamm.

Förslaget på dagvattenhantering ger en god möjlighet till utjämning och kan utformas för att utgående flöde inte ska öka jämfört med nuläget. Förslaget innebär även en långtgående rening.

I dagsläget avvattnas området via de befintliga dikena. De befintliga dikena utgör även områdets lågstråk, hit avrinner vattnet från området för att sedan samlas upp i det större diket i mitten som avvattnas söderut, mot kulverten under järnvägen. Vid exploatering av området, och vid en ev. igenläggning eller flytt av dikena är det viktigt att skapa nya avvattningsvägar i området så att vattnet kan avledas till tänkta dagvattenanläggningar och sedan även avledas därifrån.

Uppströms planområdet, norr om Ginnlögs väg, finns ett stort avrinningsområde som i nuläget leds in i planområdet via befintligt dike. I utredningen har förslag på rening av det dagvattnet i en separat sedimentationsdamm tagit fram innan vattnet sedan leds genom planområdet i ett nytt dikessystem. Uppströms planområdet, nordöst om Enköpingsvägen, finns ett mindre avrinningsområde som i nuläget leds till en dagvattendamm, Kockbackadammen. Utloppet från Kockbackadammen leds sedan in i befintligt dike i planområdet. I och med planerad exploatering av planområdet kommer diket att flyttas, men även i framtiden fylla nulägets funktion som bortledning av utgående vatten från Kockbackadammen.

Avvattningen av planområdet sker via Trafikverkets trummor under järnvägen i den södra delen av planområdet. Dagvattenanläggningarna medför möjlighet till flödesutjämning för att inte öka utgående flöden till trumman vid ett 100-års regn från planområdet.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte.....	6
2	Förutsättningar	6
2.1	Nuvarande och historisk markanvändning	6
2.2	Geologi och topografi.....	7
2.2.1	Markföroreningar	8
2.3	Ledningskonflikter och hänsyn till järnvägen.....	9
2.4	Nuvarande dagvattenhantering	9
2.5	Ytvattenrecipient	13
2.6	Riktlinjer för dagvattenhantering	15
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	15
3.1	Markanvändning	16
3.2	Flöden nuläge och framtid	18
3.3	Behov av renings- och fördröjningsvolym.....	19
4	Transport av närsalter och andra förorenande ämnen	20
5	Förslag på åtgärder för dagvatten inom planområdet.....	21
5.1	LOD-anläggningar.....	23
5.1.1	Tak på skollokaler och idrottssal	23
5.1.2	Gång- och cykelväg.....	26
5.1.3	Parkering inom skola och hårdgjord yta norr om skolbyggnad..	27
5.1.4	Skolgård och ytor för idrott.....	29
5.1.5	Bostadsområde	31
5.1.6	Sammanställning av förslag på dagvattenhantering (LOD)	33
5.2	Dagvattendamm i parken	34
5.3	Ytterligare fördröjningsbehov	36
6	Förslag på åtgärder för dagvatten som tillförs planområdet	38
7	Säkerhetsaspekter.....	39
8	Skyfall och åtgärder mot översvämning	39
9	Effekter av föreslagna åtgärder.....	44
9.1	Möjligheter till mer långtgående rening	46
10	Skötsel och drift	46
11	Slutsatser.....	46
12	Referenser.....	48

1 Inledning

Upplands-Bro arbetar just nu med en detaljplaneprocess för fastigheten Härnevi 8:10 och Kockbacka 2:1 i närheten av centrala Bro, se Figur 1. Upplands-Bro kommun utreder möjligheterna att utveckla området till ett skol- och idrottsområde samt även ett bostadsområde. Området som planeras att användas för skol- och idrottsändamål och bostäder är ca 150 000 m² (15 hektar) stort och utgörs idag nästan uteslutande av jordbruksmark.

En exploatering av dagens jordbruksmark kommer att innebära mer hårdgjorda ytor (som tak, vägar, skolgård etc.). En ökad andel hårdgjorda ytor innebär bland annat att avrinningen av dagvatten kommer att förändras jämfört med nuläget.



Figur 1. Planområdet markerat med röd cirkel, Källa: (Länsstyrelsen Stockholm, 2020).

1.1 Uppdrag och syfte

Som en del av planläggningsarbetet har WRS AB fått i uppdrag att utreda dagvattenfrågorna och visa hur dagvatten kan hanteras inom området. Uppdraget är indelat i två delar, dels att utreda och ge förslag på dagvattenhantering av dagvattnet som uppkommer inom planområdet, och dels att utreda, och ge förslag, på hantering av dagvatten från befintlig bebyggelse norr om planområdet. Dagvattenhanteringen för området norr om planområdet ska placeras inom planområdet, utredningen kring avrinningsområdet norr om planområdet beskrivs närmre i separat rapport, men slutsatser har lyfts in i denna rapport.

Utredningens innehåll och omfattning utgår från kommunens checklista för dagvattenutredningar.

2 Förutsättningar

2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

Planområdet ligger sydöst om Bro centrum och avgränsas i öst av Enköpingsvägen och i norr av ett bostadsområde och av Ginnlögs väg. I sydväst gränsar planområdet till befintlig järnväg. Planområdet har en areal på ca 17 ha och utgörs i dagsläget uteslutande av jordbruksmark, se Figur 2.



Figur 2. Översikt över planområdet i nuläget. Ungefärligt planområdet är markerat med röd linje, (Källa ortofoto: Google, 2021).

Norr om Ginnlögs väg återfinns ett bostadsområde med villor och radhus, dagvattenhanteringen från det området utreds i del 2 av detta uppdrag, se rapport Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2 (daterad 2021-09-08).

2.2 Geologi och topografi

Övergripande jordarter enligt SGU:s jordartskarta redovisas i Figur 3. Enligt jordartskartan dominerar området av lera, infiltrationskapaciteten i befintlig jordart bedöms utifrån det som låg.

Treeline Consulting AB har på uppdrag av Upplands-Bro kommun genomfört en geoteknisk utredning för planområdet (Treeline Consulting AB, 2021a, 2021b). Resultatet från den visar att jordlagerföljden utgörs av ett översta tunt lager av mulljord och sedan ett lager torrskorpelera på cirka 1-1,5 meter. Under torrskorpeleran återfinns lera med olika mäktighet beroende på plats inom planområdet. Under leran finns friktionsjord på berg.

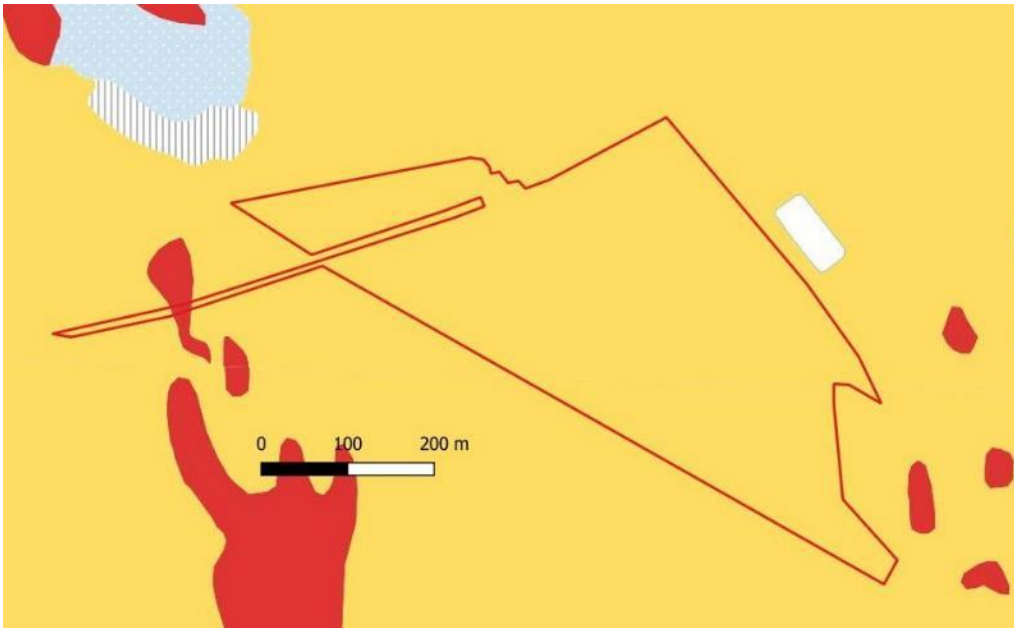
Lerans mäktighet varierar inom området och är som störst ungefär i mitten av området. Ler djup på upp till 12-15 meter har uppmätts. Längs med Enköpingsvägen är mäktigheten ca 2-5 meter i norr (Treeline Consulting AB, 2021a). I sydväst är lerans mäktighet ca 3-5 meter men ökar något i östlig riktning (Treeline Consulting AB, 2021b).

I den geotekniska utredningen genomfördes även sättningsberäkningar och generella stabilitetsberäkningar. En last på 20 kPa (vilket motsvarar ungefär en uppläggning av massor med en meters höjd) medför sättningar på 9-16 cm efter 5-10 år och 23-29 cm efter 50 år (Treeline Consulting AB, 2021a, 2021b). Stabilitetsberäkningarna visar att 1,5 meter schakt, med släntlutning 1:1, kan utföras med 10 kPa last på krönet utan stabilitetsproblem. Djupare schakter kan också vara möjligt men föreslås utredas vidare. Det förekommer dessutom lokala avvikelser med sämre stabilitet. Hänsyn behöver tas till detta vid placering och utformning av diken och dammar.

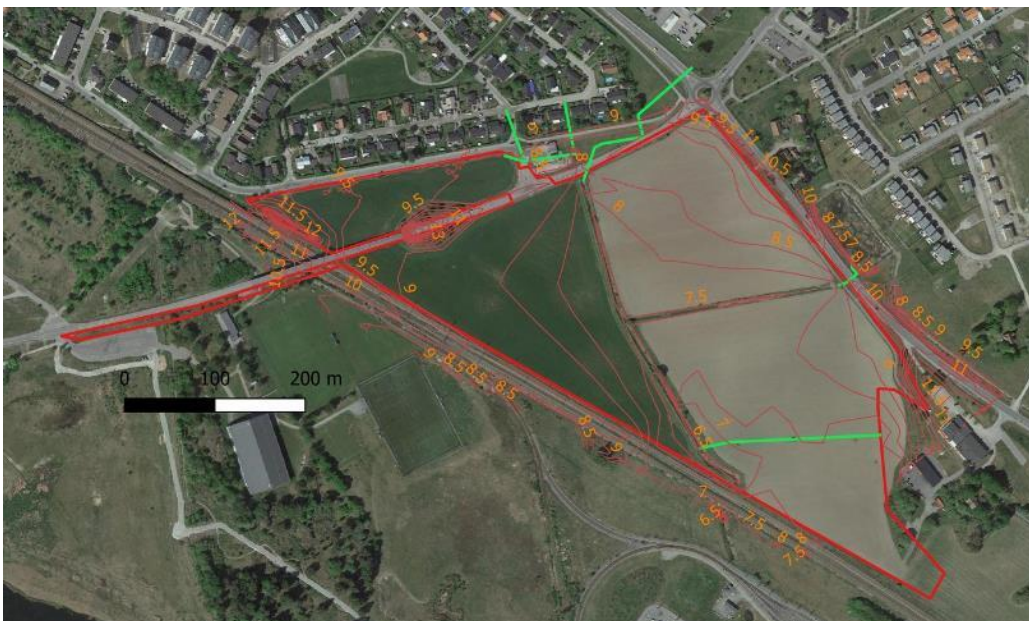
Det är även angivet i den geotekniska utredningen att det kan vara svårt att utföra schakt om stora dagvattendammar ska anläggas. Detta då grävmaskiner måste stå på befintlig mark då bärigheten i schaktbotten inte kommer att vara tillräcklig (Treeline Consulting AB, 2021a, 2021b). Det rekommenderas i den geotekniska utredningen att det kan vara lämpligt att utföra en jordförstärkning vid anläggandet av stora dammar. Enligt uppgift från Treeline Consulting påverkas genomförandet av dammarna av om de ska anläggas med tätduk/geoduk eller inte (Johansson, 2021a). Anläggandet av dammarna förenklas något om tätduk inte används och dammarna kan då vara större än om tätduk används. Sett till jordarterna så rekommenderas vi (WRS) att tätduk inte används då leran och dess mäktighet på platsen kan anses tät. Om rekommenderade schaktdjup används, finns det ingen risk för bottenuppträckning enligt den geotekniska utredningen dock beror det på var i området dammar och diken placeras (Johansson, 2021a).

Grundvattenytans trycknivå ligger i södra delen av området ca 0,4–0,8 meter under befintlig markyta. Grundvattentrycket i friktionsjorden visar på fallande grundvattennivåer i sydostlig och sydlig riktning (Treeline Consulting AB, 2021a, 2021b). Då leran kan antas vara tät bör det inte finnas någon risk för att grundvatten tränger in i dammar eller diken och inte heller tvärtom, att dagvatten tränger in i omkringliggande lerjord i någon stor utsträckning. Detta gäller om placering av diken och dammar sker där lerans mäktighet är större än angivet schaktdjup. Däremot kan grundvattnets trycknivå medföra bottenuppträckning om inte ett tillräckligt stort lerdjup sparas under framschaktade damm- och dikesbottnar. Lämpligheten i dammarnas placering bör verifieras med utökad geoteknisk utredning i kommande skeden.

Planområdet är flackt, höjderna i området varierar mellan +9,5 meter och +6,5 meter (höjdsystem RH2000), se Figur 4. Området är som lägst i mitten, där befintligt dike ligger. Området sluttar från öst in mot mitten, från väst in mot mitten och från norr söderut.



Figur 3. Planområdets översta jordlager (markerat med röd linje) består av olika lerfraktioner (gult) och enstaka berg i dagen (röda fält). Källa: (SGU, 2020).



Figur 4. Planområdet är flackt och höjden varierar mellan ca +6,5 meter - +7 meter längs med befintliga diken och stiger upp mot +9,5 m i planområdets norra, östra och västra ytterkanter (RH2000). Källa: Lantmäteriet (höjdkurvor), Google street map (underliggande kartbild).

2.2.1 Markföroreningar

Ingen markteknisk miljöundersökning är utförd. Det är dock ingen större sannolikhet att marken skulle innehålla några höga halter av föroreningar då den historiskt har använts som åkermark. Dock skulle det kunna, till följd av närheten till banvallen och brandstationen, finnas risk för vissa punktkällor av icke önskvärda halter av olika ämnen. Eventuellt bör detta utredas vidare för att få vägledning i hur schaktmassorna kan användas.

Det finns inga uppgifter om markföreningar inom planområdet (Länsstyrelsen Stockholm, 2020).

2.3 Ledningskonflikter och hänsyn till järnvägen

Längs med befintligt krondike löper ett ledningspaket med VA-ledningar (Upplands-Bro kommun, 2020). Ledningspaketet planeras att flyttas i samband med exploateringen. Diken eller dammar bör inte förläggas närmre än fyra meter från ledningarnas framtida placering. Det bör utredas vidare i samråd med den VA-tekniska utredningen hur dagvattendiken och -ledningar eventuellt kan behöva korsa VA-ledningar.

Längs med Enköpingsvägen, inom planområdet löper ett ledningspaket med olika ledningar (el, tele, fiber m.m.). Hänsyn behöver tas till dem och deras ledningsrätt och skyddsavstånd vid placering och anläggandet av dammar och diken.

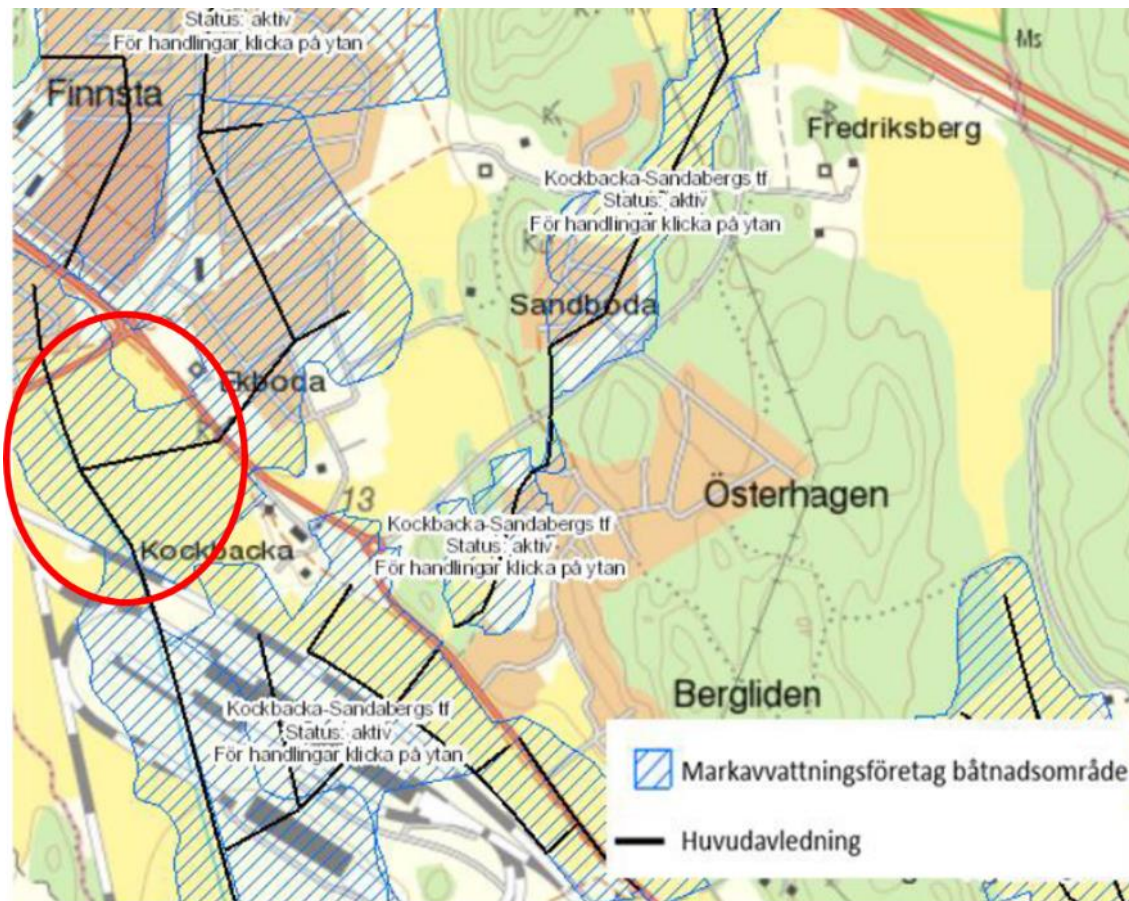
Från brandstationen ner mot krondiket löper ett ledningspaket med VA-ledningar inkl. dagvattenledning. Hänsyn behöver tas till dem och deras ledningsrätt och skyddsavstånd. Dagvattenledningen ansluter till krondiket strax innan utloppet i trummorna under järnvägen, se Figur 4.

Längs med planområdet västra kant löper järnvägen. Längs med järnvägen kommer bullervallar att anläggas med en höjd på 4 - 6 meter. Enligt uppgift från Treeline Consulting AB kommer bullervallarna att behöva förstärkas om de ska vara högre än två meter, det går därför att anpassa förstärkningen efter dike och damm så att de kan placeras på ett avstånd om ca fem meter från bullervallarna (avståndet syftar på avståndet från bullervallarnas släntfot, till diket och dammens släntrön) (Johansson, 2021a). Avståndet mellan bullervall och dike behövs även för att kunna komma åt dike och dammar (samt bullervallar) för skötsel och drift. Då bullervallarnas placering är anpassad efter skyddsavstånd från järnväg (25 meter) kommer dammar och diken inte att behöva ta ytterligare hänsyn till det skyddsavståndet (Johansson, 2021b).

2.4 Nuvarande dagvattenhantering

Planområdet ligger inom båtadsområdet för dikesföretagen Brogårds-Nygård och Kockbacka-Sandaberg, se Figur 5. Dikesföretaget Kockbacka-Sandaberg är upphävt och har vunnit laga kraft 2019-09-19 (Nacka Tingsrätt, 2019). Dikesföretaget Brogårds-Nygård är upphävt, beslutet vinner laga kraft den 5 november 2021 (Wallenius, 2021).

Planerad exploatering inom planområdet bör innebära att verksamhetsområdet för dagvatten utökas för att inrymma även planområdet och att kommunen tar över ansvaret som VA-huvudman för planområdet, alternativt att en gemensamhetsanläggning upprättas.



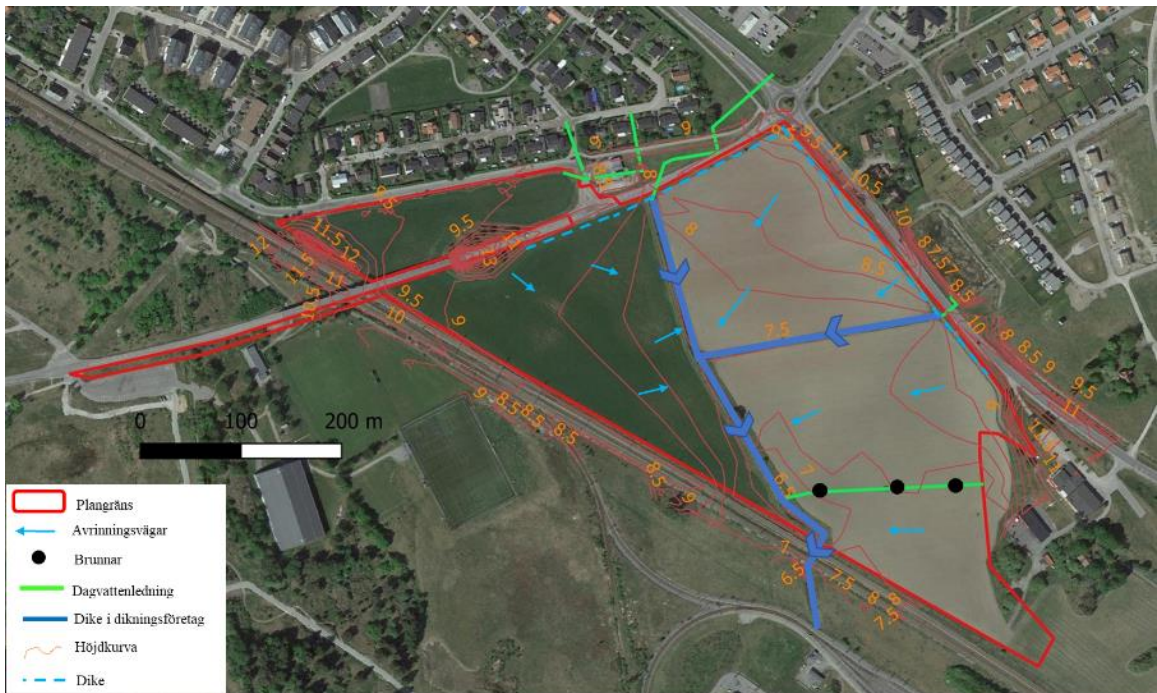
Figur 5. Planområdet (i rött) ligger markavvattningsföretaget "Brogårds-Nygårds df 1939" (båtnadsområdet markerat med blått raster). Utklipp från Länsstyrelsens webbGIS (Länsstyrelsen, 2018).

I mittersta delen av planområdet går två större diken från norr och öst som rinner mot söder se Figur 6. Dikena tillhör dikesföretaget. Diket och tillhörande båtnadsområde skapades på 1930-talet och ingår idag i kommunens övergripande system för dagvattenhantering. Flera områden i centrala Bro avvattnas via två utloppstrummor med diameter på 1000 mm som går under Ginnlögs väg och mynnar i dikesföretaget i diket som har sin sträckning genom planområdet, se Figur 9.

I södra delen av planområdet rinner diket under järnvägen i två 1000 mm kulvertar innan dagvattnet rinner vidare söderut och ansluter till Mälaren-Görväln. Området med kulvertarna (utloppet från hela planområdet) utgör även den lägsta punkten inom området och om vattenföringen i kulvertarna under järnvägen hindras finns risk för lokala översvämningar här. Enligt uppgift från Trafikverket är trummorna dimensionerade för ett 50-årsregn (Farje, 2021). Trummorna har nummer 100-36693, (Bergh, 2021).

Inom planområdets norra och östra del, längs Ginnlögs väg och mellan GC-vägen och Enköpingsvägen finns ett avskärande dike med några brunnar som tar emot dagvattnet från vägarna, se Figur 7 och Figur 8, som sedan leder dagvattnet vidare till de båda större dikena inom planområdet.

Genom den sydöstra delen av planområdet går en lokal dagvattenledning som leder vatten från brandstationen i öster mot diket i nord-sydlig ritning, se Figur 10.



Figur 6. Befintlig dagvattenhantering inklusive flödesriktning. Google street map (underliggande kartbild).



Figur 7. Bilden visar diket längs Enköpingsvägen. Foto: WRS (2020-11-27).



Figur 8. Bilden visar diket längs Ginnlögs väg. Foto: WRS (2020-11-27).



Figur 9. Befintligt dike inom planområdet. Foto: WRS (2020-11-27).



Figur 10. Brunn på lokal ledning som tar emot vatten från brandstationen. Foto: WRS (2020-11-27).

2.5 Ytvattenrecipient

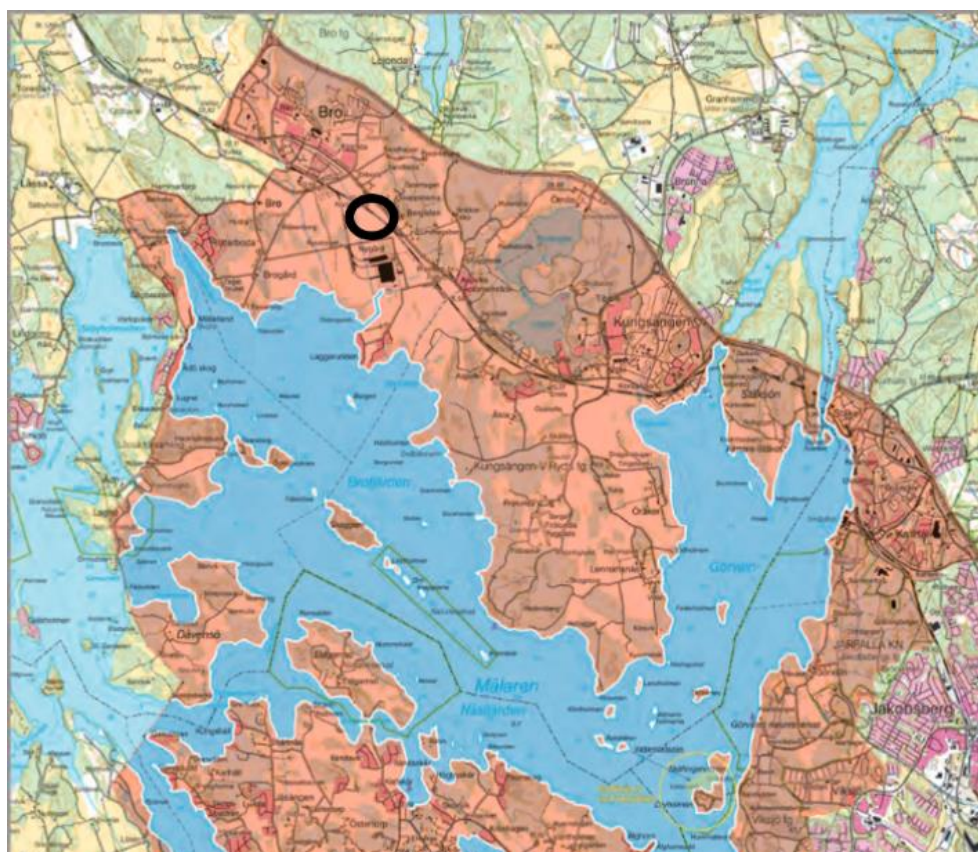
Planområdet ligger inom avrinningsområdet till recipienten Mälaren-Görväln, se Figur 11. Mälaren-Görväln (SS EU_CD: SE659147-160765) har enligt VISS måttlig ekologisk status avseende biologiska kvalitetsfaktorer för övergödning och uppnår ej god kemisk status. Recipienten är belastad med för höga halter av nickel, antracen, kadmium, bly, PFOS och tributyltenn, utöver de överallt överstridande ämnena kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE).

Miljö kvalitetsnormen för Mälaren-Görväln är god ekologisk och god kemisk ytvattenstatus. Enligt senaste beslut ska Mälaren-Görväln till år 2027 uppnå god ekologisk och kemisk status (VISS - Vatteninformationssystem Sverige, 2020).

Mälaren-Görväln omfattas av särskilda skyddsföreskrifter (Östra Mälarens vattenskyddsområde) eftersom den används som en dricksvattentäkt. Det innebär enligt 7 kap. 21 och 22 §§ i Miljöbalken att området omfattas av speciella områdesskydd och speciella regler för exempelvis dagvattenhanteringen med syfte att skydda vattentäkten. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län gäller att dagvatten från hårdgjorda ytor där det finns risk för förorenat vatten, både inom det inre och det yttre skyddsområdet (primära och sekundära skyddszonen) måste föregås av rening innan det släpps till recipient. Det är viktigt att ha det i åtanke vid exempelvis anläggningsarbeten i området. Planområdet ligger i den sekundära skyddszonen, se Figur 12.



Figur 11. Avrinningsområdet (ljusblå färg) vilken planområdet (röd punkt) ligger inom. Recipienten är Mälaren-Görväln. Utklipp från Länsstyrelsens webbGIS (VISS - Vatteninformationssystem Sverige, 2020).



Figur 12. Planområdets placering (svart ring) i förhållande till den primära (markerad med blått) och sekundära (markerat med orange) skydds zonen för Östra Mälarens vattenskyddsområde. Källa: (Stockholm Vatten och Avfall AB, u.å.).

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Upplands-Bro kommun har tagit fram en checklista med riktlinjer för dagvattenhantering inom kommunen (Upplands-Bro kommun, 2019a). Checklistan anger att omfattning och detaljeringsgrad av en dagvattenutredning beror på områdets förutsättningar.

Viktiga punkter från checklistan kan sammanfattas i följande punkter:

1. Flöden efter exploatering ska beräknas med 1,25 klimatfaktor på ett 20-årsregn. Detta gäller trycklinje i marknivå.
2. LOD-lösningarna för rening som föreslås ska minst dimensioneras för ett regndjup på 20 mm.
3. Vid dimensionering av magasin ska uppehållstiden i anläggningen 12 h för att ge långtgående reningseffekt.
4. Förorening av dagvatten ska undvikas och förorenat dagvatten ska hållas åtskilt från mindre förorenat dagvatten.
5. Redovisa risker vid marköversvämningar vid 100-årsregn.
6. Där det är möjligt ska dagvatten gynna den biologiska mångfalden samt fungera som en rekreativ, pedagogisk och estetisk resurs.
7. Dagvattenhanteringen ska bidra till förbättrad vattenkvalitet i kommunens vatten.
8. Takdagvatten får aldrig anslutas direkt till ledning.
9. För att säkerställa dagvattenhanteringsens långsiktiga funktion ska dagvattenanläggningar förläggas i serie där det är genomförbart.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac web. Föreslagen utbyggnad av området efter exploatering återges i Figur 13.



Figur 13. Situationsplan inför avstämning, daterad 2021-09-21. Framtagen av VISBYARK och Topia Landskapsarkitekter.

3.1 Markanvändning

Området består idag av jordbruksmark. Detaljplanen ska möjliggöra skol- och idrottsverksamhet samt bostäder och framtida markanvändning utgörs av byggnader med tillhörande parkeringar, gårdsytor, gång- och cykelvägar, angöringsytor etc. se Tabell 1.

Tabell 1. Markanvändning använd vid flödesberäkningar för nuläget och efter exploatering. Indelning av ytor från Upplands-Bro kommun (uppdaterade i enlighet med situationsplanen i Figur 13)

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]
Åkermark	16,5	-
Gång- och cykelväg (befintlig)	0,11	0,11
Väg/gata (befintlig)	0,21	0,21
Väg/gata (Planerad)	-	0,50
Taktytor (skola och idrottssal)	-	0,65
Skolgård (hårdgjorda ytor i anslutning till byggnad exkl. parkering)	-	0,57
Parkering (skolområde samt övriga, ej radhusområde)	-	0,27
Skolgård/idrottsområde (ej hårdjord/gräs)	-	1,5
Skolgård/idrottsområde (hårdjord och semihårdjord)	-	1,4
Gång-cykelbana (ny)	-	0,44
Radhusområde (Tak)	-	0,31
Radhusområde (gårdyta inom tomt)	-	0,57
Parkmark	-	9,9
Dammar	-	0,34
Summa	17	17

Vid belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.21.3.3 har markanvändningen behövt anpassas efter de markanvändningskategorier som finns tillgängliga i Stormtac. De kategorier som använts vid belastningsberäkningarna redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web v.21.3.3.

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]	Efter exploatering med rening [ha]
Jordbruksmark	16,5	-	-
Skolområde (hela skol- och idrottsområdet)	-	-	-
Väg 1 (Väg/angöring, ÅDT 1000)	0,21	0,70	0,70
Gång- och cykelväg	0,11	0,57	0,57
Parkmark (inkl. dammar)	-	9,9	9,9
Takyta	-	0,96	0,96
Parkering	-	0,27	0,27
Gräsyta (genomsläpplig skolgård och radhustomt)	-	2,1	2,1
Grusyta med träd (semihårdjord skolgård)	-	0,8	0,8
Torg (hårdjord skolgård, både prickmark norr om byggnad samt inom skolgården söder om byggnad)	-	1,2	1,2
Dammar	-	0,3	0,3
Summa	17	17	17

3.2 Flöden nuläge och framtid

Vid beräkning av avrinning används den reducerade arean, se Tabell 3. Den reducerade arean beräknas med hjälp av avrinningskoefficienter. Avrinningskoefficienten för en marktyp är ett mått på dess hårdgörningsgrad, hur mycket vatten som avrinner och hur mycket vatten som ytan ”håller kvar”. En högre avrinningskoefficient innebär mer hårdgjorda ytor och därmed en större andel avrinnande nederbörd. Den reducerade arean ($Area_{red}$) är ett mått på den faktiska hårdgjorda ytan och fås genom att multiplicera arean med avrinningskoefficienten.

Tabell 3. Markanvändning, avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten, 2016) samt beräknad reducerad area använd vid flödesberäkningar för nuläget och efter exploatering utan införda dagvattenåtgärder. Indelning av ytor från Upplands-Bro kommun (210308)

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Nuläge Area [ha]	Nuläge Area _{red} [ha]	Efter exploatering [ha]	Efter exploatering Area _{red} [ha]
Åkermark	0,05	16	0,82	-	-
Gång- och cykelväg (befintlig)	0,8	0,11	0,09	0,11	0,09
Väg/gata (befintlig)	0,8	0,21	0,17	0,21	0,17
Takytor (skola och idrottssal)	0,9	-	-	0,65	0,58
Skolgård (hårdgjorda ytor i anslutning till byggnad exkl. parkering)	0,8	-	-	0,57	0,46
Parkering	0,8	-	-	0,27	0,22
Skolgård/idrottsområde (ej hårdjord/gräs)	0,1	-	-	1,5	0,15
Skolgård/idrottsområde (hårdjord och semihårdjord)	0,59	-	-	1,4	0,85
Gång-cykelbana (ny)	0,8	-	-	0,45	0,36
Radhusområde(Tak)	0,9	-	-	0,31	0,28
Radhusområde (gård)	0,1	-	-	0,57	0,057
Parkmark (inkl. dammar)	0,1	-	-	10	1,3
Summa	-	17	1,1	17	4,9

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i planområdet att öka. Ur Tabell 3 kan det utläsas att den reducerade arean ökar från 1,1 ha till ca 4,9 ha i och med planerad exploatering. Beroende på val av utformning och andel hårdgjorda material som används kan den reducerade arean efter exploatering komma att ändras.

För beräkning av dimensionerande flöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016). Rationella metoden är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 hektar) med liknande rinntider inom området.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

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

k_f = klimatfaktor [-]

$$Q_{aim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

Avrinningen från området har beräknats för nuläget och scenariot med skol- och idrottsområde efter exploatering för dimensionerande 20-årsregn (motsvarar empiriskt trycklinje i marknivå för fylld ledning vid 5-årsregn) och 100-årsregn. Enligt Svenskt Vattens publikation 110 är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bebyggelseområde ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå. Det dimensionerande regnet är ett 20-årsregn med trycklinje i marknivå.

För att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden på grund av förväntade klimatförändringar används en klimatkfaktor (kf). I genomförda beräkningar har en klimatkfaktor på 1,25 lagts till för beräkningar av flöden efter exploatering, men inte för avrinningen i nuläget. Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området. I nuläget är rinntiden (använd varaktighet för regnet) beräknad till 29 minuter. För scenarierna efter exploatering är rinntiden satt till 10 minuter, vilken är den lägsta rinntid som används enligt branschstandard. Detta ger ett ”värsta möjliga scenario” för det framtida flödet och har använts då utbyggnaden inte är fastställd (om avrinning kommer att ske på mark, i ledning eller i öppna diken, sannolikt en kombination). Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 20-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 20.

Flödena redovisas i Tabell 4 och är beräknade utifrån indata som anges i Tabell 3. Avrundade värden redovisas.

Tabell 4. Resultat av beräknad avrinning (flöden) för regn med återkomsttid på 20 år och 100 år för nuläge och efter exploatering utan införda dagvattenåtgärder. Beräkningarna är genomförda med indata från Tabell 3

Scenario	Avrinning 20-årsregn [l/s]	Avrinning 100-årsregn [l/s]
Nuläge, utan kf	160	270
Efter exploatering utan införda dagvattenåtgärder, med kf	1 770	3 020

Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka inom planområdet från ca 160 l/s till ca 1 770 l/s vid ett 20-årsregn. Detta beror på ökad hårdgjord yta inom planområdet samt ökad regnintensitet till följd av förväntade klimatförändringar (klimatkfaktor).

3.3 Behov av renings- och fördröjningsvolym

Enligt Upplands-Bros checklista för dagvattenutredningar ska dagvattenåtgärder dimensioneras för att kunna ta emot och rena avrinningen från 20 mm regn samt så är kravet att dagvattenflödena ska utjämnas för att inte öka jämfört med dagens läge vid ett 20-årsregn. Behovet av volymer för rening och utjämnning har beräknats utifrån båda dessa krav och redovisats i Tabell 5.

Behovet av fördröjningsvolym för att kunna ta emot avrinningen från 20 mm nederbörd har beräknats enligt Ekvation 3.

Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regnvolymer som ska hanteras inom kvarteret (20 mm) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m^2]

φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

Volymbehovet för att inte flödet ska öka är beräknat med hjälp av bilaga 10.6a till Svenskt vattens publikation 110 (Svenskt Vatten och Dahlström, 2010). Volymbehovet är beräknat utan hänsyn till ev. flödesregulator. Detta då avrinningen från LOD-anläggningar oftast sker först när de är fyllda och nederbördsintensiteten är högre än infiltrationskapaciteten. För att beräkna magasinsbehov vid dessa förutsättningar antas en tappning motsvarande den via rör eller överfall där full kapacitet inte erhålls initialt. I beräkningen av hantering av 20 mm är även dammarnas yta angiven som park.

Tabell 5. Resultat från beräkning av volymer som bör renas samt utjämnas

Scenario	Hantering av 20 mm [m ³]	Magasinsvolym för ej ökade flöden, 20-årsregn [m ³]*
Efter exploatering	930	1 500

* Beräknad med hjälp av bilaga 10.6a till Svenskt vattens publikation P110

Avrinningen från 20 mm nederbörd innebär att 930 m³ behöver utjämnas och renas i någon typ av dagvattenåtgärd. För att inte öka utgående flöde från området sett till ett dimensionerande 20-årsregn är volymen ca 1 500 m³. Dagvattenåtgärderna som anläggs för att rena 20 mm dimensioneras även för fördröjning av vattnet de tar emot (930 m³). För att inte riskera att öka utgående flöde från planområdet jämfört med nuläget behövs alltså utjämning av ytterligare ca 570 m³ (vid dimensionering utifrån 20-årsregn).

4 Transport av närsalter och andra förorenande ämnen

Den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och andra ämnen har beräknats genom belastningsberäkningar i Stormtac web v. 21.3.3 och resultatet redovisas i Tabell 6.

Beräkningarna är gjorda för nuläget samt för framtida exploatering utan införda dagvattenåtgärder.

Tabell 6. Resultat från belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.21.3.3 enligt indata som redovisas i Tabell 2. Mängderna som redovisas för scenariot "efter exploatering" är utgående mängder från området utan hänsyn tagen till införda dagvattenåtgärder

Ämne	Nuläge [kg/år]	Efter exploatering [kg/år]
Fosfor (P)	6,3	4,6
Kväve (N)	150	54
Bly (Pb)	0,25	0,15
Koppar (Cu)	0,46	0,48
Zink (Zn)	0,75	0,98
Kadmium (Cd)	0,0040	0,010
Krom (Cr)	0,099	0,14
Nickel (Ni)	0,065	0,11
Suspenderat material (SS)	3 700	1 000
Bens(a)pyren (BaP)	0,00029	0,00034

Exploateringen medför en ökning av mängden av alla de medtagna parametrarna undantaget fosfor, kväve, bly och suspenderat material där mängden minskar.

För att inte planen ska försvåra möjligheterna att uppfylla beslutade MKN för recipienten Mälaren-Görväln får mängderna inte öka vid en exploatering. Detta gäller framförallt för parametrarna bly, kadmium, koppar och PFOS som överskrider gränsvärdena i recipienten. För att bidra till arbetet med att uppnå beslutade MKN är det önskvärt att även minska belastningen sett till nuläget. Det ska dock tilläggas att utgående mängder från planområdet inte är de mängder som planområdet bidrar med direkt till recipienten. Detta då dagvattnet från planområdet leds via öppna diken där viss fortsatt reduktion kan ske innan utlopp till Mälaren-Görväln.

Anledningen till att huvuddelen av föroreningshalterna överskrider efter exploatering är framförallt kopplat till att exploateringen innebär att mer dagvatten avrinner (d.v.s. större mängd föroreningar följer med) samt planerade parkeringsytor med ökad fordonstrafik jämfört med nuläget.

Förekomsten av kadmium i dagvatten är starkt kopplad till trafik (bromsbelägg) men även biltvättar och galvaniserad plåt. Genom att minimera trafik och parkering inom området kan förekomst av kadmium minska ytterligare, utöver att införa dagvattenreningsåtgärder. Kadmium förekommer till ca 50 % i partikelbunden form och ca 50 % i löst form. Koppar i dagvatten härrör främst till byggnadsmaterial (koppark etc.) samt till trafik (Viklander M., m.fl., 2019). Genom att minimera trafik och parkering inom området så kan detta ämne minska ytterligare. Metallerna koppar, krom och nickel (m.fl.) påverkas av vilka byggmaterial som används vid exploateringen. Genom att styra vilket byggmaterial som används vid exploateringen kan även föroreningarna till dagvattnet minska. Inerta material rekommenderas medan legeringar med krom, nickel och bly undvikas. Genom medvetna materialval kan förekomsten av koppar, nickel och krom (m.fl.) minska ytterligare.

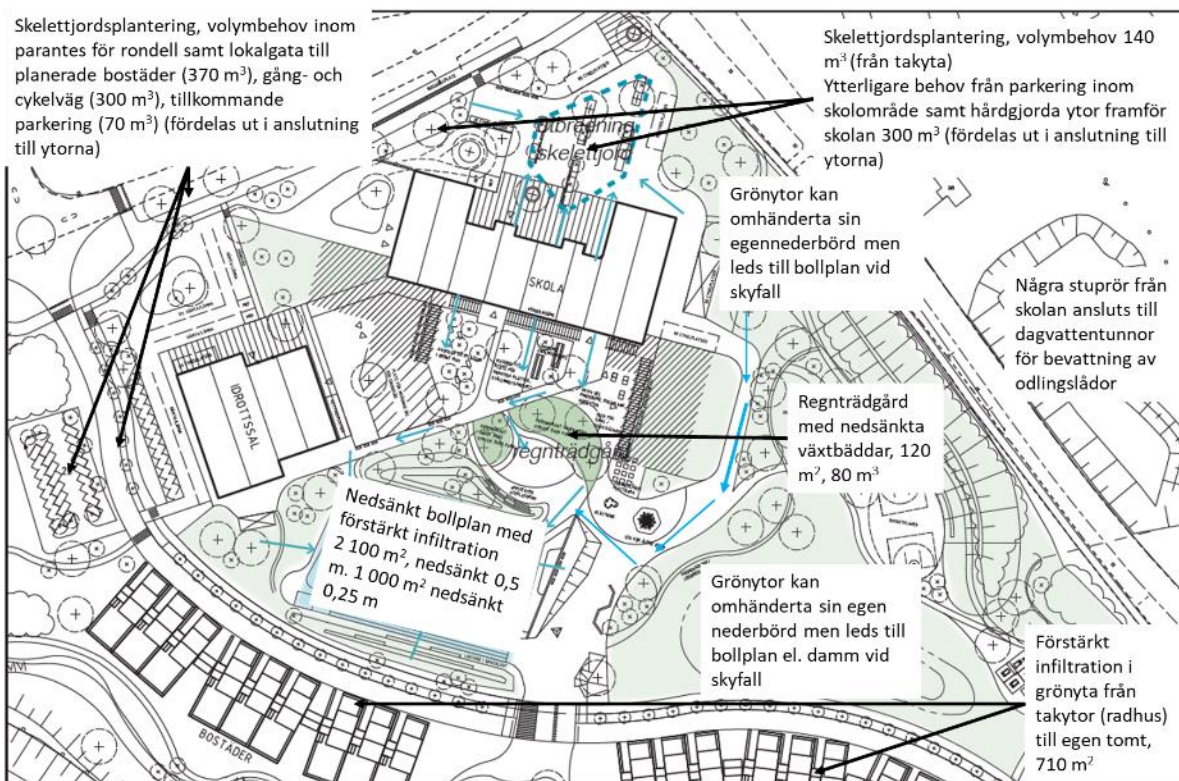
Förekomsten av PFOS i dagvatten är starkt kopplad till användningen av brandsläckningsmedel och kan därmed inte antas förekomma i dagvattnet från planområdet varken i nuläget eller efter exploatering med utgångspunkt i användningsområdena inom planområdet. PFOS har därför inte tagits med i beräkningarna. Det finns strax utanför planområdet en brandstation som potentiellt skulle kunna innebära en källa till PFOS till dagvattnet. Dagvattenledningen från brandstationen leds genom planområdet och ansluter till huvuddiket strax innan trummorna som leder dagvattnet under järnvägen (Mälarbanan).

5 Förslag på åtgärder för dagvatten inom planområdet

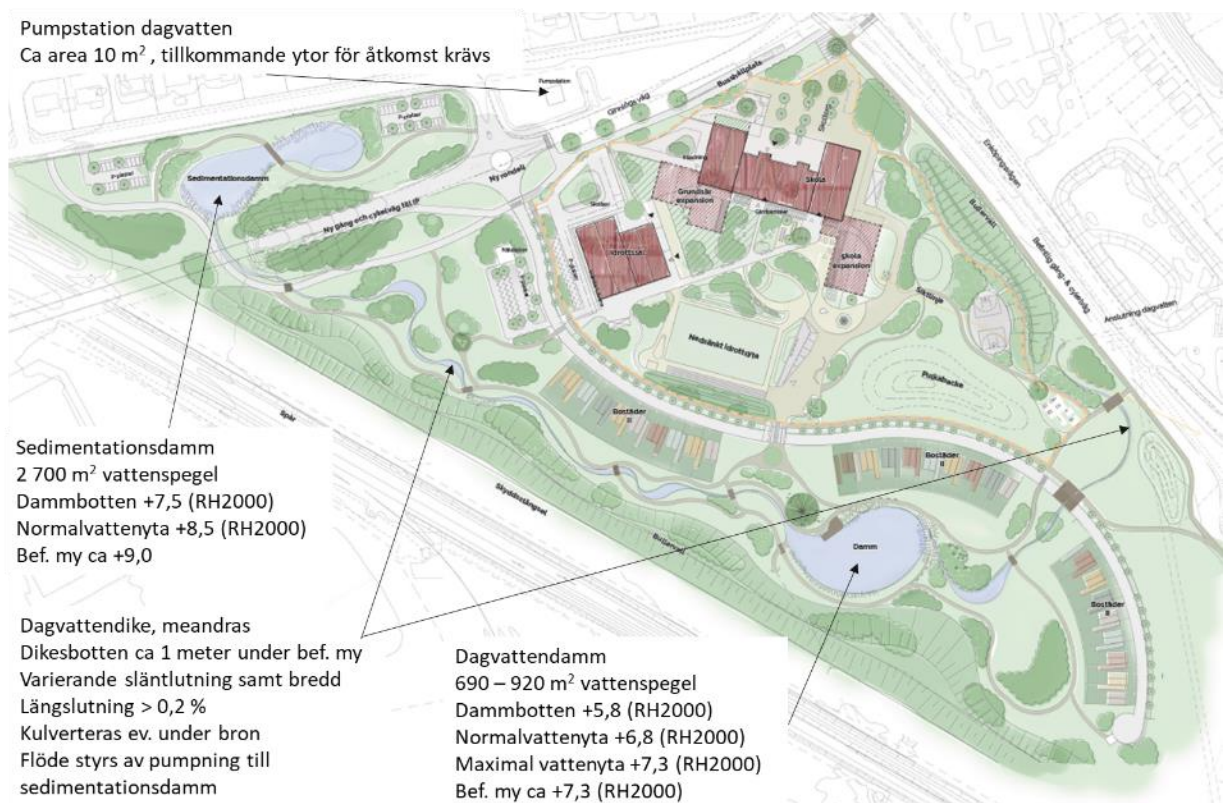
Förslaget på dagvattenhantering som har tagits fram innebär dels rening i anläggningar som placeras i direkt anslutning till ytorna vars vatten de ska omhänderta (s.k. LOD) och dels en avslutande rening i en dagvattendamm.

Det är viktigt att se till att det finns sekundära avvattningsstråk vid långvarig eller kraftig nederbörd som överstiger dimensionerad kapacitet, så att skador på byggnader undviks. För att hindra översvämningsskador höjdsätts området med frånlut från byggnaderna och tydliga avledningsvägar mot dammar, diken och den nedsänkta fotbollsplanen.

I Figur 14 och Figur 15 återges en översikt i plan på föreslagna dagvattenanläggningar.



Figur 14. Förslaget lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD-anläggningar) för skol- och idrottsområdet samt radhusområdet.



Figur 15. Förslagen placering och dimensioner för dagvattendammar och diken.

5.1 LOD-anläggningar

Nedan presenteras förslag på lokal hantering av dagvatten som anses lämpliga för planområdet efter exploatering samt som har en god avskiljande förmåga av föroreningar. Det är möjligt att ha andra lösningar för hanteringen av dagvattnet lokalt. LOD-åtgärderna är i första hand dimensionerade för att rena och fördröja avrinningen från 20 mm nederbörd. Det innebär att åtgärderna behöver dimensioneras upp eller utökas med fler/andra åtgärder för att även fördröja tillkommande behov för att inte öka utgående flöde jämfört med nuläget för ett dimensionerande regn, se avsnitt 5.3 för förslag på sådan utformning.

Jordarten inom planområdet är främst av finare, lerigt material med begränsad infiltrationskapacitet. Dagvattenanläggningarna behöver därför förses med dränering som leder det reade vattnet vidare till dagvattensystemet. Avledning av dagvatten från föreslagna anläggningar kan ske i öppna system (diken) eller i slutet markförlagt system (dagvattenledningar) och vidare ut till planerad dagvattendamm. Vi rekommenderar öppen avledning i diken eller en kombination av diken och lokalt dagvattenledningsnät vilket ger både bättre avledningskapacitet, buffring och rening av dagvattnet.

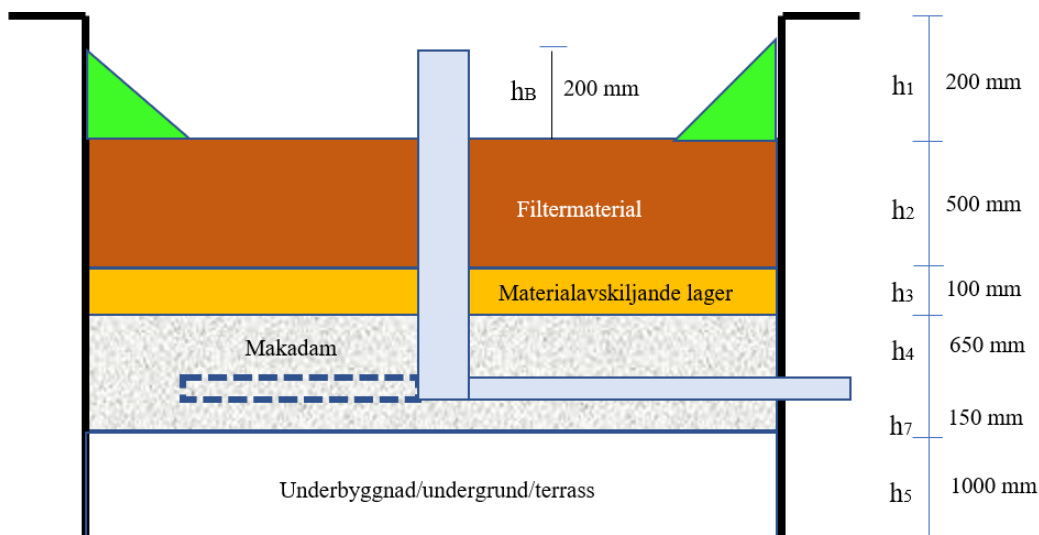
5.1.1 Tak på skollokaler och idrottssal

Takdagvattnet som avrinner från skolbyggnadens takytor söderut leds till nedsänkta växtbäddar (även kallad regnträdgård) som placeras i anslutning till byggnaderna, antingen intill fasad eller lite längre söderut (nedströms) men att vattnet då leds från stuprör i rännor ytleddes in i de nedsänkta växtbäddarna.

Växtbäddarna sänks ner i snitt 20 centimeter för att möjliggöra stående vatten ovanpå själva jordlagret. Det översta lagret ("filtermaterial") utgörs av ett jordlager med goda förutsättningar för växtlighet och fungerar som ett filtrerande lager för rening av dagvattnet. Filtermaterialet bör ha relativt god infiltrationshastighet och en relativt hög porositet för att även kunna nyttjas som utjämningsmagasin men utan att vattnet rinner igenom filtermaterialet för snabbt för att inte tumma på reningen. Under filtermaterialet byggs en makadambädd upp för att fungera som extra utjämningsmagasin utöver det som skapas ovanpå filtermaterialet och det som skapas i filtermaterialet. Hit leds vatten dels från bräddutlopp (exempelvis en kupolbrunn med inlopp i samma nivå som maximal tillåten vattenyta i växtbädden) och dels det vatten som infiltrerar genom filtermaterialet. Makadamlagret bör vara 65 centimeter djupt minst med en porositet på minst 30 % för att rymma behovet av utjämningsvolym. Dräneringsledning placeras på 50 centimeters djup, med en marginal till botten på ca 15 centimeter. I föreslagen utformning tillgodoses utjämningsbehovet av 20 mm i dels den volym som ryms ovanpå filtermaterialet och dels i makadamlagret, det innebär att det inte är medräknat någon utjämningsvolym i filtermaterialet men en viss utjämning kommer att kunna ske där.

Volymen motsvarande rening och fördröjning av 20 mm nederbörd som avrinner från halva skoltaket är ca 43 m³. Ytbehovet för rening och utjämning av den volymen i nedsänkta växtbäddar är 120 m² och volymsbehovet på utjämnande lager är ca 83 m³. Om större växtbäddar anläggs kan nedsänkningen minskas eller så kan en större yta anslutas till dem.

Se Figur 16 för hur växtbäddarna föreslås utformas samt Figur 17 för ett exempel på utformning.



Figur 16. Föreslagen uppbyggnad för nedsänkta växtbäddar i anslutning till takytor samt på skolgården.



Figur 17. Exempel på regnbäddar för takvatten typ förgårdsmark, Stockholm. Foto: WRS.

Regnbäddar har relativ hög reningsgrad, beroende på djup och material. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar (t.ex. fosfor och bly) kan nå upp till 80–90 % (Blecken, 2016). Regnbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.

Vissa av stuprören föreslås ledas ner i regnvattentunnor med lock för att samla in dagvattnet och använda för bevattning av planerade odlingslådor. Regnvattentunnorna utrustas med tappkran för att kunna fylla vattenkannor samt med brädd i nivå med överkant ut mot planerade växtbäddar. Regnvattentunnorna placeras i direkt anslutning till stuprören.

Dagvatten från skolbyggnadens tak som avleds norrut föreslås ledas ner i en skelettjord på torgytan direkt norr om skolbyggnaden. Skelettjorden planteras med träd eller buskar men kan delvis vara överbyggd av marksten eller liknande, så länge trädens levnadsmiljö gynnar deras

tillväxt. Skelettjorden antas ha en porositet på ca 30 % och bör anläggas med ett djup om minst en meter om träd planeras att planteras i den. Som tumregel brukar ett träd kräva ca 15 m³ skelettjord, se avsnitt 5.1.2. Skelettjordarna för träden bör anläggas så att de kommunicerar, för att öka fördröjningsmöjligheten. Skelettjordsvolymen som anläggs kan även vara större än behovet sett till antalet träd och buskar, för att öka fördröjningskapaciteten. Stödbevattning av träd kan krävas under perioder med lite nederbörd. Se Figur 20 för exempel på träd i skelettjord.

Volymen motsvarande rening och fördröjning av 20 mm nederbörd som avrinner från halva skoltaket är ca 43 m³. Volymbehovet för rening och utjämning av den volymen i skelettjordsplanteringar är ca 140 m³. Det motsvarar ca 10 stycken träd. Om större skelettjord anläggs kan en större yta anslutas till dem.

Dagvatten från idrottssalens tak föreslås ledas till den nedsänkta bollplanen, antingen ytledes via intilliggande grönytor och i rännor eller via ett lokalt dagvattennät. Den nedsänkta bollplanen utformas som en gräsmatta men med förstärkt infiltration. Det vill säga det översta marklagret bör möjliggöra en hög infiltration (minst 100 mm/h) samt så bör underliggande lager vara av poröst material för att tillåta infiltration. Det är antaget att det undre porösa lagret är minst 200 mm djupt med en porositet på minst 20 %. Det medför ett ytbehov på ca 8 m² yta per ansluten 100 m² hårdgjord yta (Stockholm Vatten och Avfall, 2017). Bollplanen utformas med dränering samt bräddning som avleds till planerad dagvattendamm, antingen via lokalt ledningsnät eller i öppna rännor eller mindre diken/nedsänkta gräsytor. Se Figur 23.

Avledningen från taken föreslås ske via stuprör med utkastare. Utkastarna kan även ha sitt utlopp i dagvattenrännor som ansluter till de nedsänkta växtbäddarna och till skelettjordarna för att synliggöra vattnet för barnen och även för att bidra till säkra vattenmiljöer för lek och lärande, se Figur 18 för exempel.



Figur 18. Exempel på utformning av rännor för avledning av takdagvatten. Observera att utformningen med stenar i rännan inte är rekommenderat ur skötselsynpunkt, utan släta ytor är att föredra. Foto: WRS.

Övriga förslag för ökad biologisk mångfald eller innovativt omhändertagande av dagvatten från takytorna beskrivs nedan. Det är enbart förslag och krävs inte för att klara rening eller fördröjning av takdagvattnet om ovan föreslagna anläggningar anläggs men kan skapa andra mervärden.

För att skapa mer grönska, en större biologisk mångfald samt öka utjämning och rening kan gröna tak anläggas på delar eller hela tak. Om grönt tak ska anläggas förslås att tjockare taks substrat väljs, minst 10 cm tjocka. Detta medför en större möjlighet till variation i växtval samt ger en större utjämningsvolym. Sådant grönt tak kan omhänderta 20 mm nederbörd för den ytan som taket anläggs på. I Figur 19 återfinns ett exempel på tjockare grönt tak.



Figur 19. Exempel på utformning av tjockt grönt tak. Foto: WRS.

Ett annat intressant alternativ för hantering av takdaggvattnet är att återanvända det. Det kan göras genom att samla in det och rena det på plats i en lokal reningsanläggning för att sedan återanvända vattnet för t.ex. spolning i toaletterna. En sådan lösning innebär att takytorna inte kommer att bidra med varken flöde eller föroreningar till dagvattensystemet. En sådan lösning innebär också ett minskat behov av färskvatten (dricksvatten) som konventionellt används för spolning av toaletter. En minskad förbrukning av dricksvatten kan innebära en stor miljö- och klimatpositiv insats. Det finns för närvarande en hel del hushåll samt några kontorsbyggnader (mer jämförbara med situationen på en skola än vad hushållen är) som tillämpar en teknik där takdaggvattnet samlas in och renas i en enklare anläggning för att sedan användas vid spolning i toaletterna. En sådan anläggning kan innebära att ca 50-80 % av spolningarna med färskvatten ersätts av spolningar med renat dagvatten. En av de befintliga kontorsbyggnaderna är Citypassagen i Örebro. Systemet där är dimensionerat för 1 200 personer/dag vilket är i motsvarande storlek som planerad skola och har varit i drift sedan 2019 utan några större problem.

5.1.2 Gång- och cykelväg

Dagvattnet från gång- och cykelvägarna föreslås ledas till träd som planteras i skelettjordar vilka anläggs i direkt närhet till ytorna, se exempel Figur 20. Skelettjorden skapar en porvolym i marken som med fördel kan användas för att magasinera, rena och fördröja dagvatten.

Rekommenderad rotningsbar skelettjordsvolym per träd är 15 m³, exklusive bärlager och överbyggnad, dvs. endast skelettjordslagret (Stockholms stad, 2017; Upplands-Bro kommun, 2019b). Trädrotterna behöver ges möjlighet att växa obegränsat i minst två riktningar. Med en dränerbar porositet i skelettjorden på 30 % kan en trädplantering med skelettjord magasinera ca 4,5 m³ vatten.



Figur 20. Exempel på gatuutförning från Bro trädgårdsstad Gestaltungsprogram 2014 (vänster).

Vi rekommenderar att skelettjordarna där möjligt anläggs så att skelettjordslagrena kommunicerar med varandra. Skelettjordar avskiljer främst partikelbundna föroreningar, med en total reningseffekt på 50-90 procent.

Volymen motsvarande rening och fördröjning av 20 mm nederbörd som avrinner från gång- och cykelvägen är ca 91 m³. Volymbehovet för rening och utjämning av den volymen i skelettjordsplanteringar är ca 300 m³. Det motsvarar ca 20 stycken träd.

5.1.3 Parkering inom skola och hårdgjord yta norr om skolbyggnad

Dagvatten från parkeringen och övrig hårdgjord yta norr om skolbyggnaden föreslås ledas till träd och planteringar i skelettjord. Se Figur 20 och Figur 21 för exempel på olika utförande. Det är viktigt att ytorna höjs så att de lutar mot planteringarna. Alternativt kan vattnet ledas ner i brunnar och in i planteringarna via ledning. Det är dock önskvärt att även ha möjlighet till ytledes avrinning mot planteringarna i skelettjord.



Figur 21. Exempel på utformning av (något nedsänkta) växtbäddar med trädplantering i skelettjord i anslutning till gata, gc-väg och parkering, Uppsala. Foto: WRS.

Volymen motsvarande rening och fördröjning av 20 mm nederbörd som avrinner från hårdgjord yta norr om skolbyggnaden är ca 92 m³ och från de två parkeringarna inom skolområdet ca 22 m³. Volymbehovet för rening och utjämning av den volymen i skelettjordsplanteringar är ca 310 m³ respektive 74 m³. Det motsvarar ca 20 respektive 5 stycken träd.

Alternativt kan parkeringsytorna anläggas med någon form av genomsläpplig beläggning, t.ex. marksten med genomsläppliga fogar (se Figur 22) eller grus. En kombination av genomsläpplig beläggning och avledning till växtbäddar är också möjlig. Genomsläppliga beläggningar läggs på ett luftigt bärlager som både ger viss fördröjning och rening. Magasinering av dagvatten möjliggörs om det underliggande lagret har god porositet, förslagsvis anläggs det med makadam utan nollfraktioner som ger en porositet på 30%.



Figur 22. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS.

5.1.4 Skolgård och ytor för idrott

Dagvatten från den hårdgjorda och den semihårdgjorda delen av skolgården söder om skolbyggnaden föreslås omhändertas genom att ledas till den nedsänkta gräsbeklädda bollplanen. Bollplanen bör dimensioneras för att kunna infiltrera regn upp till ett dimensionerade 20-årsregn från anslutna ytor (skolgård och idrottssalens tak) för att medföra rening och fördröjning medan större regn innebär att ytan svämmas över tidvis. Bollplanen blir en så kallad multifunktionell yta som i normalfallet används för idrott och lek men vid större regn även tillåts ställas under vatten/översvämmas för att möjliggöra fördröjning.

Ytorna sänks ner något för att möjliggöra magasinering och utformas med förstärkt infiltrering och bortledning via dräneringsledning, se Figur 23. Ytorna bör även utformas med en bräddbrunn kopplad till dräneringsledningen med inlopp i samma höjd som maximal tänkt vattenyta (samma princip som för de nedsänkta växtbäddarna). Bortledning kan även ske via öppna diken vilket bidrar till viss rening.



Figur 23. Exempel på nedsänkt grönyta som vid torrväder kan användas för boll-lek, event eller spontana aktiviteter men som vid nederbördstillfällena fungerar som utjämning och bidrar med rening. Foto: WRS.

Övriga skolytor, de som planeras för gräsytor och planteringsytor föreslås inte utformas med någons speciell dagvattenhantering. De ytor som höjdmässigt går att avleda till bollplanen föreslås göra det, övriga ytor höjdsätts så att de leds ner mot planerade diken och damm så att ytlig avrinning vid skyfall leds dit. Övriga grönytor skulle också kunna utformas med vissa nedsänkta partier, men det är inte nödvändigt ur dagvattenhanteringssynpunkt. En sådan utformning medför dock en ökad möjlighet till magasinering av större volymer och därmed en ökad utjämningskapacitet av flödena. En nedsänkt grönyta är en skålformad gräsyta där vatten tillfälligt tillåts översvämma marken vid intensiva regn, se Figur 24 och Figur 25. Ytan fungerar

då som utjämningsmagasin. Ytorna bör även utformas med en bräddbrunn kopplad till dräneringsledningen med inlopp i samma höjd som maximal tänkt vattenyta (samma princip som för de nedsänkta växtbäddarna). Bortledning kan även ske via öppna diken vilket bidrar till viss rening.

För barnens säkerhet är det viktigt att utforma en ev. nedsänkt yta så att det maximala vattendjupet som kan uppträda är grunt.

Utöver det bör gårdsytan utformas med så mycket gröna ytor som möjligt ur dagvattensynpunkt och ur trevnadssynpunkt för skolelever och -pedagoger. Exempel på lämpliga material på skolgården är t.ex. gräs, sand eller barkflis.

Generellt bör kantstenar till planteringar och gröna ytor undvikas alternativt anläggas de med släpp i kantstenen så att dagvatten ytledes kan avledas till dessa ytor.



Figur 24. Två exempel på skålade ytor (nedsänkt grönyta) i stadsnära miljö som även kan inbjuda till lek. Foto: WRS.



Figur 25. Exempel där delar av gårdsytorna är nedsänkta för att möjliggöra fördröjning och rening av dagvatten. Foto:WRS.

5.1.5 Bostadsområde

Takdagvattnet från kvartersmark inom bostadsområdet föreslås ledas ut i grönyta som utformas med förstärkt infiltration, se Figur 26. Det är antaget att underliggande poröst lager är minst 200 mm tjockt med en porositet på minst 15 %. Det är antaget att det kan stå vatten upp till 60-80 mm ovanpå gräsytan medan infiltration pågår och infiltrationshastigheten i gräsytan bör minst vara 50 mm/h i det överliggande lagret. Det innebär ett ytbehov av infiltrerbar gräsyta på 25-10 m² per ansluten 100 m² hårdgjord yta för att rena och utjämna 20 mm nederbörd (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Antaget att 60 mm vatten kan stå ovan gräsytan krävs ca 710 m² (25 % av tillrinnande hårdgjord yta) infiltrerbar gräsmatta för att omhänderta volymen från takytorna (56 m³ vid 20 mm avrunnen nederbörd). Det innebär ca 26 m² per fastighet (antaget 27 stycken fastigheter) vilket motsvarar att minst 12 % av tomten (själva huset borträknat) behöver utformas som gräsyta med förstärkt infiltration.

Bostadsområdet bör höjdsättas så att ytlig avrinning kan ske antingen mot dike och damm eller mot bollplanen för att undvika risk för översvämning vid bostäderna.



Figur 26. Exempel på hantering av takdagvatten genom infiltration i grönyta samt ytlig avledning mot svackdike/infiltrationsstråk. Foto: WRS.

Beroende på hur parkeringsplatser placeras ut (i anslutning till varje bostad eller som samlade parkeringar) kan olika alternativ för hantering vara olika bra lämpade. Om parkeringarna anläggs invid varje fastighet och om det är möjligt höjdmässigt bör parkeringarna höjdsättas så att lutar ut mot grönytorna och gräsmattorna på respektive fastighet. Alternativt kan parkeringsplatserna höjdsättas så att de lutar ut mot lokalgatan som i sin tur avvattnas till träd i skelettjordar längs med hela gatan. Andra möjliga alternativ på utformning är genomsläpplig beläggning (se Figur 22).

Dagvattnet från lokalgatan (och den nya rondellen i Ginnlögs väg) föreslås tas omhand i träd i skelettjordsplanteringar längs med lokalgatans norra sida. Höjdsättningen bör medföra ytlig avrinning från lokalgatan samt eventuellt (beroende på val av hantering och möjlig höjdsättning av parkeringsytorna, se stycket ovan) från bostadsparkeringar ner till skelettjordsplanteringarna.

Volymen motsvarande rening och fördröjning av 20 mm nederbörd som avrinner från lokalgatan och rondellen är ca 110 m³. Volymbehovet för rening och utjämning av den volymen i skelettjordsplanteringar är ca 370 m³. Det motsvarar ca 25 stycken träd.

För de delar av lokalgatan där det är möjligt föreslås höjdsättningen göras så att vattnet vid större regn än vad skelettjordarna dimensioneras för leds ytligt till bollplanen för ytterligare fördröjning. För de delar där det inte är möjligt höjdmässigt föreslås att de istället anläggs så att ytlig avrinning vid större regn än dimensionerande regn kan ske mot diken och dammen.

Dagvattnet som avrinner från tomterna och kvartersmarken söderut, föreslås efter utjämning och rening i grönytorna inom respektive fastighet, ledas till diket som planeras att förläggas strax söder om bostadsområdet med slutdestination i dagvattendammen.

5.1.6 Sammanställning av förslag på dagvattenhantering (LOD)

En sammanställning av föreslagna anläggningar ses i Tabell 7. I tabellen återges dimensioner enbart för rening och fördröjning av 20 mm, inte för att inte öka flödet vid ett 20-årsregn.

Tabell 7. Sammanställning av föreslagna dagvattenåtgärder för respektive planerad yta inom skol-, idrotts- och bostadsområdet samt ytbehov/antal av anläggningarna. Yt- och volymsbehovet i tabellen utgår från att anläggningarna ska kunna rena och utjämna avrinningen från 20 mm nederbörd

Yta	Volym motsvarande hantering av 20 mm [m ³]	Förslag på dagvattenåtgärd	Ytbehov [m ²]	Volymbehov [m ³]	Alternativ dagvattenåtgärd
Taktytor skola som leds norrut	43	Skelettjordsplantering motsvarande 10 st träd ^b	-	140	Uppsamling, rening och återanvändning för att spola toaletter i byggnaderna
Taktytor skola som leds söderut	43	avledning till nedsänkta växtbäddar ^a	120	80	
Taktytor idrottssal	30	Avledning till nedsänkt bollplan ^c	120	-	
Gata (rondell), lokalgata och gc-väg	200	Skelettjordsplantering motsvarande 45 st träd ^b	-	680	
Parkering inom skolområde samt övrig prickmark framför byggnad	110	Skelettjordsplantering motsvarande 25 st träd ^b	-	380	Genomsläpplig beläggning på delar av ytan innan avledning till skelettjord
Övriga parkeringar	21	Översilning över intilliggande gräsyta ner mot sedimentationsdamm	Se uppdaterad version av Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2	-	Genomsläpplig beläggning på hela ytan
Skolgård och ytor för idrott (hårdgjorda och semihårdgjorda)	170	Avledning till nedsänkt bollplan ^c	680	-	OBS att hela bollplanen föreslås utformas på detta sätt
Skolgård ej hårdgjord	30	Avledning till diken och dagvattendamm	Se avsnitt 5.2	-	Nedsänkta ytor med förstärkt infiltration
Park	200	Avledning till diken och dagvattendamm	Se avsnitt 5.2	-	Nedsänkta ytor med förstärkt infiltration
Radhusområde tak	56	Infiltration i grönyta inom tomten ^c	710	-	-
Radhusområde tomt	11	Avledning till dike och damm	Se avsnitt 5.2	-	-

^a De nedsänkta växtbäddarna är dimensionerade med ett fördröjningsdjup ovan jordlagret på 200 mm samt ett övre poröst lager (33 % porositet) på 500 mm med en hög infiltrationskapacitet där fördröjning kan ske även under regntillfället. Utöver det porösa jordlagret tillkommer underliggande jordlager, volymbehov för de lagerna tillkommer. Alternativt kan den extra utjämningen utöver den ovanpåliggande volymen skapas i makadamlagret. Se figur 1.

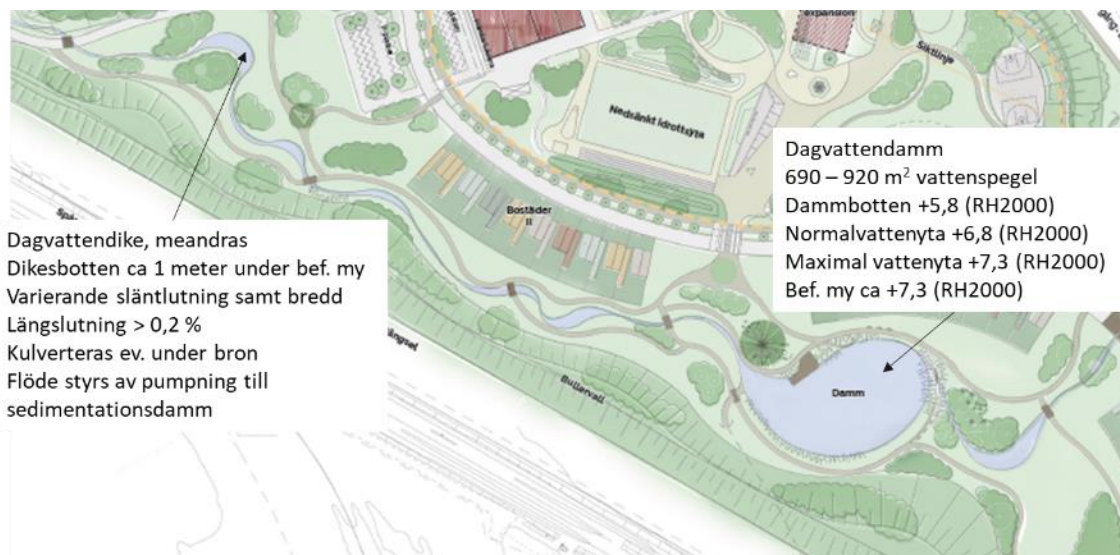
^b Beräknat utifrån att varje träd behöver 15 m³ skelettjord och att skelettjorden har en porositet på 30 % vilket innebär att skelettjorden till varje träd kan fördröja 4,5 m³ vatten.

^c Under markytan anläggs ett poröst jordlager på 200 mm med en porositet på minst 20 % för bollplanen och minst 15 % för tomterna till radhusen och gräsytan anläggs för att medföra infiltration ner i detta (infiltrationshastighet 50-100 mm/h), på det sättet medför anläggningen även rening av dagvattnet. Fördröjningsbehovet är beräknat att rymmas i

det porösa lagret under mark för bollplanen och för radhusen antas 60-80 mm vatten kunna stå ovan mark under infiltration.

5.2 Dagvattendamm i parken

I parken inom planområdet föreslås en dagvattendamm. Den föreslås placeras i den södra delen av planområdet, se Figur 27.



Figur 27. Föreslagen placering, storlek och lämpliga höjder för vattenyta, dammbotten och bräddutlopp (maximal vattenyta).

Dammen föreslås dimensioneras för rening av hela planområdet för att kunna fungera som enskild lösning vid behov. I en damm med en permanent vattenyta sker enbart rening, ingen större utjämnning. Därför föreslås dammen även att utformas med en reglerbar vattenyta och ett dämt utlopp med överfall/bräddning för att även skapa en utjämningsvolym ovanpå den permanenta dammen.

Inom planområdet föreslås även en sedimentationsdamm, den föreslås placeras norr om Ginnlögs väg för att rena dagvatten från ovan liggande avrinningsområde. Den beskrivs närmre i Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2.

Vid anläggande av dammar för dagvattenrening sker i första hand avskiljning av partikulära föroreningar genom sedimentation (Larm och Blecken, 2019). Andra processer som medför viss rening är biologisk kväveomvandling, växtupptag och nedbrytning av organiskt material. Samtliga dessa processer är beroende av uppehållstiden som i sin tur är nära kopplad till förhållandet mellan flöde och behandlingsyta/-volym. Ju större flöde, desto större behandlingsyta/-volym krävs.

Dimensionering av dammens permanenta vattenyta beräknades utifrån ”Pettersons dimensioneringsprincip” (Pettersson, 1999), med en relativ storlek som motsvarar 1,5–2 % av tillrinningsområdets reducerade area. Beräkningarna resulterade i ett storleksbehov på ca 690–920 m² avseende rening. Storleksbehovet avser ytbehovet för vattenspegeln med snittdjup en meter, det innebär att den totala ytan som åtgår för dammen kommer att vara större (slänter, behov av åtkomst för skötsel och driftsynpunkt).

Sedimentationsdammar bör ha ett genomsnittligt ”permanent” vattendjup på ca 1 m, det innebär en ”permanent” volym på ca 690–920 m³. Dammbotten föreslås schaktas ner till ca 1,5 meter under befintlig markyta för att möjliggöra både en permanent vattennivå på en meter men även

ett reglerbart djup ovanpå permanentvolymen som fungerar som ett fördröjningsmagasin. Det medför en dammbotten på ca +5,8 meter (RH2000) då befintlig markyta är ca +7,3 meter (RH2000) vid föreslagen placering. Med ett vattendjup på 1 meter innebär det en normalvattenyta på +6,8 meter (RH2000). Då skapas även möjligheten till en ovanpåliggande reglernivå på 0,5 meter och medför en maximal vattenyta på ca +7,3 meter (RH2000). Den maximala vattenytan hamnar därmed i nivå med befintlig markyta.

En inledande del som tar emot dagvatten från den nya bebyggelsen inom planområdet utformas i den norra delen av dammen. Efter den inledande djupare delen (permanentvattenyta ca en meter över dammbotten) kan en grundare (och eventuellt smalare) passage anläggas som kan tillåtas växa igen för att medföra även filtrering av vattnet (vattendjup ca 0,2-0,3 meter, d.v.s. bottennivå på passagen ca +6,6-6,5 meter (RH2000)). Passagen föreslås vara åtminstone 0,5 meter bred vid slänkrön. Slänlutning ner mot dammbotten kan vara 1:2 eller flackare.

Efter passagen utformas dammen återigen med ett normalvattendjup på ca en meter. Till denna avslutande del ansluts vattnet från de tillrinnande diken från sedimentdammen och från Kockbacka dammen. Slänterna utformas med olika slänlutning och inte brantare än 1:2, helst flackare t.ex. 1:3 – 1:5, ur säkerhetssynpunkt samt för att gynna olika växtarter som etableras runt om dammen i slänterna.

Då dammens tillflöde styrs av nederbörden och avrinningen så kommer den i praktiken inte att ha en permanent volym eller ett permanent vattendjup, utan djupet kommer att fluktuera. Det som här menas med det permanenta vattendjupet är den normalvattenyta som dammen dimensioneras för.

Utöver den permanenta delen av dammen krävs möjlighet till utjämning av 1 500 m³ för hela planområdet utifrån behovet vid ett dimensionerande 20-års regn, se avsnitt 5.3. Detta då dammar med en permanent vattenvolym inte medför någon fördröjning. Större delen av denna utjämning sker inom skol- och bostadsområdet enligt angivet förslag för dagvattenhantering. Om däremot enbart dammen anläggs för omhändertagande av allt dagvatten från planområdet krävs att hela den fördröjningsvolymen kan rymmas i t.ex. en anslutande torrdamm i kombination med en reglerbar vattenyta i den permanenta dammen.

I Figur 28 och Figur 29 återges två exempel på utformning av permanenta dammar som används för bl.a. hantering av dagvatten.



Figur 28. Exempel på utformning av damm (Augustenborg, Malmö). Foto:(VA-syd, u.å.).



Figur 29. Exempel på utformning av damm (Augustenborg, Malmö). Foto: WRS.

5.3 Ytterligare fördröjningsbehov

För att kunna utjämna flödet för att inte öka avledningen av dagvatten jämfört med nuläget föreslås två lösningar som båda bör genomföras.

Den nedsänkta bollplanen används som ett fördröjningsmagasin vid regn som överstiger kapaciteten i övriga LOD-anläggningar inom skolområdet. Alla ytor som är möjliga att avleda ytledes mot bollplanen föreslås göras så. Bollplanen är 2 100 m² stor med en nedsänkning på 0,5 m. Det innebär en möjlighet att fördröja 1 050 m³ vatten. Ytterligare ca 1 000 m² i anslutning kommer att vara delvis nedsänkt, antaget att den genomsnittliga nedsänkningen av den ytan är 0,25 m motsvarar det ytterligare ca 250 m³ som kan fördröjas. Behovet av ytterligare fördröjning utöver LOD-anläggningarna (kan utjämna 930 m³) för att inte öka utgående flöden vid ett 20-årsregn från hela planområdet är ca 570 m³ vilket med marginal ryms i bollplanen. Om det är möjligt föreslås även delar av lokalgatan som tillhör bostadsområdet att höjdsättas så att när skelettjordarna är fulla så rinner vattnet till bollplanen.

Däremot är det inte praktiskt möjligt att leda alla ytor inom planområdet via bollplanen därför föreslås även dagvattendammen i parken att utformas med möjlighet till utjämning.

Planerad dagvattendamm i tillhörande park utformas med ett dämt utlopp som motsvarar nuvarande flöde från planområdet vid ett 20-årsregn (ca 160 l/s) och en ovanliggande (eller runtomliggande/intilliggande i form av t.ex. en torr damm) utjämningsvolym med ett bräddutlopp. Det medför att vid flöden som överstiger nulägets dimensionerande avrinning så tillåts vattnet att stiga över normal permanenta vattenyta i dammen och en utjämningsvolym ovanpå (och runt om) den permanenta dammen skapas. Behovet för parkområdet och bostadsområdet, om inte delflöden kan fördröjas i bollplanen är ca 520 m³. Om dammens reglernivå är 0,5 m motsvarar det en regleryta på ca 1 000 m². Om dammen anläggs med en permanent vattenyta på ca 900 m² samt tillhörande slänter så kommer det behovet kunna täckas in utan att anlägga en torrdamm om så önskas. Den permanenta dammytan väljs då till en nivå ca 0,5 m under intilliggande markyta.

Det innebär en total fördröjningsvolym inom området på ca 1 800 m³ utöver de ca 930 m³ som ryms i LOD-anläggningar (totalt ca 2 800 m³). Föreslagna lösningar kan därför antas klara av

kravet på att fördröja och rena 20 mm samt fördröja ett 20-årsregn utan att öka utgående flöden med marginal, se Tabell 8.

Tabell 8. Sammanställning av var utjämningsvolym och var de kan skapas inom planområdet

Plats	Volym som kan utjämnas (m³)	Kommentar
LOD-anläggningar inom skol- och bostadsområde	930	Förutsätter att ett större regn kommer när anläggningarna redan är tömda.
Nedsänkt bollplan	1 300	
Reglernivå ovanpå dagvattendamm i park	520	Om arean som kan nyttjas för reglering är ca 1 000 m ² och reglerdjupet 0,5 m.
Summa	2 800	Behov av utjämningsvolym vid ett 20-årsregn är 1 500 m ³ och vid ett 100-årsregn 2 600 m ³ .

I Figur 30 - Figur 32 återges exempel på hur torra dammar kan utformas om det alternativet väljs istället.



Figur 30. Exempel på utformning av hålldammar (en typ av torra dammar). Foto: WRS.



Figur 31. Exempel på utformning av yta som används för utjämning och viss rening av dagvatten vid större nederbördsevent, Täby. Foto: WRS.



Figur 32. Två exempel på utformning av en torr damm/översvämningsbar yta. Foto: WRS.

6 Förslag på åtgärder för dagvatten som tillförs planområdet

För förslag på åtgärder för det dagvatten som tillförs planområdet från uppströms liggande avrinningsområden se Dagvattenutredning Kockbacka del 2 (daterad 2021-09-08).

Sammanfattningsvis föreslås en sedimentationsdamm att anläggas inom planområdet, norr om Ginnlögs väg, för rening av det dagvatten som kommer från det stora avrinningsområdet som mynnar i det befintliga huvuddiket inom planområdet (riktning norr – söder). Utloppet från sedimentationsdammen leds via ett öppet dike genom planområdet och ansluts till föreslagen dagvattendamm i den södra delen av planområdet.

För dagvattnet som tillförs det befintliga tvärgående diket (riktning nordöst – sydväst) från Kockbackadammen som är placerad norr om Enköpingsvägen föreslås att dagvattnet från den fortfarande leds i ett öppet dike, med bibehållen vattenföring, men att diket meandras och sedan ansluts till föreslagen dagvattendamm i den södra delen av planområdet.

7 Säkerhetsaspekter

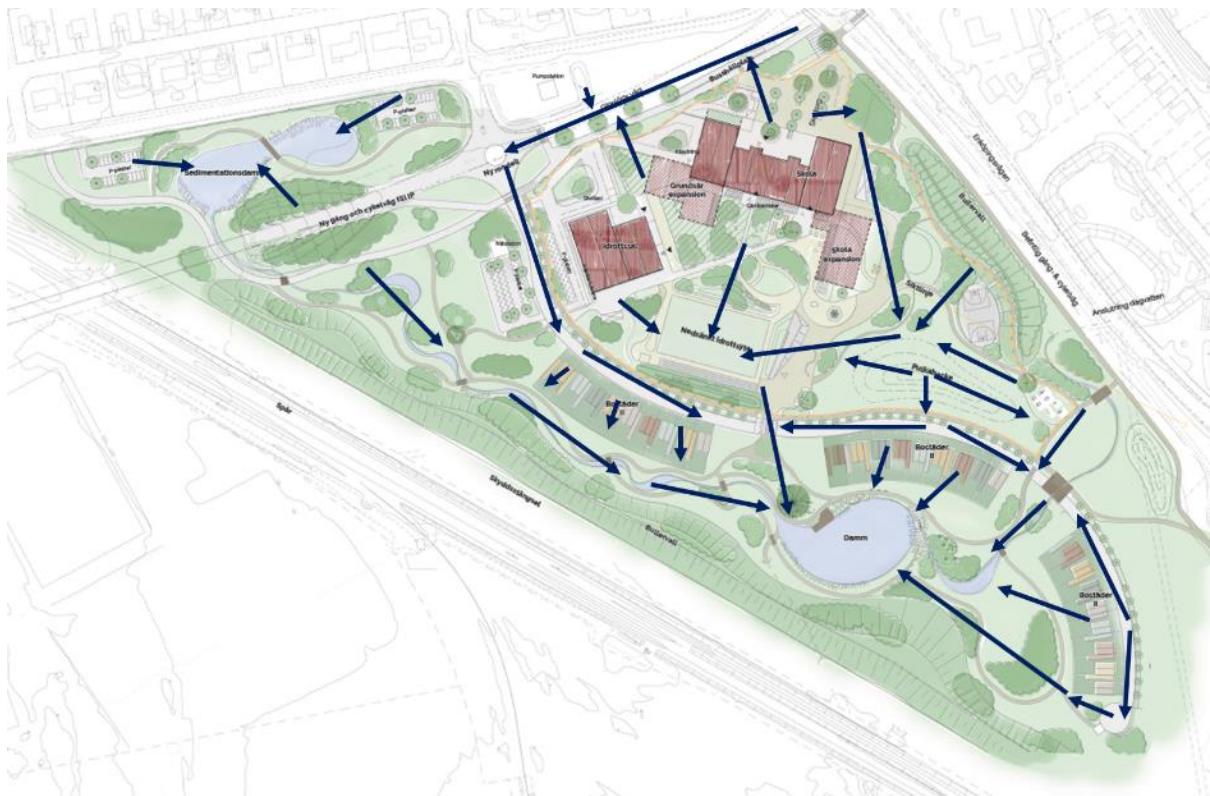
För att minska fall- och drunkningsrisker utformas slänterna runt om de djupare partierna i de båda dammarna (sedimentationsdammen norr om Ginnlögs väg samt dammen i parken) med flackare lutning än 1:3 och en hyllkant strax under den förväntade normalvattenytan i dammen. Det är en släntlutning ett större barn eller vuxen normalt kan ta sig upp för. Den flacka lutningen och hyllan utgör även en bra vegetationszon där vegetationen kommer att utgöra ett visst fysiskt men framför allt motivationsmässigt hinder mellan strandkant och den fria vattenytan. Framförallt för dammen i parken föreslås att släntlutningen och bredden på hyllan varierar runt om dammen, framförallt i öst (mot parken) för att medföra en varierad gestaltning. Variationer i slänternas utbredning medför olika vegetationszoner som lämpar sig för olika typer av växtlighet. Från hyllan och nedåt under vattnet till dammens botten utformas slänten med släntlutning 1:2 eller flackare.

Slänterna längs med det meandrande krong diket och det anslutande diket från Kockbackadammen bör också vara flacka, med en släntlutning 1:3 eller flackare. Även här kan släntlutningen varieras längs med diket sträckning i den mån det ryms inom planerat bostadsområde.

Enligt ordningslagen ska en dagvattenanläggning så som en damm eller våtmark vara försedd med tillräckliga skyddsanordningar beroende på anläggningens belägenhet och beskaffenhet. Om en anläggning byggs på ett område där barn kan vistas ska anläggningen utföras med flacka slänter och gärna med en flack strandzon. Detta är beaktat vid utformningen. En riskbedömning bör göras av kommunen för att bedöma behov av räddningsutrustning (MSB, 2013).

8 Skyfall och åtgärder mot översvämning

Det är viktigt att inte skapa instängda områden som kan medföra översvämningar och skador på byggnader vid större regn, detta görs främst genom markytans höjdsättning. Marken bör luta bort från byggnaderna och ut mot de delar av skolgården som inte är hårdgjorda och mot parkytorna, se förslag på principiella ytliga avrinningsvägar i Figur 33.



Figur 33. Övergripande princip för höjdsättning och ytliga avrinningsvägar.

Föreslagna nedsänkta ytor kan också användas för utjämning av större regn. Viktigt är dock att de anläggs med en bräddmöjlighet samt att höjdsättningen av marken runt om medför att vattnet kan avrinna yttledes mot ytor som inte är känsliga för översvämning och tidvis stående vatten.

Genom att ha ett dagvattensystem som i första hand är öppet, med öppna dagvattenanläggningar och öppna avledningsstråk, skapas ett större utrymme för utjämning av stora nederbördstillfällen än med anläggningar och ledningsnät som är förlagda under mark.

I dagsläget avvattnas området via de befintliga dikena. De befintliga dikena utgör även områdets lågstråk, hit avrinner vattnet från området för att sedan samlas upp i det större diket i mitten som avvattnas söderut, mot kulverten under järnvägen. Vid exploatering av området, och vid en eventuell igenläggning av dikena är det viktigt att skapa nya ytliga avvattningsvägar i området så att vattnet kan avledas till tänkta dagvattenanläggningar och sedan även avledas därifrån. I fortsatt arbete med dagvattenhanteringen inom området bör även vattenföringen i kulvert under järnvägen och fortsatt dike söder om järnvägen utredas vidare ytterligare för att inte riskera översvämningar inom planområdet eller utanför planområdet till följd av planerad exploatering. Detta arbete bör genomföras i samband med vidare arbete med dagvattenhanteringen från befintlig bebyggelse norr om planområdet för att dimensionera dikena och utloppstrummorna för att inte medföra risker för skador på infrastruktur inom eller utanför planområdet.

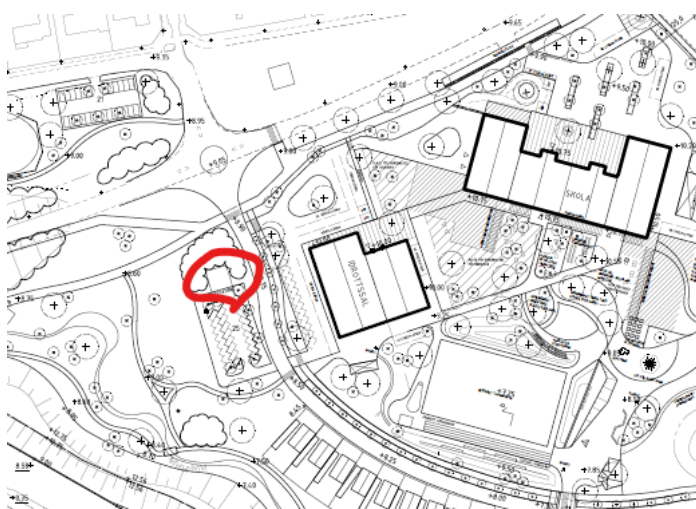
I Figur 35 återges en översiktsbild över vattenflöden och vattenansamlingar vid ett regn motsvarande ett 100-årsregn (30 mm på tio minuter) för planområdet i nuläget.

Ett 100-årsregn inom planområdet i nuläget ser, enligt Figur 35, inte ut att ge upphov till några större instängda områden eller översvämningar.

I Figur 36 visas en modell över motsvarande scenario efter planerad exploatering, det vill säga ett 100-årsregn. I Figur 37 visas ett scenario med en nederbörd på 100 mm för ungefär motsvara

det skyfall som föll över Gävle 17-18 augusti 2021 (162 mm under ett dygn). Det kan sägas motsvara ett 1000-regn. I figurerna som visar framtida utformning har höjder lagts till för att gestalta byggnader, befintliga diken har fyllts igen och nya diken, dammar och den nedsänkta bollplanen har ritats in som nedsänkta ytor. Övriga nya markhöjder är inte medtagna. Det är inte medtaget någon hänsyn till det flödet som planeras att pumpas från ovanliggande avrinningsområde till sedimentationsdammen.

I Figur 36 ser det ut som om vattenansamlingar med ett djup uppemot 20 cm kan riskera att skapas norr om skolbyggnaden. Detta bör troligtvis avhjälpas med en genomtänkt höjdsättning där marken lutas bort från fasad ut mot gata eller gc-väg och vidare genom ytlig avrinning mot parken. Även vattenansamlingar vid den nedsänkta bollplanen skapas, att det översvämmas här är ju däremot tanken. Det måste dock finnas ytliga avrinningsvägar från bollplanen ner mot dammen, eller bräddutlopp med tillräckligt stor dimension för att inte riskera att vattnet trycker upp mot byggnaderna. Området för transformatorstationen (se Figur 34) ser inte ut att drabbas av översvämning vid ett 100-årsregn.

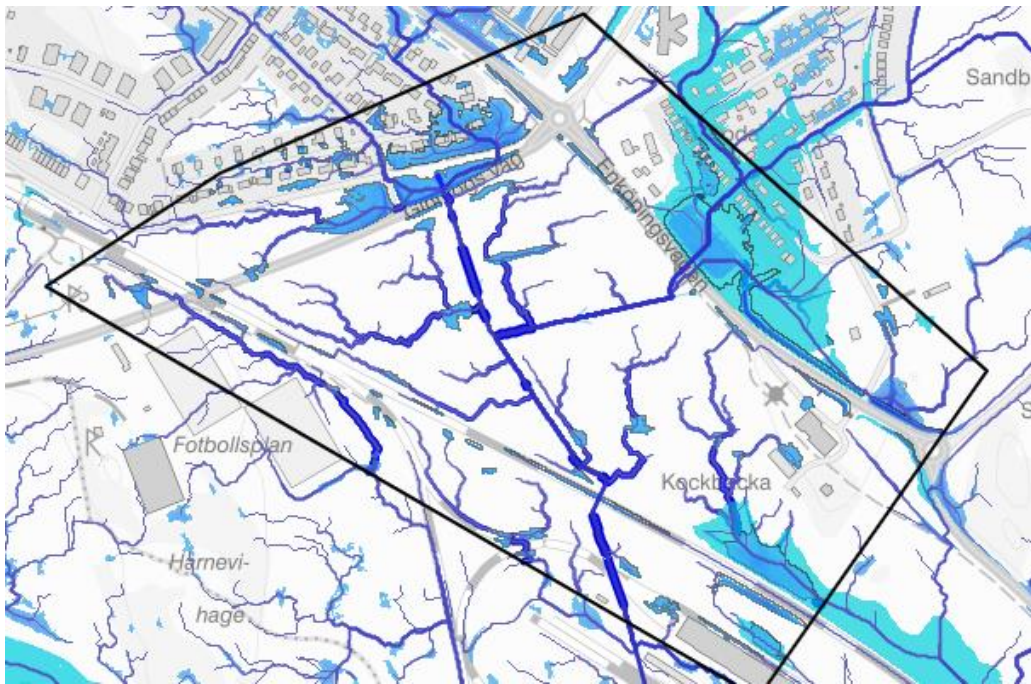


Figur 34. Placering av planerad transformatorstation, markerad med röd ring.

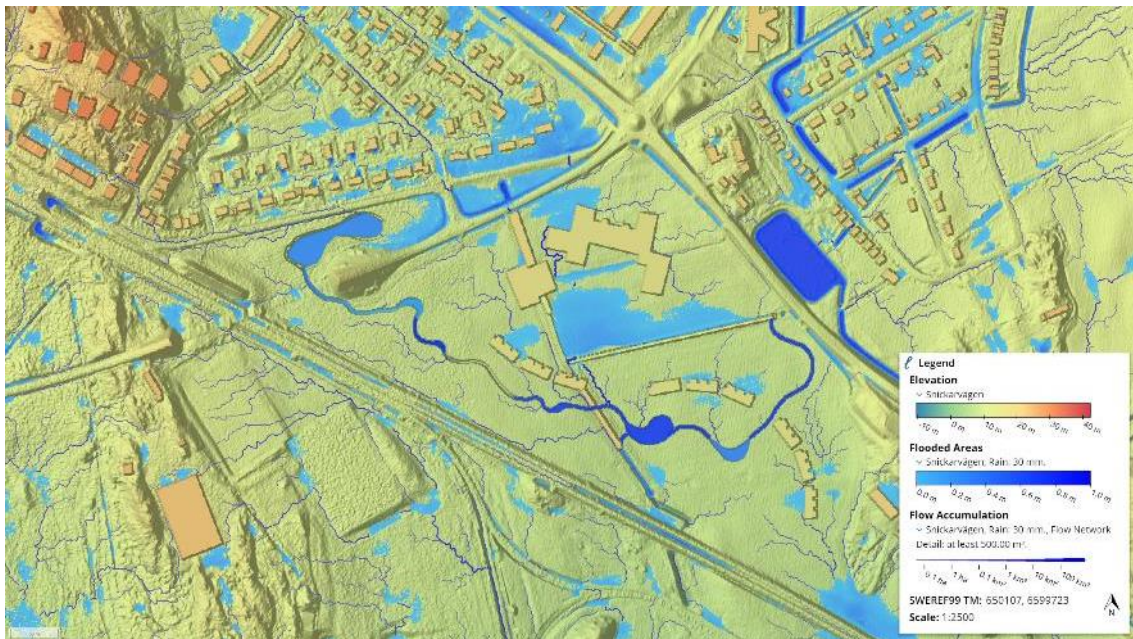
Däremot behöver det finns någon möjlighet att få bort vatten vid den planerade dagvattenpumpstationen norr om Ginnlögs väg för att inte riskera att översvämma ovanliggande bostadsområde. Detta bör beaktas i vidare skeden och bör lösas genom dels höjdsättning och dels pumparnas kapacitet.

I Figur 37 ser det ut som om förändringen i nederbörds mängd inte innebär någon större skillnad inom planområdet jämfört med scenariot i Figur 36. Däremot kommer området runt om Kockbackadammen nordöst om Enköpingsvägen att översvämmas. Det bör i vidare arbete säkerställas att den nya dikesdragningen inom planområdet inte medför någon ökad översvämningsproblematik i detta område. Det säkerställs genom att ha kvar samma vattenföringsmöjlighet i diken från Kockbackadammen ner mot den avslutande dammen i parken. Det är också osäkert om kulverten under Enköpingsvägen är medtagen i underlaget i Scalgo, så översvämningsbilden kan vara något felaktig.

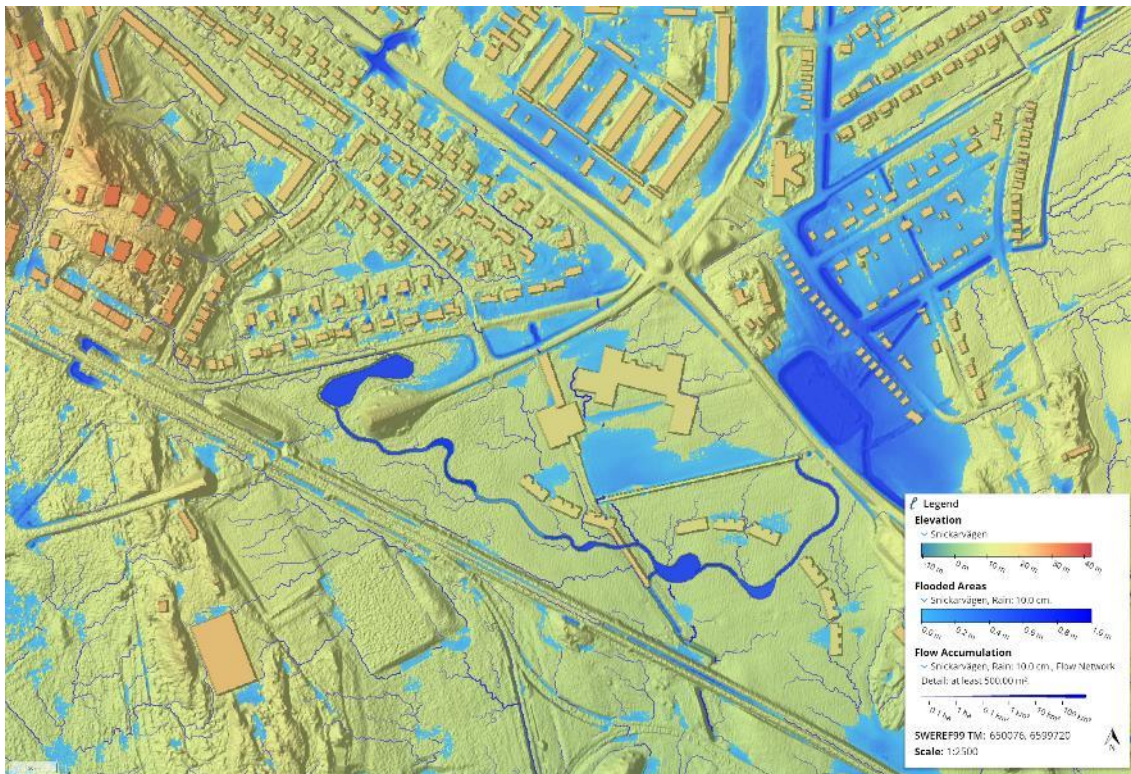
De tre bilderna är framtagna i Scalgo live och tar inte hänsyn till eventuell infiltration eller befintligt ledningsnät i så stor utsträckning. Vissa trummor finns inlagda i Scalgo och enligt genomförd körning så ser det ut som om trummorna (Trafikverkets) under järnvägen finns medtagna. Vid ett 100-årsregn kan det antas att det kommunala dagvattenledningsnätet går fullt och att all avrinning sker ytligt.



Figur 35. Översiktsbild över vattenvägar (mörkblått) och vattenansamlingar (ljusblått) vid ett 100-årsregn genom lågpunktskartering i Scalgo live. Använt regn är 30 mm, vilket motsvarar regnmängden som faller på tio minuter vid ett 100-årsregn utan klimatfaktor. Hänsyn tas inte till ev. infiltration eller ledningsnät, undantaget trummorna under järnvägen. Bilden visar nuläget. Observera att planområdesgränsen inte är utritad.



Figur 36. Översiktsbild över vattenvägar och vattenansamlingar vid ett 100-årsregn genom lågpunktskartering i Scalgo live. Använt regn är 30 mm, vilket motsvarar regnmängden som faller på tio minuter vid ett 100-årsregn utan klimatfaktor. Hänsyn tas inte till ev. infiltration eller ledningsnät, undantaget trummorna under järnvägen. Bilden visar en översiktlig modell över planerad exploatering, men utan redigerade nya markhöjder enbart inlagda byggnader. Det innebär att tänkta frånlut från fasader m.m. inte tas hänsyn till.



Figur 37. Översiktsbild över vattenvägar och vattenansamlingar vid ett stort skyfall genom lågpunktskartering i Scalgo live. Använt regn är 100 mm, vilket skulle kunna motsvara ett 1000-årsregn (dock med osäker extrapolation) (Svenskt Vatten, 2016). Hänsyn tas inte till ev. infiltration eller ledningsnät, undantaget trummorna under järnvägen. Bilden visar en översiktlig modell över planerad exploatering, men utan redigerade nya markhöjder enbart inlagda byggnader. Det innebär att tänkta frånlut från fasader m.m. inte tas hänsyn till.

Föreslagna dagvattenåtgärder ska dimensioneras för att inte medföra ett ökat flöde vid dimensionerande 20-årsregn, men den ökade hårdgöringsgraden innebär att avrinningen vid större regn än så kommer att vara högre än vid regn med motsvarande återkomsttid i nuläget. Vid ett dimensionerande 100-årsregn efter exploatering, med hänsyn till klimatfaktor på 1,25 beräknas avrinningen bli ca 3 020 l/s utan hänsyn tagen till införda dagvattenåtgärder medan den med nulägets markanvändning och utan klimatfaktor beräknas till ca 270 l/s. Med hänsyn tagen till införda dagvattenåtgärder med en möjlighet att utjämna ett 20-årsregn ($1\,500\text{ m}^3$) motsvarar det en utslagen avrunnen nederbörd på ca 31 mm inom hela planområdet. Vid ett 100-årsregn tar det ca 12 minuter för 31 mm att falla vilket medför en minskad intensitet för 100-årsregnet till ca 441 l/s, ha (Svenskt Vatten, 2016). Det innebär att avrinningen vid ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 och med hänsyn tagen till att planområdet kan utjämna ett 20-årsregn ($1\,500\text{ m}^3$) blir ca 2 700 l/s, ha.

Vid höga flöden kommer vattnet att leta sig ytledes till lågpunkterna inom området. Det innebär att vattnet kommer att avrinna mot den nedsänkta bollplanen och mot dikessystemet och den avslutande dammen. Området bör höjdsättas så att ytlig avrinning inte sker direkt mot järnvägen eller Trafikverkets trumma under järnvägen (Farje, 2021), även om vattnet så småningom kommer att ledas dit då det är utloppspunkten från området. I och med planerade bullervallar kommer vatten inte bli stående direkt mot järnväg eller järnvägsbank, utan i så fall mot bullervallarna undantaget platsen för Trafikverkets trumma.

Enligt uppgift ska Trafikverkets trumma kunna avleda ett 50-årsregn från planområdet (och hela avrinningsområdet) i nuläget (Farje, 2021). Ett 50-årsregn utan klimatfaktor med hänsyn till en

rinntid på 29 minuter motsvarar ett dagvattenflöde på ca 220 l/s. Efter exploatering, med klimatkoefficient, är motsvarande flöde ca 2 400 l/s utan hänsyn till införda dagvattenåtgärder och med sådan hänsyn tagen ca 1 500 l/s. Det ger ett fördröjningsbehov inom planområdet på 2 070 m³ för att inte öka utgående flöde vid ett 50-årsregn. Förutsatt att 50-årsregnet faller vid torra förhållanden, det vill säga att föreslagna dagvattenanläggningar och fördröjningsvolymerna hunnit tömmas så innebär det att den volym som ryms i LOD-anläggningar samt fördröjningsvolymerna i bollplanen och reglernivån ovanpå den avslutande dammen, även med viss marginal (total utjämningsvolym inom området är ca 2 800 m³ med föreslagna dagvattenhantering, se Tabell 8). Dock måste då inloppen till LOD-anläggningarna medföra att även större flöden kan ledas ner i dem, om avledningen ner i LOD-anläggningarna kan ske ytledes kan den volymen tillgodoräknas även vid större regn än dimensionerande (20-årsregn). Utöver detta kan även diken inom området utformas med en möjlig reglernivå för att ytterligare öka områdets fördröjningskapacitet. Se rapport Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2 (dat 2021-09-08) för förslag på diken utformning. Magasinsbehovet för att inte öka utflödet från planområdet vid ett 100-årsregn är ca 2 600 m³, med samma premisser som för ett 50-årsregn finns det därför möjlighet för planområdet att fördröja ett 100-årsregn. Observera att detta gäller för själva planområdet, inte uppströms liggande områden vars vatten leds igenom planområdet via sedimentationsdammen.

Risken för utspolning av sediment från dammarna vid ett större regn kan minimeras genom lämplig utformning av dammarna. Det handlar främst om flödes hastigheten genom dammen och specifikt den nära botten. En översvämning av en damm behöver inte innebära att flödes hastigheten ökar om den vattenförande arean ökar så motverkar det högre vattenhastighet.

I Figur 35 - Figur 37 återges enbart en lågpunktskartering utifrån nulägets marknivåer med viss justering i form av nya diken och byggnader. Marknivåerna är i övrigt inte justerade efter tänkt höjdsättning i exploateringen. Föreslagna dagvattenåtgärder inom planområdet kan utjämna ett 100-årsregn inom planområdet och området kommer att höjdsättas för att möjliggöra yttlig avledning från viktig infrastruktur mot utjämningsytorna som sedan tappas mot dammen i parken.

Eftersom området är relativt flackt kan det höjdmässigt vara svårt med avledningen från lågpunkter och låglänta områden. Höjdsättningen av området bör säkerställa att inga instängda områden skapas utan att vatten ska kunna avledas mot den nedsänkta bollplanen, mot diken och damm samt ut mot grönytor. Fortsatt utredning kring dagvattenhanteringen inom området och höjdsättningen görs i samråd med varandra vid t.ex. projekteringen.

9 Effekter av föreslagna åtgärder

Föreslagna LOD-åtgärder i avsnitt 5.1 är dimensionerade för att kunna rena och fördröja avrinningen från 20 mm nederbörd (d.v.s. 930 m³) samt så är bollplanen dimensionerad för att kunna fördröja minst ett 20-årsregn från delar av planområdet utan att öka utgående flöde jämfört med nuläget. Dagvattendammen är uppdelad i en permanent damm som är dimensionerad för att uppnå kostnadseffektiv rening med en reglerhöjd ovanpå den permanenta delen för att även klara av att utjämna dagvatten från delar av planområdet, se avsnitt 5.2.

I avsnitt beskrivs och ges förslag även på hur utjämning för att inte riskera att öka flödena jämfört med nuläget kan ske, se avsnitt 5.3, och vid större flöden så som 50-års regn och 100-årsregn, se avsnitt 8.

Föreslagna åtgärder medför även rening av dagvattnet, se Tabell 9 för vilken reningseffekt dagvattenåtgärderna medför.

Vid beräkning av mängder i utgående dagvatten efter rening med LOD har följande åtgärder (kategorier i Stormtac) använts:

- Taken på hälften av skollokalerna leds till nedsänkta växtbäddar enligt Figur 16.
- Taken på den andra hälften av skollokalerna leds till skelettjordsplanteringar enligt 5.1.2.
- Taket på idrottssalen leds till den nedsänkta bollplanen, gärna via ytlig avrinning i grönytor. Reningen är beräknad som infiltration i ett gräsdike.
- Den nya rondellen och både befintliga och nya gång- och cykelbanor ansluts till träd i skelettjordar. Även lokalgatan till bostäderna samt hårdgjorda ytor norr om skolbyggnaden och parkeringsytor tillhörande skolområdet ansluts till träd i skelettjordar.
- Den hårdgjorda delen (söder om skolbyggnaden) och den semihårdgjorda delen av skolgården och idrottsområdet avleds till den nedsänkta gräsbeklädda bollplanen. Reningsgraden som har använts motsvarar gräsdike.
- Taken på radhusen avleds till förstärkt infiltration i den egna tomten (gräsbeklädd). Reningen som har använts motsvarar gräsdike.
- Tomterna tillhörande radhusen leds till dagvattendammen.
- Parkmarken och den del av skolgården som inte hårdgörs (räknat som gräs) leds till dagvattendammen.

Tabell 9. Resultat från belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.21.3.3. Mängderna som redovisas för scenarierna "efter exploatering" är utgående mängder från området med hänsyn tagen till införda dagvattenåtgärder. Kursiva mängder överstiger nulägets värden inom ett avrundningsfel

Ämne	Nuläge [kg/år]	Efter exploatering med föreslagen rening [kg/år]
Fosfor (P)	6,3	2,3
Kväve (N)	150	30
Bly (Pb)	0,25	0,052
Koppar (Cu)	0,46	0,20
Zink (Zn)	0,75	0,34
Kadmium (Cd)	0,0040	0,0043
Krom (Cr)	0,099	0,041
Nickel (Ni)	0,065	0,039
Suspenderat material (SS)	3 700	320
Bens(a)pyren (BaP)	0,00029	0,00012

Föreslagna åtgärder innebär att dagvattnet renas och att mängderna av alla ämnen utom kadmium minskar jämfört med nuläget. Mängden kadmium riskerar att vara lika eller möjligtvis något högre än i nuläget. Dock är mängden kadmium inom ett avrundningsfel jämfört med nuläget.

I beräkningarna är det dock inte medräknat att alla LOD-anläggningar leds vidare till dagvattendammen i parken. Dammen är dimensionerad för hela planområdet och viss efterföljande rening skulle därmed kunna tillgodoräknas. Rening i dammar sker främst genom sedimentation, då dagvattnet som passerat LOD-anläggningarna kan antas vara relativt

partikelfritt så är det osäkert hur mycket extra rening som kan tillgodogöras i dammen i parken. För att dammen ska kunna bidra med ytterligare rening utöver LOD-anläggningarna föreslås i avsnitt 5.2 att efter en inledande sedimentationsdel (i dammen i parken) så utformas en grundare remsa som planteras med växter för en ytterligare filtrering av vattnet.

Återigen vill vi poängtera att halterna som används är schabloner och speglar inte den särskilda situationen på platsen. Att använda sig av schablonvärden från t.ex. Stormtac är det i nuläget beprövade arbetssättet men det ger ett resultat med viss felmarginal. Framräknade mängder kan dock användas som en vägledning i hur stor skillnaden i mängd förväntas bli i framtiden med eller utan rening av dagvattnet.

9.1 Möjligheter till mer långtgående rening

Då föreslagna dagvattenanläggningar medför att mängderna av föroreningar minskar, eller är oförändrade jämfört med nuläget för planområdet så föreslås ingen mer långtgående rening. Dessutom kommer den planerade sedimentationsdammen norr om Ginnlögs väg att rena dagvattnet från ovanliggande planområde. Det kan därför antas att området som ansluts till sedimentationsdammen kommer att bidra med mindre mängder till slutrecipienten än i dag.

Som ett extra alternativ, utöver föreslagen hantering av dagvatten beskrevs i avsnitt 5.1.1 att takdagvattnet istället kan samlas in, renas, och återanvänds genom t.ex. toalettspolning eller för bevattning. Ett sådant alternativ skulle innebära att utgående mängder minskar för alla ämnen jämfört med om takdagvattnet istället leds ut till dagvattenanläggningar. En sådan lösning skulle också minska dagvattenflödet från området.

10 Skötsel och drift

En mycket översiktlig beskrivning av skötsel- och driftbehov presenteras här.

Skötseln av träd i skelettjordar och skötseln av nedsänkta växtbäddar kan förväntas vara ungefär densamma som skötseln av konventionella träd- och perennplanteringar. Skräp behöver rensas undan så att vattnet obehindrat kan ta sig ner i planteringarna samt så kan växter, buskar och träd eventuellt behöva stödbevattnas, framförallt under torra perioder och under etableringsfasen. Klippning, beskärning och annan parkförvaltning är den samma som för konventionella planteringar.

Skötsel och drift av en dagvattendamm och tillhörande dike handlar om regelbunden (ca 2-4 gånger per år) kontroll av in- och utlopp, klippning av slänter (ca 2 gånger per år), rensning från skräp (vid ordinarie parkskötsel), kontroll av hydraulisk funktion (ca 1 gång per år), kontroll av sedimentuppbyggnad och rensning av sediment (intervallet för det beror på hur högt belastad dammen är samt hur den är utformad, men bör göras med ca 10-20 års mellanrum). Ytor i anslutning till damm och dike behöver reserveras eller åtminstone finnas för att framföra enklare parkfordon för klippning av slänter. I anslutning till dammarna behöver det finnas utrymme för grävmaskin eller liknande för att så småningom kunna rensa sediment, antingen från land eller via flottar utrustade med sugslang. Om slammet ska avvattnas på plats ner i respektive damm behöver plats även finnas för det ändamålet.

11 Slutsatser

Nedan sammanfattas slutsatserna från rapporten:

- Vid exploatering av åkermarken till ett skol-, idrotts- och bostadsområde kommer avrinningen från området att öka från ca 160 l/s till ca 1 800 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn utan införda dagvattenåtgärder.
- Exploateringen kommer att medföra att transporten av närsalter, metaller och andra ämnen kommer att förändras. Mängderna av alla ämnen utom fosfor, kväve, suspenderat material och bly ökar utan införda dagvattenåtgärder.
- Ett förslag för dagvattenhantering som bygger både på lokalt omhändertagande (LOD) och en avslutande samlade rening i en dagvattendamm har beskrivits.
- LOD-anläggningarna som föreslås är valda samt dimensionerade för att bidra med rening av dagvattnet motsvarande 20 mm avrunnen nederbörd. Förslaget ger en god möjlighet till rening samt kan med föreslagen utformning medföra utjämning av dagvattnet så att utgående flöde inte ökar jämfört med nuläget vid ett 20-årsregn.
- Efter rening kommer utgående mängder att vara mindre, eller för kadmium lika stora, som i nuläget. Utöver det kommer uppströms liggande område att anslutas till en sedimentationsdamm vilket innebär en ökad rening jämfört med nuläget. Exploateringen inom planområdet kommer därmed i föreslagen utformning inte att medföra ökade föroreningsmängder till recipienten, utan mindre. Det är ett gott led i arbetet att uppnå gällande miljö kvalitetsnormer.
- För att minska belastningen på recipienten ytterligare finns det olika alternativ för en än mer långtgående hantering av dagvattnet:
 - Ett intressant alternativ för omhändertagande av takdagvattnet är återanvändning genom spolning i toaletterna i byggnaderna. Ett sådant alternativ innebär ett minskat behov av utjämningsvolym och minskade utgående mängder av närsalter, tungmetaller och övriga ämnen jämfört med föreslaget alternativ.
- De utjämningsvolym som föreslås skapas inom planområdet (i LOD-anläggningar inkl. nedsänkt bollplan samt reglernivå ovanpå dammen i parken) är tillräckliga för att även utjämna ett 50- och 100-årsregn från planområdet.
- Höjdsättningen av området är viktig för att inte riskera att instängda områden skapas eller att byggnader riskerar att översvämmas. Principiellt bör marken luta bort från byggnader och ut mot gröna ytor eller ytor som inte är känsliga för översvämning. I utredningen återges enbart en lågpunktskartering utifrån nulägets marknivåer med viss justering i form av nya diken och byggnader. Marknivåerna är i övrigt inte justerade efter tänkt höjdsättning i exploateringen.

12 Referenser

- BERGH, A., 2021. Trafikverkets trummor under Mäljarbanan.
- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten AB, Nr. 2016–05.
- FARJE, S., 2021. Trafikverkets trummor Kockbacka gärde.
- GOOGLE, u.å. *Google earth pro*. Google.
- JOHANSSON, M., 2021a. Geoteknikavstämning Kockbacka gärde Treeline Consulting AB.
- JOHANSSON, M., 2021b. Geoteknik Kockbacka gärde mejlväxling med Treeline Consulting.
- LARM, T. och BLECKEN, G., 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. *Svenskt Vatten Utveckling Nr 2019-20*.
- LÄNSSTYRELSEN, 2018. WebbGIS Västmanlands län [internet]. *Extern karttjänst för Länsstyrelsen i Västmanlands län*. Tillgängligt: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7807aac2ab547798a2918cf2433c0f3>.
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2020. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7b933d2ea9084c4dab4bfe38dd87f7ec>.
- MSB, 2013. *Guide till ökad vattensäkerhet - för kommuner och andra anläggningsägare*. Myndighetsrapport Nr. MSB249.
- NACKA TINGSRÄTT, 2019. *Omprövning av Kockbacka-Sandabergs dikningsföretag år 1945 i Bro socken*.
- PETTERSSON, T., J., R., 1999. *Stormwater Ponds for Pollution Reduction*. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
- SGU, 2020. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017. *Dimensioneringstabell: Magasinsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym*. Nr. Version 170629.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL AB, u.å. <http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/dricksvatten/vattentakt/karta-ostra-malaren-vattenskyddsomrade.pdf>.
- STOCKHOLMS STAD, 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok 2017*. Stockholm.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
- SVENSKT VATTEN och DAHLSTRÖM, 2016. *P110 Bilaga 10.6a*.
- SWECO, 2018. Tyresö Förskola Sågen.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021a. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Norra) - Bro*.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021b. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Södra) - Bro*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2019a. *Checklista för Dagvattenutredningar*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2019b. *Teknisk handbok - Gata, park och trafik*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2020. VA-karta.
- VA-SYD, u.å. <https://www.vasyd.se/>.
- VIKLANDER M., M.FL., 2019. *Kunskapssammanställning Dagvattenkvalitet*. Stockholm: Svenskt Vatten utveckling, Nr. 2019–2.
- VISS - VATTENINFORMATIONSSYSTEM SVERIGE, 2020. Mälaren-Görvåln [internet]. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA11895268> [Hämtad 2020-4-20].
- WALLENUS, L., 2021. Kockbacka dikesföretag.